

PRÁCTICAS EFECTIVAS PARA LA REDUCCIÓN DE IMPACTOS POR EVENTOS CLIMÁTICOS

CULTIVO DE PIÑA EN COSTA RICA

“Como parte del estudio de prácticas efectivas para adaptación de cultivos prioritarios
para seguros, en Costa Rica”

Realizado con el aporte del Fondo de Adaptación

Elaborado por:

Armando Vargas Céspedes, Bsc¹
Mariela Morales, MSc².
William Watler, MSc³
Raffaele Vignola, PhD⁴

Marzo, 2018

Para la realización de este estudio se reconoce el apoyo de funcionarios del Ministerio de Agricultura y Ganadería (**MAG**) y las empresas privadas (Agropro S.A, Coopeassa y ENLASA); quienes aportaron significativamente al desarrollo de la investigación.

1 Consultor CLADA, CATIE

2 Investigadora/Project Manager CATIE.

3 Miembro del Programa de Cambio Climático y Cuencas, CATIE

4 Director de la Cátedra Latinoamericana en Decisiones Ambientales para el Cambio Global (CLADA), CATIE

Tabla de contenido

INTRODUCCIÓN	5
METODOLOGÍA	6
TIPIFICACIÓN DEL SISTEMA PRODUCTIVO DE PIÑA	8
1. Especificaciones técnicas	8
2. Fases fenológicas del cultivo de piña	8
2.1 Descripción general de las fases fenológicas	9
2.2 Especificaciones de las fases del ciclo fenológico por región productiva	10
3. Prácticas recomendadas para el manejo de la plantación.....	13
3.1 Preparación de suelo.....	13
3.2 Siembra	13
3.3 Fertilización	14
3.4 Inducción floral.....	14
3.5 Cosecha	14
3.6 Manejo de malezas	15
3.7 Manejo de plagas	15
3.8 Manejo de enfermedades	17
ANÁLISIS DE EXPOSICIÓN DEL CULTIVO DE LA PIÑA DE ACUERDO CON LAS CONDICIONES DE SITIO Y LAS AMENAZAS CLIMÁTICAS OBSERVADAS	20
1. Ubicación espacial de las regiones productoras de piña en Costa Rica.....	20
2. Sistematización de información sobre sensibilidad del cultivo a eventos climáticos.	21
3. Identificación de los factores de exposición a los eventos climáticos y no climáticos extremos que afectan la productividad en las regiones piñeras de Costa Rica.....	22
4. Información complementaria a los eventos climáticos y no climáticos extremos que afectan la producción en las regiones piñeras del país	27
4.1 Base de datos DesInventar	27
IDENTIFICACIÓN DE PRÁCTICAS QUE PERMITEN PREVENIR Y/O REDUCIR EL IMPACTO DE LOS EVENTOS CLIMÁTICOS EN ES SISTEMA PRODUCTIVO DE LA PIÑA	30
1. Prácticas identificadas para la reducción de impacto de eventos climáticos por fase de cultivo de acuerdo con la consulta a expertos	30
2. Evaluación de las prácticas identificadas y su impacto sobre el agroecosistema.....	58
4. Cuantificación de costos de las prácticas identificadas	60
ANÁLISIS DE APTITUD AGRÍCOLA ACTUAL DEL CULTIVO DE PIÑA BASADO EN UN MODELO EXPERTO	66
1. Sistematización de las condiciones agroclimáticas óptimas para el desarrollo productivo de la piña	66
2. Análisis de aptitud para el cultivo de la piña basado en la metodología multicriterio	66
ANEXOS	72



ANEXO 1. GLOSARIO DE TÉRMINOS UTILIZADOS DURANTE LA CONSULTA A EXPERTOS..... 72

ANEXO 2. LISTA DE EXPERTOS CONSULTADOS PARA EL DESARROLLO DEL ESTUDIO 85

LISTA DE ACRÓNIMOS

CATIE	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
CLADA	Cátedra Latinoamericana en Decisiones Ambientales para el Cambio Global
CANAPEP	Cámara Nacional de Productores y exportadores de Piña
DDC	Dirección de Cambio Climático
IMN	Instituto Meteorológico Nacional
INEC	Instituto Nacional de Estadística y Censos
INS	Instituto Nacional de Seguros
MAG	Ministerios de Agricultura y Ganadería
MINAE	Ministerio de Ambiente y Energía
PBAE	Programa Bandera Azul Ecológica Categoría agropecuaria
PROCOMER	Promotora de Comercio Exterior de Costa Rica
SEPSA	Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria

INTRODUCCIÓN

Costa Rica es el principal exportador de piña fresca a nivel mundial y está catalogada como la mejor del mundo (PROCOMER, 2015). Desde el año 1995, el cultivo de piña costarricense gana relevancia en el país y a nivel internacional, debido al incremento del área de producción y a su volumen de exportación. La industria piñera es la segunda fuente de empleo total en relación con otras actividades agrícolas, generando más de 30.000 empleos directos y 120.000 indirectos que permiten una mejora en la calidad de vida de miles de familias, principalmente de zonas rurales. Durante el 2016, las exportaciones de piña fresca y sus derivados alcanzaron los \$1.113 millones generando al país el 41,4% de las divisas de exportación del sector agrícola, así como el 11,2% del total de las exportaciones nacionales.(CANAPEP, 2016).

Por otra parte, en los últimos años el cultivo de piña sufre los embates del cambio climático en Costa Rica. Los efectos del cambio climático han causado serios problemas y pérdidas en el cultivo de esta fruta, sumado a las consecuencias del efecto de El Niño que afecta principalmente a las regiones Caribe y Norte. Las consecuencias de estos cambios climáticos en la actividad piñera son en la preparación y en la producción, porque la poca luminosidad afecta el crecimiento y la calidad de la fruta. Tampoco permite atender adecuadamente los programas de fertilización y control de plagas y malezas, situación que reduce su nivel productivo, al aumentar los rechazos por calidad. (CANAPEP, 2016).

Debido a la relevancia del cultivo en el país y considerando la variabilidad esperada en los patrones climáticos actuales y futuros como efecto del cambio climático, se requiere en primera instancia identificar y desarrollar las estrategias que permitan disminuir la vulnerabilidad del sector y así poder facilitar su adaptación para reducir los impactos negativos que estos cambios puedan traer al sector.

El presente documento resume los principales resultados del estudio realizado para el Instituto Costarricense de Seguros y por la Cátedra Latinoamericana de Decisiones Ambientales para el Cambio Global (CLADA) del CATIE. Estudio enfocado en la identificación de prácticas agrícolas que se puedan realizar para prevenir o mitigar el impacto de eventos climáticos y no climáticos en el cultivo de café en Costa Rica.

Como objetivo del estudio se pretende construir el conocimiento sobre buenas prácticas existente que pueden ayudar a los cultivos a mitigar los impactos de los eventos extremos en el país, y al mismo tiempo proveer al Instituto Nacional de Seguros (INS) información técnica confiable y aplicable en sus diseños de productos financieros y seguros agropecuarios.

METODOLOGÍA

El estudio tiene como objetivo conocer, desde un enfoque nacional considerando las áreas más representativas de producción, las buenas prácticas para la reducción de impactos de eventos climáticos extremos sobre los sistemas agroproductivos.

Para alcanzar el objetivo propuesto, el estudio se dividió en tres grandes secciones, las cuales buscan responder a la complejidad del análisis de los impactos del clima sobre los cultivos, ya que esto depende de muchas variables de contexto y del tipo de evento. Se utilizó una combinación de métodos basados en conocimiento experto y búsqueda de información secundaria para obtener la información requerida que permita reducir la incertidumbre de inversiones de agentes financieros y de seguros sobre los sistemas agropecuarios de interés.

En la primera sección se realizó una caracterización del sistema productivo de la piña en Costa Rica y una descripción de las fases fenológicas del cultivo. A partir de las fases fenológicas descritas, se identificaron los eventos que tienen mayor impacto en cada fase.

En la segunda sección se presenta el análisis de exposición que resume los eventos climáticos y no climáticos que son recurrentes en cada una de las regiones productivas y que podrían tener algún impacto negativo en el desarrollo del cultivo. Esta identificación general sirvió como base para detallar cuáles son los eventos climáticos que más impacto tienen en cada una de las fases fenológicas del cultivo.

En la tercera sección, definir las prácticas que los expertos realizan para reducir o prevenir el impacto de factores climáticos en cada fase de cultivo. Asimismo, en la tercera sección se cuantificaron los costos de implementación de las prácticas y se realizó una valoración de las prácticas bajo los criterios del programa de Bandera Azul Ecológica categoría Agropecuaria y el Programa de reconocimiento de beneficios ambientales para la producción agropecuaria sostenible, desarrollado por el Ministerio de Agricultura y Ganadería -MAG.

El marco metodológico se enfoca en responder a los siguientes objetivos:

- I. Tipificar el sistema productivo de interés.
- II. Determinar el grado de exposición de los cultivos, basado en sus condiciones de sitio y de las amenazas climáticas observadas.
- III. Analizar la aptitud agrícola actual del cultivo de interés basada en un modelo multicriterio de experto.
- IV. Identificar prácticas que permitan prevenir o bien reducir el impacto de los eventos climáticos en los sistemas productivos de interés.

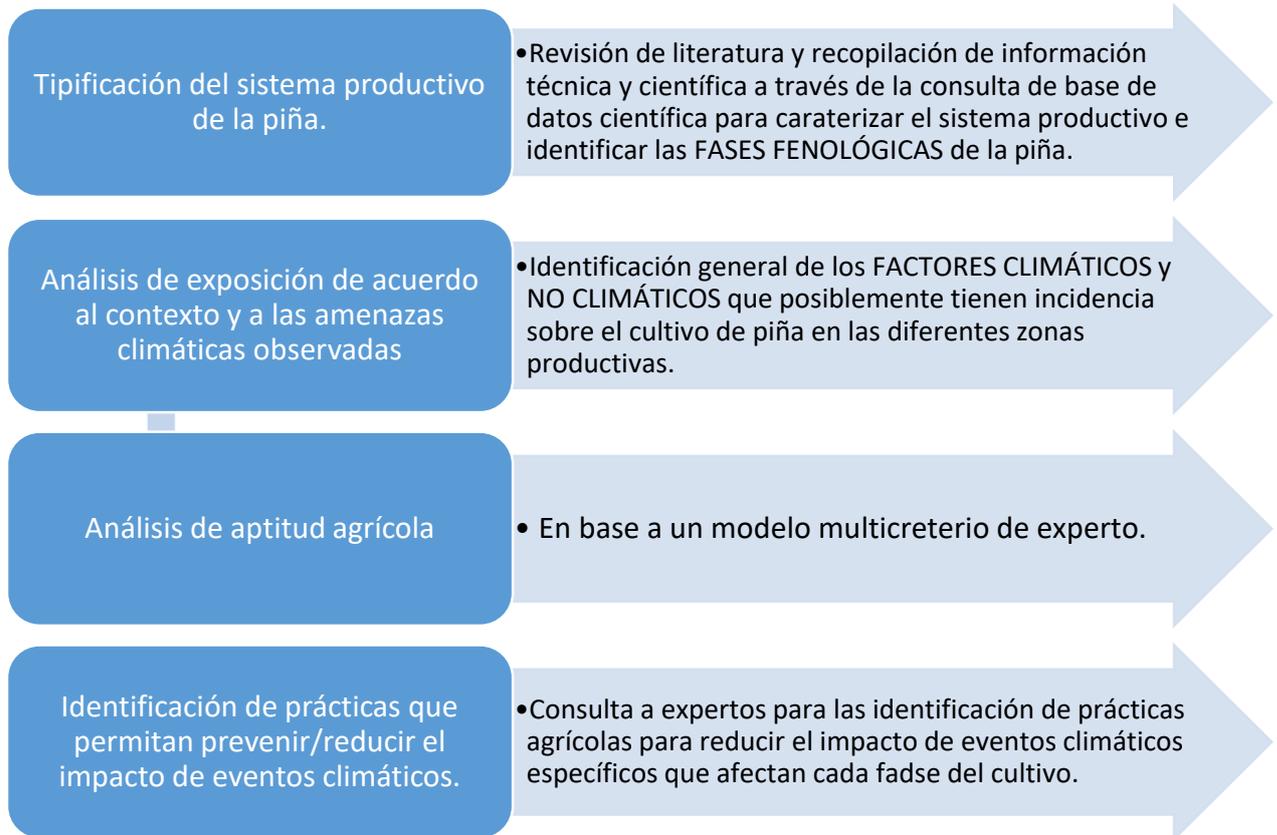


Figura 1. Proceso metodológico seguido para la identificación de prácticas agrícolas para reducir el impacto de eventos climáticos en el cultivo de piña.

TIPIFICACIÓN DEL SISTEMA PRODUCTIVO DE PIÑA

1. Especificaciones técnicas

El cultivo de piña es uno de los principales cultivos de exportación en el país; el 90 % de la producción se vende en los mercados extranjeros y el otro 10% en el mercado nacional. Como se puede observar en el cuadro 1, la piña deriva del género *Ananas* y de la especie *comosus*.

Cuadro 1. Generalidades taxonómicas del cultivo de piña.

Nombre Común	Piña
Nombre Científico	<i>Ananas comosus</i>
Familia	Bromeliaceae
Centro de Origen	Sur América (Brasil, Paraguay y Argentina)

Fuente: Méndez, (2010); Maglianesi, (2013).

- Variedades:

A nivel mundial la variedad más utilizada es la Cayena Lisa con un 70% del volumen de producción; mientras en Costa Rica se han utilizado variedades como Monte Lirio, Cayena lisa, Champaca y MD-2; siendo esta última la más importante en el país (Aravena, 2005 y EARTH, 2004). A continuación, se describe brevemente la principal variedad de uso comercial del país:

MD-2: es una de las variedades más revolucionarias de la agroindustria piñera, fue adaptada a las condiciones agroclimáticas de la región de Buenos Aires. Este híbrido presenta frutas con mayor cantidad de grados brix con respecto a las otras variedades que están en el mercado y la fruta puede alcanzar pesos aproximados a los 2 kilogramos. Esta variedad fue creada por la compañía Del Monte, al vencer la patente otras empresas agroindustriales reprodujeron el híbrido, colocándole el nombre de variedad Golden o Dorada.

2. Fases fenológicas del cultivo de piña

El ciclo fenológico de la piña según Zhang et al. (2016) se puede dividir en 10 etapas fenológicas utilizando la tabla BBCH. Las primeras 5 etapas según la tabla BBCH (brotación, desarrollo de hojas, formación de brotes laterales, desarrollo del pseudotallo y desarrollo foliar de los brotes laterales) se pueden estimar y unificar como una sola macrofase, la cual puede ser considerada como “crecimiento vegetativo de la planta”, considerando esto se puede interpretar que la piña se divide en cinco fases fenológicas, iniciando desde la fase de crecimiento vegetativo (fase 1), seguido por la inducción floral (fase 2), floración (fase 3), desarrollo del fruto (fase 4) y por último la etapa de maduración de la planta (fase 5). Según los autores se hace referencia a una última fase

llamada senescencia, la cual para efectos del estudio y comerciales no se toma en cuenta ya que es una etapa en la que el fruto entra en un proceso de sobremaduración y deterioro. La duración del ciclo varía de acuerdo con la variedad y las condiciones de la región productiva del país.

2.1 Descripción general de las fases fenológicas

1) Fase de crecimiento vegetativo

La fase de crecimiento vegetativo comienza desde la siembra y se extiende hasta la inducción floral. Es la etapa de mayor duración (aproximadamente 7 meses), siendo el desarrollo de la planta relativamente lenta, ya que se da la formación de retoños y el desarrollo del tallo. Los primeros meses después de la siembra, la actividad metabólica se reduce por la baja cantidad de hojas y raíces; conforme aumenta la cantidad de hojas y el diámetro del tallo, los procesos metabólicos se aceleran, incrementando la tasa fotosintética y el paso de fotoasimilados.

2) Inducción floral

La inducción de la flor de piña ocurre al finalizar la etapa de crecimiento vegetativo, simultáneamente con el inicio de la etapa reproductiva. El tiempo adecuado para determinar el comienzo de la inducción de la flor depende de la producción de biomasa durante la etapa vegetativa, debido a la relación directa entre el volumen vegetativo de la planta y la masa de la fruta. La planta debe de alcanzar aproximadamente 35 a 65 centímetros de altura y alrededor de 35 a 45 hojas y pesos alrededor de 2.2 a 2,5 kg para aplicar el inductor de floración. A los treinta días, las hojas del núcleo comienzan a converger y tornarse de color rojo. Seguidamente el núcleo comienza a hincharse en forma globular; el eje principal se alarga y el cono de la fruta se hace visible.

3) Floración

La piña es una planta de floración indeterminada, puede llegar a producir entre 90 a 150 flores por fruta. Las primeras flores comienzan a salir en la parte basal del cono, donde inicia un despliegue secuencial de las flores hacia la parte superior. Esta etapa dura alrededor de 15 días desde la aparición de inflorescencia hasta que los pétalos caen o se secan.

4) Desarrollo del fruto

El desarrollo de la fruta de piña comienza en el momento que las primeras flores se desvanecen o coalescen; seguidamente el ovario comienza a hincharse y la fruta empieza a tornarse gradualmente del color marrón rojizo a un color verde oscuro rociado por un polvo blanquecino. La duración de la etapa de desarrollo difiere de la variedad, de la época de siembra y de las condiciones climáticas de la zona.

5) Maduración

Posterior al desarrollo de la fruta comienza la fase de maduración; la fruta alcanza el tamaño óptimo (tamaño depende de la variedad) y el color verde oscuro se va tornando a un color verde más amarillento. El proceso de maduración oscila entre los 15-30 días para alcanzar el grado de madurez necesario para ser cosechada, basada en la translucidez y grado brix.

2.2 Especificaciones de las fases del ciclo fenológico por región productiva

A continuación, se presentan las especificaciones que los expertos definieron con respecto al ciclo fenológico de la piña en las diferentes regiones productivas del país. Cabe resaltar que para esta especificación se incluyeron las tres regiones productivas identificadas como prioritarias a nivel nacional.

- Región productiva Huetar Caribe

De acuerdo con expertos de la región productiva Huetar Caribe, el ciclo del cultivo de piña tiene una duración aproximada de trescientos sesenta y cinco (365) días. En esta zona se realiza una siembra por semana en el transcurso del año para mantener una constante en la producción y cumplir con el programa de exportación. La variedad que se utiliza en la región es la MD-2; ya que presenta condiciones organolépticas ideales para el mercado internacional, además es una variedad que requiere un buen manejo en lo que se refiere al control de plagas, enfermedades, malezas, nutrición y manejo de aguas para mejorar la adaptación a las condiciones climáticas.

La fase de crecimiento vegetativo en esta región tiene una duración aproximada de doscientos diez (210) días (la etapa más larga del ciclo), la etapa de inducción floral dura alrededor de cincuenta y dos (52) días, seguidamente se da la fase de floración que comienza con la aparición de la primera flor (la floración comienza desde la base y sigue en forma ascendente hasta la corona) hasta la senescencia de la última flor y dura alrededor de veintinueve (29) días; la fase de desarrollo de fruto empieza a los doscientos noventa y un (291) días, después de la siembra y dura aproximadamente sesenta (60) días. La fase de maduración es la más corta del ciclo, ya que dura ocho (8) días.

En el cuadro 2, se ilustra el ajuste realizado en los meses e intervalos de duración de cada fase en la región productiva de Huetar Caribe.

Cuadro 2. Ciclo fenológico del cultivo de piña en la región Huetar Caribe.

	0	210DDS	262DDS	291DDS	357DDS	365DDS
Criterio	Crecimiento vegetativo	Inducción Floral	Floración	Desarrollo del fruto	Maduración	
						

Fuente: elaboración a partir de consulta a experto.

- Región productiva Huetar Norte

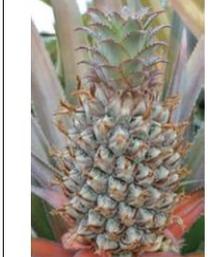
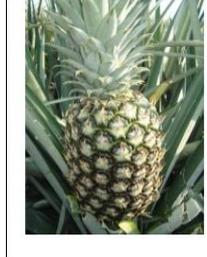
De acuerdo con expertos de la región productiva Huetar Norte, el ciclo del cultivo de piña tiene una duración aproximada de trescientos sesenta (360) días, sin embargo la duración del ciclo puede cambiar dependiendo del tipo de hijo que se utilice (en el caso de siembra de corona el ciclo es más largo).

Las siembras se realizan de forma semanal durante todo el año, con el fin de mantener la cosecha en todas las épocas y cumplir con los programas de exportación. Los expertos mencionan que la variedad que se utiliza en la región es la MD-2; ya que presenta condiciones organolépticas ideales para el mercado internacional, además es una variedad fácil de producir y resiste las condiciones climáticas de la región (si se toman las medidas culturales adecuadas: drenajes, programas de manejo adecuados, entre otras).

La fase de crecimiento vegetativo en esta región tiene una duración aproximada de doscientos trece (213) días (la etapa más larga del ciclo), la etapa de inducción floral dura alrededor de cuarenta y tres (43) días, seguidamente se da la fase de floración que comienza con la aparición de la primera flor (la floración comienza desde la base y sigue en forma ascendente hasta la corona) hasta la senescencia de la última flor y dura alrededor de treinta y cuatro (34) días; la fase de desarrollo de fruto empieza a los doscientos noventa (290) días después de la siembra y dura aproximadamente sesenta (60) días. La fase de maduración es la más corta del ciclo, ya que dura entre quince y veinte (15-20) días.

En el cuadro 3, se ilustra el ajuste realizado en los meses e intervalos de duración de cada fase en la región productiva de Huetar Norte.

Cuadro 3. Ciclo fenológico del cultivo de piña en la región Huetar Norte.

	0	213DDS	256DDS	290DDS	350DDS	360DDS
Criterio	Crecimiento vegetativo	Inducción Floral	Floración	Desarrollo del fruto	Maduración	
						

Fuente: elaboración a partir de consulta a experto.

- Región productiva Brunca

De acuerdo con expertos de la región productiva Brunca, el ciclo del cultivo de piña tiene una duración aproximada de trescientos sesenta y cinco (365) días. Las siembras se realizan de manera semanal durante todo el año, con el fin de mantener la cosecha en todas las épocas y cumplir con los programas de exportación. La variedad que se utiliza es la MD-2, la cual fue desarrollada y adaptada para las condiciones edafoclimáticas de esa región, para aumentar la productividad y alcanzar un mayor rendimiento por hectárea.

La fase de crecimiento vegetativo en esta región tiene una duración aproximada de doscientos diez (210) días (la etapa más larga del ciclo), la etapa de inducción floral dura alrededor de cuarenta (40) días, seguidamente se da la fase de floración que comienza con la aparición de la primera flor (la floración comienza desde la base y sigue en forma ascendente hasta la corona), hasta la senescencia de la última flor y dura alrededor de veinticinco (25) días; la fase de desarrollo del fruto empieza a los doscientos setenta y cinco (265) días después de la siembra y dura aproximadamente setenta (70) días. La fase de maduración es la más corta del ciclo, ya que dura entre quince y veinte (15-20) días. En el cuadro 4 se ilustra el ajuste realizado en los meses e intervalos de duración de cada fase en la región productiva Brunca.

Cuadro 4. Ciclo fenológico del cultivo de piña en la región Brunca.

	0	210DDS	250DDS	275DDS	345DDS	365DDS
Criterio	Crecimiento vegetativo	Inducción Floral	Floración	Desarrollo del fruto	Maduración	
						

Fuente: elaboración a partir de consulta a experto.

3. Prácticas recomendadas para el manejo de la plantación

En esta sección se describe, de acuerdo con la literatura existente, un conjunto de prácticas que se realizan para el manejo del cultivo de piña en Costa Rica.

3.1 Preparación de suelo

La preparación de suelos es la principal labor en el cultivo de piña para evitar daños por problemas fitosanitarios y aumentar la productividad. El sector piñero (algunos casos) tritura el rastrojo para incorporarlo y aumentar la cantidad de materia orgánica; después se da el pase de rastra para disminuir el tamaño de los agregados y la eliminación de malezas. Dependiendo de las características físicas del suelo se realiza el paso de un subsolador para mejorar la infiltración y la aireación al descompactar (principalmente el pie de arado); seguidamente se realizan o rectifican los drenajes primarios en la periferia de los lotes y la nivelación de los mismos para evitar el encharcamiento y la salida de agua hacia los drenajes. Posteriormente, se realiza otro pase de rastra para afinar el suelo e incorporar el encalado (depende productor); la preparación de las camas se deben de hacer en contorno (30 cm de alto, 65 cm ancho y 110 cm de centro a centro) y por último se realizan los drenajes terciarios y cuaternarios (García & Rodríguez, 2011).

3.2 Siembra

A nivel nacional la piña es sembrada en diversas épocas del año y dependiendo de la oferta que se tenga en el mercado principalmente internacional se aumentan los lotes de siembra; esta fase del cultivo como se puede observar en el cuadro 5 es importante seleccionar semilla de calidad, libre de enfermedades y que sean bastante uniformes en peso y tamaño. La siembra de semillas heterogéneas pueden provocar el aumento en la aparición de frutos naturales y la desuniformidad de la plantación (MAG & Servicio Fitosanitario del Estado, 2010). Las semillas se desinfectan y se curan al sumergirlas en una solución de fungicidas e insecticidas como: Fosetil Aluminio, Diazinon, entre otros. En campo la semilla se debe sembrar a buena profundidad, bajo un sistema de hileras dobles o sistema hawaiano; la distancia entre hileras oscila 80-100 cm y la distancia entre plantas es de 30-35cm, dependiendo de la densidad de siembra puede variar entre 65.000 a 72.000 plantas/ha) (Cubero & Sandí, 2014).

Cuadro 5. Tipos de semilla para piña según peso.

Tipo de semilla	Localización en la planta	N° de semillas por planta	Peso de la semilla (g)
Corona	Parte superior del fruto	1	150 a 400
Bulbillo	En el pedúnculo de la fruta	1 a 3	100 a 200
Yema	Axila de las hojas	3 a 5	200 a 450
Guía	En la base de las plantas	3 a 4	300 a 600

Fuente: Adaptado de Méndez, 2010; recopilado de Reyes, 1999.

3.3 Fertilización

La piña es un cultivo que demanda una gran cantidad de nutrientes a lo largo del ciclo, para cumplir con esas necesidades nutricionales se debe realizar un análisis de suelo, que permita identificar el nivel de los elementos y el funcionamiento físico-químico, con la finalidad de preparar las formulaciones de fertilizantes necesarios para una aplicación eficiente y uso racional de los recursos, garantizando que los productos que se incorporen (orgánicos e inorgánicos) proporcionen las cantidades adecuadas de nutrientes que requieren las plantas para llevar a cabo sus funciones metabólicas (Santos, 2014).

El cultivo requiere nitrógeno y potasio que son los principales o más importantes elementos para el desarrollo de la piña, ya que el nitrógeno influye directamente en el desarrollo de la planta y en conjunto con el potasio determinan la calidad y el tamaño de la fruta. En los primeros meses del cultivo, es importante la incorporación de fertilizantes altos en fósforo para la elongación de raíces como el 10-30-10, Urea, 18-5-15-6-2 o 18-46-0 en forma granular; luego de la fertilización al suelo se realizan aplicaciones foliares con nitrógeno y potasio, además de elementos menores como zinc, hierro, magnesio, entre otros. (Nor-atlántica de Costa Rica; Cubero & Sandí, 2014; MAG & Servicio Fitosanitario del Estado, 2010).

3.4 Inducción floral

Esta práctica se realiza entre los seis y nueve meses después del trasplante o cuando la planta presente pesos alrededor de 2,5-2,7 Kg, cuando hay plantas con pesos no uniformes y bajan las temperaturas se puede inducir naturalmente. En el país según Méndez (2010) se utilizan dos métodos para realizar la inducción floral:

1) Gas etileno

El etileno al ser un gas, necesita ser mezclado con carbón activado para que sirva de transporte, ya que las partículas son absorbidas por el carbón y son depositadas en la base del tallo. Se necesita alrededor de 1,12-2,36 Kg/Ha en mezcla con 27 Kg de carbón activado.

2) Etephón (Ethrel)

Otro método para la inducción es el uso de Ethrel mezclado con Urea para alcalinizar el agua de aplicación; por hectárea se requiere entre 3-4,7 litros de Ethrel y entre 20-40 Kg de urea y aproximadamente 2000 litros de agua. Antes de la aplicación se recomienda medir el pH de la mezcla, si el pH es bajo (6-7) se puede incorporar hidróxido o carbonato de calcio para llevar el pH a 8-9.

3.5 Cosecha

El periodo de cosecha se determina cuantificando las semanas o días después de la inducción floral, se ha identificado que es recomendable realizar inspecciones a los 140 días después de la inducción para establecer el estado de desarrollo, tamaño y grado de madurez de la fruta. Según el estado de la fruta, el momento de cosecha después de

realizar la inspección es de aproximadamente 15-20 días, en donde la fruta se encuentra en un estado de madurez; la cosecha se realiza en forma manual, las frutas cosechadas son depositadas en una banda sin fin y son transportadas hacia las carretas. (Pac, 2005).

3.6 Manejo de malezas

Las malezas como en cualquier cultivo puede generar desbalances nutricionales por la competencia de agua, luz y nutrientes; las plantas hospederas dentro y fuera de los lotes comerciales pueden incrementar los problemas de plagas y enfermedades. El principal problema son las plagas cuarentenarias como por ejemplo: la *Rottboellia cochinchinensis* (caminadora), *Asystacia gangatica* (cizaña) y *Mikania cordifolia* (hoja de guaco) que ocasionan la devolución y pérdida total de contenedores; ya que la mayoría de ocasiones las coronas pueden contener semillas de estas plantas. El control de malezas en piña se realiza prácticamente con productos químicos (cuadro 6) en los primeros meses antes y después de la siembra; después de los tres meses del trasplante se realiza una deshierba manual (Brenes & Agüero, 2007).

Cuadro 6. Herbicidas registrados para el uso del cultivo de piña en Costa Rica.

Grupo químico	Ingrediente activo
Triazina	Ametrina
Urea	Diuron
Haluro alquílico	Dalapon
Fosfónico	Glifosato
Ariloxifenoxi propionato	Quizalofop
Carbamato	Tiobencarbo
Triazina	hexazinona

Fuente: Brenes & Agüero, 2007, recopilado de Protecnet, 2005; Jiménez, 1999.

3.7 Manejo de plagas

Cochinilla harinosa (*Dysmicoccus brevipes*)

La cochinilla es una plaga que se adapta a diferentes condiciones edafoclimáticas y se puede encontrar en la mayoría de zonas piñeras en el país. El insecto proviene de la familia pseudococcidae, es de forma ovalada recubiertos con una cera blanca, mide alrededor de 2-3 mm de largo, el ciclo es de 90 días (56 días adulto) y se reproduce en forma partenogénica (Vásquez, 2003).

La población de cochinillas se localiza principalmente en la base de raíces, así como en tallos, hojas, inflorescencias e inclusive en los frutos de la planta; el insecto succiona la savia de la planta provocando amarillamiento de las hojas, defoliación, retraso

fisiológico de la planta y la apertura de heridas que incrementan el riesgo a la entrada de enfermedades. *Dysmicoccus brevipes* presenta alta correlación o asociación con hormigas; estas últimas protegen las colonias de cochinilla de depredadores, parásitos y además funcionan transporte a las partes altas de la planta (Arellano *et al.*, 2015).

El manejo de la plaga se puede realizar mediante el control cultural utilizando semilla libre de la plaga, eliminación de malezas hospederas y el uso de aporcas. El manejo biológico se recomienda utilizar hongos entomopatógenos como *Beauveria bassiana* y *Metarrizium*, además de control de hormigas con cebos. Por último, el control químico con insecticidas como: forato (1-1,5 g/planta), mefosfolan (, 1,5-2 g/planta), phoxim (4-5 g/planta), clorpirifos (1,5-2 g/planta) y se repite la aplicación cada mes y medio (Cubero & Sandí, 2014; Arellano *et al.*, 2015; Vásquez, 2003).

Jobotos (*Phyllophaga sp.*)

Los jobotos pueden afectar en cualquier fase del cultivo, pero la incidencia es más significativa en los primeros meses de desarrollo; ya que provoca daños en las raíces de la planta, ocasionando amarillamiento en las hojas, retraso de crecimiento y pérdida de plantas. La época de abril-junio los problemas se incrementan, ya que en mayo es donde aumenta la población de individuos adultos; el uso de trampas es la principal práctica cultural para bajar las poblaciones, y su control químico se realiza principalmente antes de siembra con productos como diazinon, acefato, dimetoato+cipermetrina, entre otros. (Cubero & Sandí, 2014; Vásquez, 2003).

Thecla (*Strymon basilides*)

El barrenador del fruto es la principal plaga de piña en el país, proviene de la familia de las lycaneidaes; su metamorfosis es completa y el ciclo dura alrededor de 55-60 días. El adulto es una mariposa de alrededor de 2 cm de envergadura, de color gris azulado con puntos naranjas con negro en los extremos de las alas; mientras que la larva es rosada y de forma robusta. Las hembras ovipositan en las primeras flores que emergen a los 45-50 días después de la inducción, las larvas comienzan a realizar galerías en el desarrollo del fruto, ocasionando deformidad y disminuyendo el valor comercial; además, las lesiones pueden permitir la entrada de enfermedades como *Fusarium sp.* y *Penicillium sp.* (Nor-atlántica de Costa Rica, 2009; Jiménez & Rodríguez, 2014).

El control cultural se realiza mediante la recolección de frutos dañados, eliminación de rastrojos con alta incidencia, uso de trampas de color rojo impregnadas con atrayente (Zapicol) y la eliminación de plantas hospederas (Heliconias). El control biológico se realiza con *Bacillus thuringiensis* y *Metarrizium*. A niveles altos de población y sobrepasa el 5% se recomienda el uso de insecticidas como diazinon (0,75-1 l/200 l), permetrina (100 ml/200 l), cipermetrina (120 ml/200 l), decametrina (120 ml/200 l) o clorpirifos (350 ml/200 l) (Jiménez & Rodríguez, 2014; Nor-atlántica de Costa Rica, 2009; Cubero & Sandí, 2014).

Gusano soldado (*Elaphria nucicolora*)

El gusano soldado proviene de la familia Noctuidae, el ciclo de vida en promedio puede alcanzar los 70 días, la larva mide 3 cm, es de color café y presenta unas figuras

triangulares de color negro; el adulto es de color café claro y mide 3 cm de envergadura. Los principales daños los ocasionan en el desarrollo del fruto, ya que dañan la corteza de la fruta y se introducen en parte de la pulpa, provocando rechazo del mercado y pérdidas económicas (Nor-atlántica de Costa Rica, 2009). Para el manejo de *Elaphria* se realiza el mismo procedimiento que para la Tecla (*Strymon basilides*).

Picudo (*Metamasius dimidiatipennis*)

El picudo de la piña proviene de la familia curculionidae, el tamaño de la larva es de 50-80 mm, es de color blanca, no tiene pseudapatas y la cabeza es oscura; mientras que el adulto mide alrededor de los 2 cm de largo, se divide en dos colores (parte trasera negra y la de adelante es naranja con puntos negros).

La incidencia de la plaga aumenta por la mala preparación de suelos y cuando las fincas aledañas tienen un mal manejo del cultivo; los adultos se alimentan de tejidos internos formando galerías, aumentando las enfermedades, disminuyendo la capacidad fotosintética y ocasionando estrés en la planta. El control cultural se comienza con el manejo de residuos, uso de trampas con feromonas, eliminando frutas dañadas y hospederos alternos como musáceas o palmas. El control biológico se realiza básicamente con *Beauveria bassiana* y *Metarrizium*; cuando el tamaño de la población excede el punto crítico, es necesario la aplicación de productos químicos como diazinon, carbaril o ethoprophos (Nor-atlántica de Costa Rica, 2009).

Pratylenchus sp.

Es un nematodo que proviene de la familia Pratylenchidae, las poblaciones se incrementan en zonas de baja latitud, con pH cercanos a 4.2-4.5, es endoparásito migratorio y el ciclo de vida es de aproximadamente 17 días. Atacan directamente las raíces alimentándose del contenido celular provocando lesiones necróticas en la raíz, reducción del crecimiento, amarillamiento y pérdida de plantas. Una de las alternativas culturales es la eliminación de material vegetativo con incidencia a la plaga, la preparación de suelo es primordial por la anatomía radical de la planta, rotación de cultivos y eliminación de plantas hospederas; también se pueden usar controladores biológicos como *Bacillus thuringiensis* y nematodos depredadores. Por último, la aplicación de productos químicos como dicloroproprno-dicloropropano, bromuro de metilo, cloropicrina y la mezcla de tetracloruro de carbono con dibromuro de etileno (Hernández, 1998; León, 2007).

3.8 Manejo de enfermedades

Pudrición del cogollo (*Phytophthora parasitica*), Pudrición del fruto (*Phytophthora cinnamomi*)

El patógeno *P. parasitica* afecta principalmente en etapas de desarrollo o crecimiento vegetativo de la planta, entre los 45-60 días después de la siembra, se ve favorecida por las altas precipitaciones, altas temperaturas y pH altos. Para el caso *P. cinnamomi* puede ocasionar problemas al comienzo de la inducción floral; aunque las lesiones empiezan en el sistema radical, esto afecta el fruto a través del pedúnculo, aunado a esto la planta retrasa el crecimiento y se torna amarillenta (Green & Nelson, 2015).

En cuanto al control cultural, se recomienda de forma preventiva la implementación de drenajes eficientes, elección de semilla sana y curada con productos fungicidas, manejo adecuado de residuos y evitar algún tipo de heridas o lesiones al momento de realizar labores; además de realizar el control de plagas que ayuden a diseminar la enfermedad. El control biológico se basa en la utilización de *Trichoderma*; mientras el control químico se puede realizar de forma preventiva utilizando productos como fosetil-Al 80%, fosfito potasio y sulfato de cobre, y como curativo el metalaxil y carbendazinas (Vargas, 2011).

Fusarium sp.

La enfermedad *Fusarium sp.* se ve favorecida por temperaturas que oscilan entre los 23 y 28°C, alta precipitación y alta humedad relativa que ocasiona grandes pérdidas en plantaciones de piña en los primeros meses de edad, ya que afecta el sistema radical impidiendo la translocación de nutrientes del suelo a la parte alta de la planta; los daños se incrementan en presencia de encharcamiento, falta de oxígeno en el suelo (anoxia) o por daños mecánicos en la raíz. El manejo se realiza desde la preparación de suelos, integrando prácticas de conservación de suelo y realizando drenajes profundos para disminuir humedad y la capa freática del suelo; se realiza el control biológico con *Trichoderma* antes de la siembra y en los meses posteriores a esta. El control químico se realiza con productos preventivos como carbendazina, prochloraz y propiconazole (Cubero y Sandí, 2014); (MAG, 2007).

Hoja de tamal (*Erwinia carotovora*), Pudrición bacterial del fruto (*Erwinia chrysanthemi*)

Esta enfermedad puede afectar en diferentes etapas del cultivo y puede ser causada por diferentes patógenos; *E. carotovora*, es un patógeno que ocasiona problemas en el desarrollo vegetativo de la planta, ya que los niveles de incidencia aumentan entre los 6 y 7 meses después de la siembra. Mientras la *E. chrysanthemi* se presenta principalmente en la floración, desarrollo del fruto (principalmente cuando comienzan a transformar los almidones en azúcares) y en las hojas basales. Al igual que la *E. carotovora*, *E. chrysanthemi* es favorecida por las transiciones climáticas, con altas temperaturas y alta humedad relativa. Los principales síntomas se describen como una pudrición acuosa de color café (la cual libera mal olor), se inician en las hojas centrales de la roseta, luego los bordes de las hojas se tornan cloróticas y cuando el daño es más severo las hojas se desprenden fácilmente (Kaneshiro et al, 2008, MAG, 2007).

Para el control de esta enfermedad se recomienda realizar una buena preparación del terreno, el uso de drenajes para la disminución de humedad, semilla seleccionada sin incidencia y realizar la curación de la semilla. Para el control biológico se puede utilizar el hongo *Trichoderma* o microorganismos descomponedores; con respecto al control químico se recomienda la aplicación de productos a base de sulfato de cobre, amonio cuaternario y extractos de cítricos, y muy importante la alternancia de productos como mancozeb, metalaxil, carbendazina, entre otros permitidos para la piña (Vargas, 2011).

Pobredumbre negra (*Thekaviopsis paradoxa*)

La pobredumbre negra es la enfermedad más importante en la etapa de poscosecha ya que puede causar un 70% de pérdidas en frutas de exportación, el patógeno se desarrolla en el suelo y se disemina a la hora de la cosecha mediante las heridas en frutas por un mal manejo y en frutos muy maduros. Las lesiones comienzan desde el extremo cortado del pedúnculo en forma de manchas pequeñas, circulares y muy acuosas; conforme se desarrolla el hongo externamente en el fruto, las manchas se agrandan y se van agrupando hasta formar un parche de color negro, e internamente los tejidos pierden consistencia, se tornan a un color negro y exuda un olor fétido. Para su control se debe retirar toda planta o fruto afectado en campo, desinfectar las semillas, y el pedúnculo de la fruta recién cosechada, además, de buena desinfección del sitio de almacenaje de la piña (Pérez *et al*, 2014).

ANÁLISIS DE EXPOSICIÓN DEL CULTIVO DE LA PIÑA DE ACUERDO CON LAS CONDICIONES DE SITIO Y LAS AMENAZAS CLIMÁTICAS OBSERVADAS

En esta sección se presenta los resultados del análisis de exposición del cultivo de la piña, considerando las condiciones de sitio/región versus sus potenciales amenazas climáticas y no climáticas. Inicialmente, se presenta el mapa de ubicación espacial de las principales regiones piñeras a nivel nacional o bien las zonas con mayor cobertura de piña cultivada según información del SFE-MAG del año 2017, seguidamente se hace una identificación detallada de los factores de exposición a los eventos climáticos y no climáticos para cada región, finalizando con el análisis de la aptitud agrícola del cultivo. Los resultados obtenidos del proceso descrito fueron consultados y validados con expertos locales y nacionales.

1. Ubicación espacial de las regiones productoras de piña en Costa Rica

La piña como se observa en la figura 2, se cultiva mayoritariamente en tres regiones del territorio nacional, las cuales abarcan una superficie total de 45 911,4 hectáreas (ha). La región piñera Brunca comprende las provincias de Puntarenas y San José de los cantones de Buenos Aires, Pérez Zeledón y Osa, abarca una superficie cultivada de 24,3% a nivel nacional; la región piñera Huetar Caribe de las provincias de Limón, cantones de Pococí, Guácimo, Matina y Siquirres con 41,2%; y la región Huetar Norte de las provincias de Alajuela, Heredia y Guanacaste, cantones de Upala, El Amparo, Sarapiquí, Guatuso, San Carlos, Los Chiles, Grecia y Río Cuarto con el 34,4% (SFE-MAG, 2017; CATIE, 2017). A nivel nacional también existen pequeñas superficies cultivadas de piña fuera de las regiones piñeras.

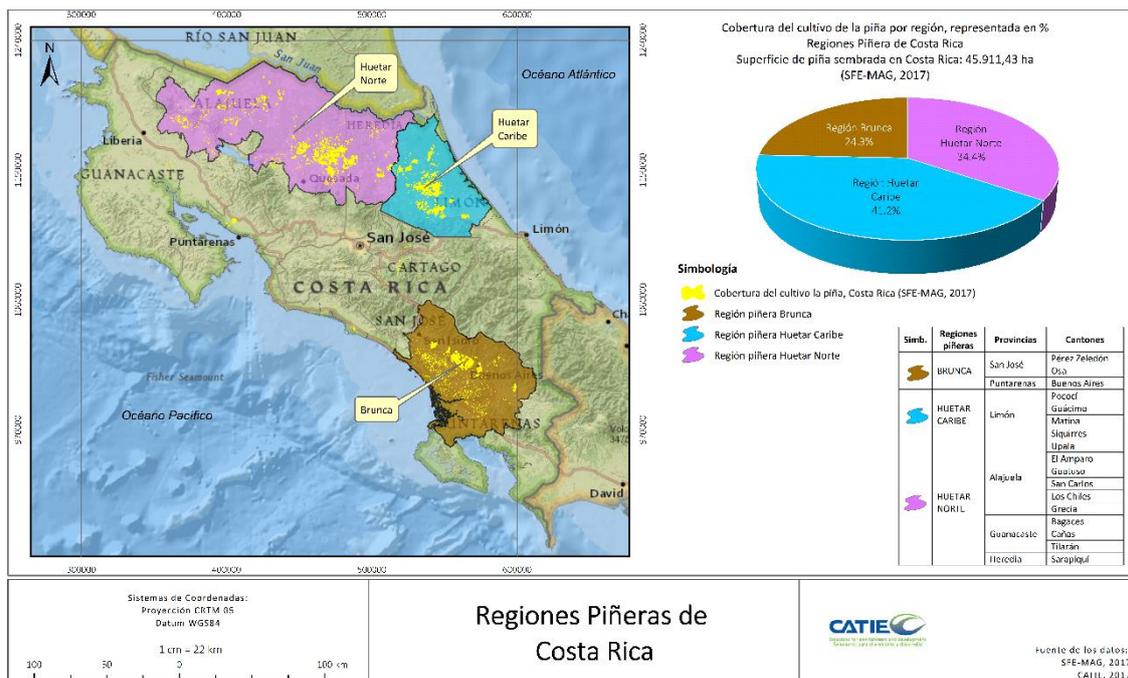


Figura 2. Regiones piñeras y cobertura cultivada, en Costa Rica
Fuentes: SFE-MAG, 2017; CATIE, 2017

2. Sistematización de información sobre sensibilidad del cultivo a eventos climáticos

De acuerdo con la información recabada en la literatura, los efectos de los eventos climáticos que afectan directamente al rendimiento del cultivo de piña, se resumen a continuación:

Cuadro 7. Aspectos climáticos que pueden ser críticos para el desarrollo del cultivo de la piña.

Aspectos críticos	Fases				
	Crecimiento vegetativo	Inducción floral	Floración	Desarrollo del fruto	Maduración
Puntos críticos en relación al clima	Necesidad de agua en siembra, requerimiento de lluvias ¹ Crecimiento de raíz y hojas se detiene a temperaturas menores a 21°C ¹	Fundamental en inducción para desarrollo de flor la necesidad de agua ¹ , inadecuado desarrollo de flor y por ende de fruto	Fundamental en inducción para desarrollo de flor la necesidad de agua ¹ , inadecuado desarrollo de flor y por ende de fruto	Fundamental en llenado de fruto la necesidad de agua ¹ (Exceso de agua provoca fruto con menos porcentaje de azúcares) Luminosidad optima 1500 horas por año. Por debajo se forma un fruto a la madurez opaco no apto para exportación, elevada intensidad provoca quemadura por sol. ¹	Luminosidad optima permiten buena calidad de fruta para exportación ¹
Problemas Fitosanitarios en relación al clima		<i>Phytophthora</i> parasítica favorecida por altas precipitaciones con altas temperaturas ^{1;2} <i>Fusarium</i> sp. favorecida por alta precipitación, humedad relativa y temperaturas que oscilan entre los 23 y 28°C ^{1;2} <i>E. carotovora</i> favorecida por alta humedad relativa y altas temperaturas ^{1;2}	<i>Fusarium</i> sp. favorecida por alta precipitación, humedad relativa y temperaturas que oscilan entre los 23 y 28°C ^{1;2}	<i>P. cinnamomi</i> favorecida por alta humedad y baja luminosidad, afecta tanto en época lluviosa como seca ^{1;2} <i>Fusarium</i> sp. favorecida por alta precipitación, humedad relativa y temperaturas que oscilan entre los 23 y 28°C ^{1;2} <i>E. chrysanthemi</i> favorecida por alta humedad relativa y altas temperaturas ^{1;2}	

(1) Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). 2007. Cadena agroalimentaria del cultivo de piña en distrito de Chires de Puriscal. Chires, Puriscal.
(2) Cubero D., Sandí V. 2014. Técnicas agroambientales para el manejo del cultivo de piña. Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria. San José, Costa Rica.

3. Identificación de los factores de exposición a los eventos climáticos y no climáticos extremos que afectan la productividad en las regiones piñeras de Costa Rica

Para realizar el análisis de exposición se identificó y valoró el grado de impacto de los factores de exposición de los eventos climáticos y no climáticos extremos que repercute en el sistema productivo de la piña, así como en cada etapa fenológica del cultivo, esto para cada una de las tres principales regiones productivas del país. Esta identificación obedece a las consultas personalizadas realizadas a los expertos regionales y nacionales del MAG. Asimismo, los resultados obtenidos fueron complementados y comparados con información existente, como, por ejemplo, la encontrada en la plataforma DESINVENTAR y documentos del Instituto Meteorológico Nacional (IMN) y SFE-MAG.

A continuación, se presenta los resultados obtenidos para las tres regiones productivas de piña, con su grado de afectación y resaltando los principales eventos climáticos que las impactan.

- Región productiva Brunca

Los resultados del análisis muestran los eventos climáticos y no climáticos que tienen mayor impacto en el sistema productivo y durante el desarrollo de cada fase fenológica del cultivo de la piña para la Región piñera Brunca, que comprende los distritos de Pilas, Boruca, Colinas, Changuena, Biolley, Potrero Grande, Buenos Aires, Volcán, Brunca, Puerto Cortes, Palmar, Piedras Blancas, Sierpe, Bahía Ballena de la provincia de Puntarenas y los distritos de Rivas, San Isidro del General, General, San Pedro, Cajón, Daniel Flores, Platanares y Pejibaye de la provincia de San José. La valoración global de los factores de exposición a los eventos climáticos y no climáticos, de acuerdo con el análisis de expertos, es de 81,5 valorada de muy alta afectación a la exposición. La información se presenta en la figura 3.

El grado de afectación de los factores de exposición a los eventos climáticos y no climáticos en el sistema productivo de la Región piñera Brunca, se resumen a continuación:

Muy alta afectación:

- Lluvias irregulares/variabilidad de las lluvias en el año
- Sequías
- Variabilidad de la temperatura (tendencia creciente)
- Heladas y olas de frío
- Fenómeno de El Niño
- Fenómeno de La Niña
- Erosión de suelos

Alta afectación:

- Lluvias extremas en intensidad y tiempo
- Tormentas tropicales, huracanes, ciclones
- Temperaturas extremas
- Alta humedad
- Niebla extrema

En relación con el grado de muy alta a alta afectación agroclimática en cada etapa fenológica del cultivo de la piña, se resaltan:

- **Crecimiento vegetativo:** esta etapa tiene muy alta afectación por plagas como *Dysmicoccus brevipes*, *joboto*, *Pratylenchus* y *Metamasius dimidiatipennis*, por enfermedades como *Phytophthora parasítica*, *Phytophthora cinnamomi* y *Fusarium sp.*, por manejo de la plantación y mano de obra, y un grado de alta afectación por temperatura, lluvia, déficit hídrico, *Theuviopsis paradoxa* y por textura del suelo.
- **Inducción floral:** muy alta afectación por *Dysmicoccus brevipes*, *Thecla basalides*, *joboto* y *Pratylenchus*, por *Phytophthora parasítica* y *Phytophthora cinnamomi*, por manejo de la plantación y mano de obra, y un grado de alta afectación por altitud (msnm) y *Fusarium sp.* y *Theuviopsis paradoxa*.
- **Floración:** muy alta afectación por *Dysmicoccus brevipes*, *Thecla basalides* y *Elaphria nucicolora*, por *Phytophthora parasítica*, *Phytophthora cinnamomi*, *Phytophthora cinnamomi* y *Fusarium* y por manejo de la plantación, y un grado de alta afectación por *Pratylenchus*, *Theuviopsis paradoxa* y mano de obra.
- **Desarrollo del fruto:** muy alta afectación por *Dysmicoccus brevipes*, *Elaphria nucicolora*, *Metamasius dimidiatipennis*, *Phytophthora parasítica*, *Phytophthora cinnamomi*, *Fusarium sp.*, por manejo de la plantación y mano de obra, y un grado de alta afectación por lluvia, *Thecla basalides*, *Pratylenchus*, *Theuviopsis paradoxa*, tipo de suelos, textura y mano de obra.
- **Maduración:** muy alta afectación por lluvia, *Dysmicoccus brevipes*, *Fusarium sp.*, y manejo de la plantación, y un grado de alta afectación por humedad relativa, luminosidad, *Thecla basalides*, *Pratylenchus*, *Phytophthora parasítica*, *Phytophthora cinnamomi* y *Theuviopsis paradoxa*.

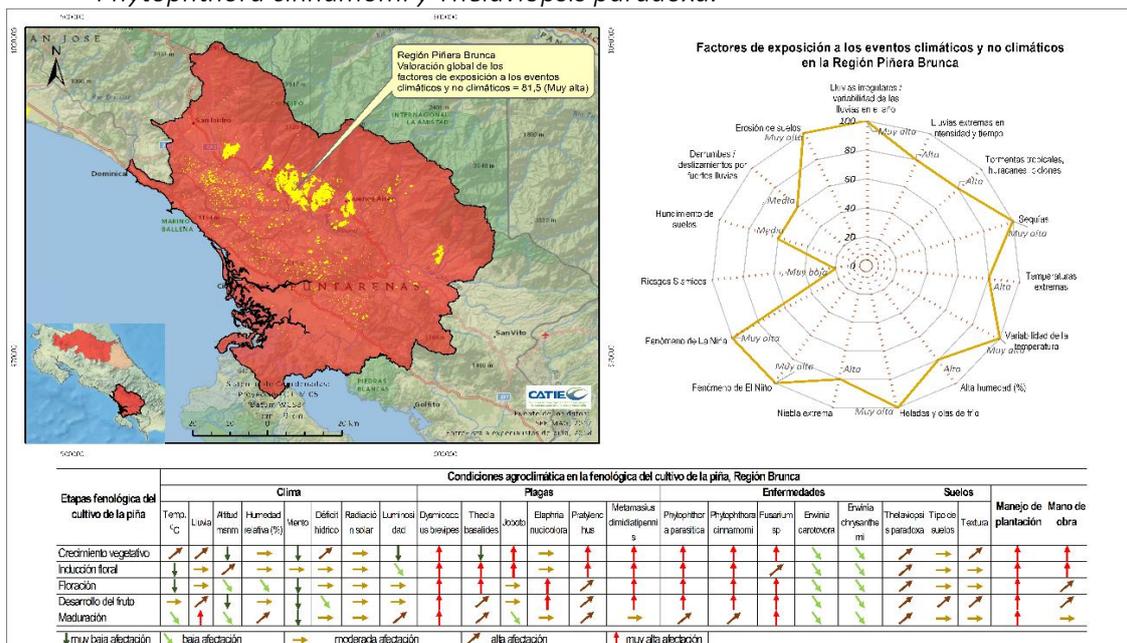


Figura 3. Mapa de exposición a los eventos climáticos y no climáticos de la Región productora Brunca para el cultivo de la piña

- Región productiva Huetar Caribe

Los resultados del análisis muestran los eventos climáticos y no climáticos que tienen mayor impacto en el sistema productivo y durante el desarrollo de cada fase fenológica del cultivo de la piña para la Región piñera Huetar Caribe, que comprende los distritos de Rita, Cariari, Roxana, Duacará, Guápiles, Río Jiménez, Guácimo, Jiménez, Cairo, Pocora, Mercedes, Florida, Alegría, Germanía, Siquirres, Puerto Viejo, Batán, Colorado, Pacuarito y La Colonia de la provincia de Limón. La valoración global de los factores de exposición a los eventos climáticos y no climáticos, de acuerdo con el análisis de expertos, es de 64,6 valorada de alta afectación a la exposición. La información se presenta en la figura 4.

El grado de afectación de los factores de exposición a los eventos climáticos y no climáticos en el sistema productivo de la piña de la Región Huetar Caribe, se resumen a continuación:

Muy alta afectación:

- Inundaciones / anegamiento del cultivo por fuertes lluvias
- Temperaturas extremas
- Heladas y olas de frío
- Erosión de suelos

Alta afectación:

- Lluvias extremas en intensidad y tiempo
- Fenómeno de La Niña

En relación con el grado de muy alta a alta afectación agroclimática en la etapa fenológica del cultivo de la piña, se resaltan:

- **Crecimiento vegetativo;** esta etapa tiene muy alta afectación por la enfermedad *Fusarium sp.*, y manejo de la plantación, y un grado de alta afectación por lluvia, déficit hídrico, *Phytophthora parasítica*, textura del suelo y mano de obra.
- **Inducción floral;** muy alta afectación por temperaturas, *Fusarium sp.*, y manejo de la plantación, y un grado de alta afectación por *Phytophthora parasítica*.
- **Floración;** muy alta afectación por radiación solar, *Dysmicoccus brevipes*, *Thecla basalides* y manejo de la plantación, y un grado de alta afectación por *Phytophthora cinnamomi*.
- **Desarrollo del fruto;** muy alta afectación por déficit hídrico, radiación solar y manejo de la plantación, y un grado de alta afectación por *Thecla basalides* y *Phytophthora cinnamomi*.
- **Maduración;** muy alta afectación por radiación solar y manejo de la plantación, y un grado de alta afectación por *Dysmicoccus brevipes* y por mano de obra.

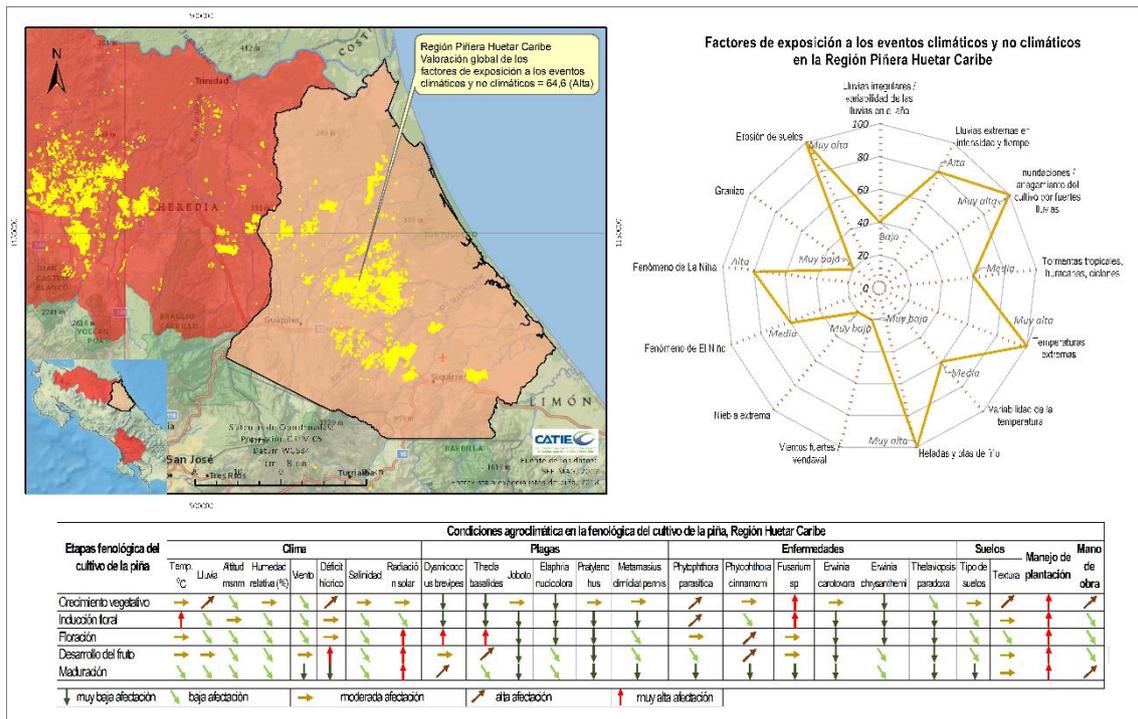


Figura 4. Mapa de exposición de los eventos climáticos y no climáticos en la Región productora Huetar Caribe para el cultivo de la piña

- Región productiva Huetar Norte

Los resultados del análisis muestran los eventos climáticos y no climáticos que tienen mayor impacto en el sistema productivo y durante el desarrollo de cada fase fenológica del cultivo de la piña para la Región piñera Huetar Norte, que comprende los distritos de Aguas Claras, Yolillal, Upala, El Amparo, Bijagua, San Jorge, San Rafael, Cote, Monterrey, Aguas Zarcas, Fortuna, Palmera, Florencia, Quesada, Venecia, Río Cuarto, Caño Negro, Los Chiles, Cutris, Pital, Pocosol, Katira, Yucatán, Pangola, Buenas Vista y Canaleta de la provincia de Alajuela, los distritos de Cureña, La Virgen, Horquetas y Llanuras del Gaspar de la provincia de Heredia y los distritos de Mogote, Tierras Morenas, Santa Rosa, Fortuna, Río Naranjo y Palmira de la provincia de Guanacaste. La valoración global de los factores de exposición a los eventos climáticos y no climáticos, de acuerdo con el análisis de expertos, es de 88 valorada de muy alta afectación a la exposición. La información se presenta en la figura 5.

En relación con el grado de muy alta a alta afectación de los factores de exposición a los eventos climáticos y no climáticos en el sistema productivo de la piña de la Región Huetar Caribe, se resumen a continuación:

Muy alta afectación:

- Lluvias extremas en intensidad y tiempo
- Inundaciones / anegamiento del cultivo por fuertes lluvias
- Temperaturas extremas
- Alta humedad (%)
- Erosión de suelos

Alta afectación:

- Tormentas tropicales, huracanes, ciclones
- Sequías
- Variabilidad de la temperatura
- Fenómeno de El Niño
- Fenómeno de La Niña
- Erosión de suelos

En relación con el grado de muy alta a alta afectación agroclimática en la etapa fenológica del cultivo de la piña, se resaltan:

- **Crecimiento vegetativo:** esta etapa tiene muy alta afectación por las lluvias, humedad relativa, déficit hídrico, por plagas como el joboto y *Phytophthora parasítica*, por enfermedades como *Erwinia carotovora* y *Erwinia chrysanthemi*, por manejo de la plantación y mano de obra, y un grado de alta afectación por temperaturas, *Dysmicoccus brevipes*, *Pratylenchus* y *Fusarium sp.*
- **Inducción floral:** muy alta afectación por temperaturas, altitud, humedad relativa, por manejo de la plantación y mano de obra, y un grado de alta afectación por déficit hídrico, *Dysmicoccus brevipes*, *joboto*, *Pratylenchus*, *Phytophthora cinnamomi*.
- **Floración:** muy alta afectación por humedad relativa, radiación solar, *Dysmicoccus brevipes*, *Thecla basalides*, por manejo de la plantación y mano de obra, y un grado de alta afectación por déficit hídrico, *Elaphria nucicolora*, *Pratylenchus*, *Metamasius dimidiatipennis*, *Phytophthora cinnamomi* y *Thelaviopsis paradoxa*.
- **Desarrollo del fruto:** muy alta afectación por humedad relativa, radiación solar, *Dysmicoccus brevipes*, *Thecla basalides*, por manejo de la plantación y mano de obra, y un grado de alta afectación por lluvias, *Elaphria nucicolora*, *Pratylenchus*, *Metamasius dimidiatipennis*, *Phytophthora cinnamomi* y *Thelaviopsis paradoxa*.
- **Maduración:** muy alta afectación por lluvias, humedad relativa, radiación solar, *Dysmicoccus brevipes*, *Thecla basalides*, *Metamasius dimidiatipennis*, por manejo de la plantación y mano de obra, y un grado de alta afectación por temperaturas, déficit hídrico, *Elaphria nucicolora*, *Pratylenchus*, *Phytophthora cinnamomi* y *Thelaviopsis paradoxa*.

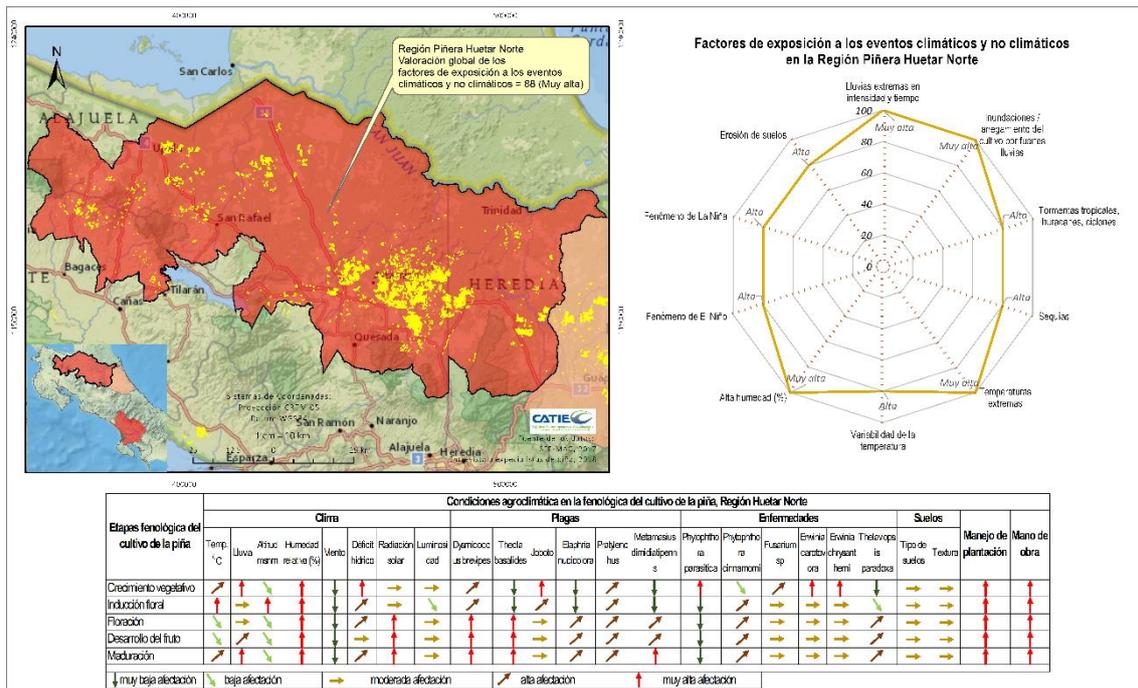


Figura 5. Mapa de exposición de los eventos climáticos y no climáticos en la Región productora Huetar Norte para el cultivo de la piña

4. Información complementaria a los eventos climáticos y no climáticos extremos que afectan la producción en las regiones piñeras del país

Como complemento a los resultados presentados producto del análisis de la información existente y consultas a los expertos nacionales y regionales sobre la recurrencia e impacto de eventos climáticos en las regiones productivas del cultivo de la piña, se presenta a continuación una descripción de la información contenida en la base de datos del Sistema de Inventario de Efectos de Desastres (DesInventar), actualizada a agosto del año 2017.

4.1 Base de datos DesInventar 5

La base de dato disponible en el Sistema DesInventar, para Costa Rica corresponde al periodo de 1968 al 2017, y contiene el inventario histórico sobre la ocurrencia de los desastres cotidianos de pequeños, medianos y grandes impactos, con base a datos preexistentes, fuentes hemerográficas y reportes de las instituciones de nueve países de América Latina. A continuación, se grafican los tipos de eventos de desastres de los pequeños, medianos y grandes impactos (base de datos DesInventar) para las variables; afectación agropecuaria, y afectación a cultivos y bosque por hectáreas, esto a nivel de cantones y distritos con mayor cobertura de piñas o región piñera definida. *Aclaración:* en la base de datos DesInventar, no existe la variable con afectación específica para el cultivo de la piña.

⁵ DesInventar es una herramienta conceptual y metodológica para la construcción de bases de datos de pérdidas, daños o efectos ocasionados por emergencias o desastres. <http://www.desinventar.org/es/database>

- **Región productiva Brunca**

Los gráficos muestran el valor porcentual por los tipos de eventos que han afectado al sector agropecuario y a los cultivos y bosques por hectáreas en los distritos que comprende la región piñera Brunca. Distritos de San Isidro del General, San Pedro, General, Cajón, Daniel Flores, Platanares y Pejibaye de la provincia de San José. Distritos de Pilas, Boruca, Colinas, Potrero Grande, Buenos Aires, Volcán, Brunca, Puerto Cortes, Piedras Blancas, Bahía Ballena y Palmar de la provincia de Puntarenas.

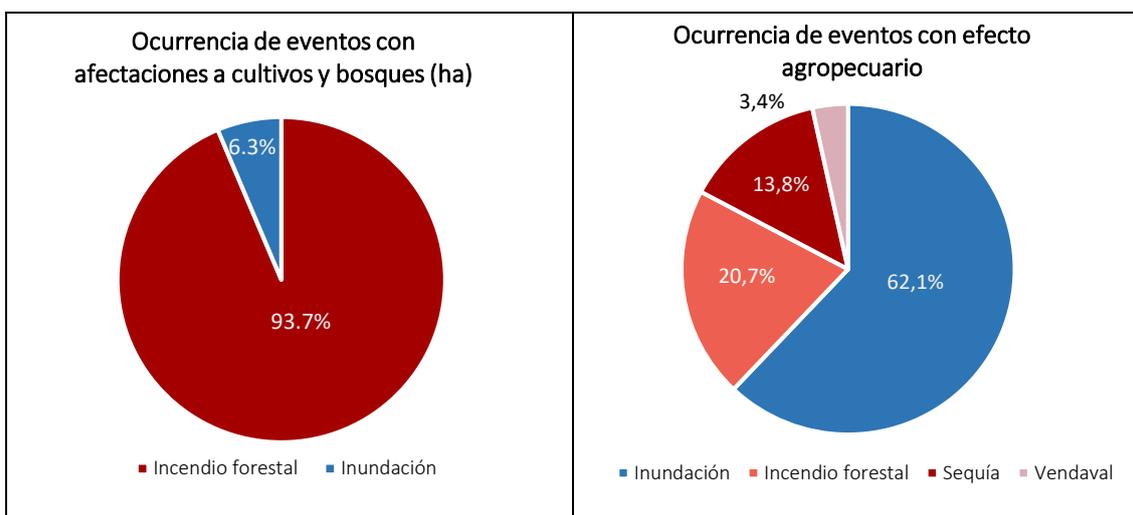


Gráfico 1. Valor porcentual por tipos de eventos que han afectado al sector agropecuario y a los cultivos y bosques por hectáreas en los distritos de mayor cobertura piñera de la región Brunca

- **Región productiva Huetar Caribe**

Los gráficos muestran el valor porcentual por los tipos de eventos que han afectado al sector agropecuario, y a los cultivos y bosques por hectáreas en los distritos que comprende la región piñera Huetar Caribe. Distritos de Duacaré, Río Jiménez de Guácimo, Pocora, Guácimo, Mercedes, La Rita, Cariari, Roxana, Jiménez de Pococí, Cairo, Florida, Alegría, Germania y Pacuarito de la provincia de Limón.

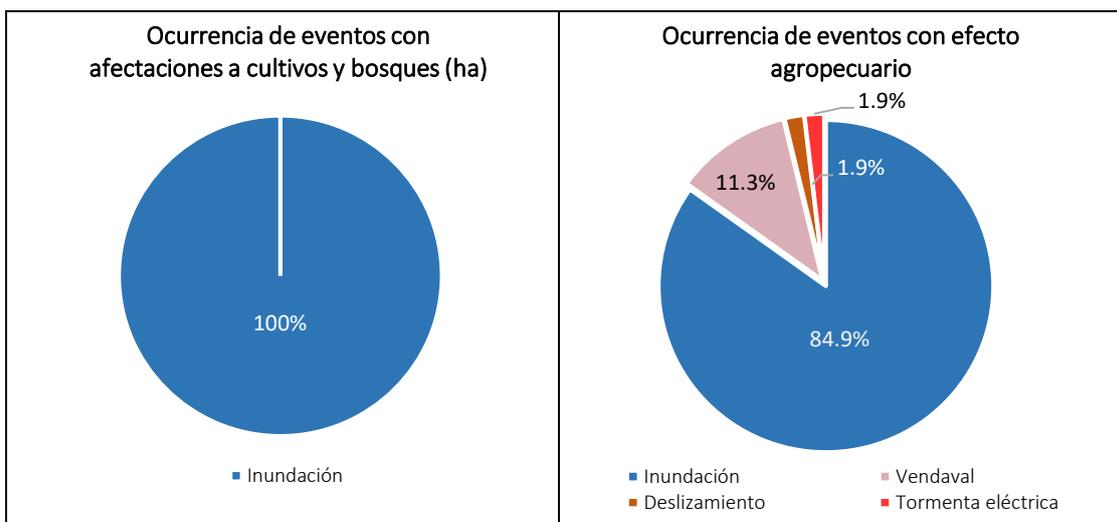


Gráfico 2. Valor porcentual por tipos de eventos que han afectado al sector agropecuario y a los cultivos y bosques por hectáreas en los distritos de mayor cobertura piñera de la región Huetar Caribe

- **Región productiva Huetar Norte**

Los gráficos muestran el valor porcentual por los tipos de eventos que han afectado al sector agropecuario, y a los cultivos y bosques por hectáreas en los distritos que comprende la región piñera Huetar Norte. Distritos de Río Cuarto, San Rafael, Cote, Katira, Buena Vista, El Amparo, San Jorge, Caño Negro, Los Chiles, Monterrey, Aguas Zarcas, Fortuna, Palmera, Florencia, Quesada, Venecia, Cutris, Pital, Pocosol, Aguas Claras, Yolillal, Upala, Bijagua y Canaleta de la provincia de Alajuela. Distritos de Mogote, Tierras Morenas, Santa Rosa, Fortuna, Río Naranjo y Palmira de la provincia de Guanacaste. Distritos de Horquetas, La Virgen, Puerto Viejo, Llanura del Gas, Sarapiquí y Cureña de la provincia de Heredia.

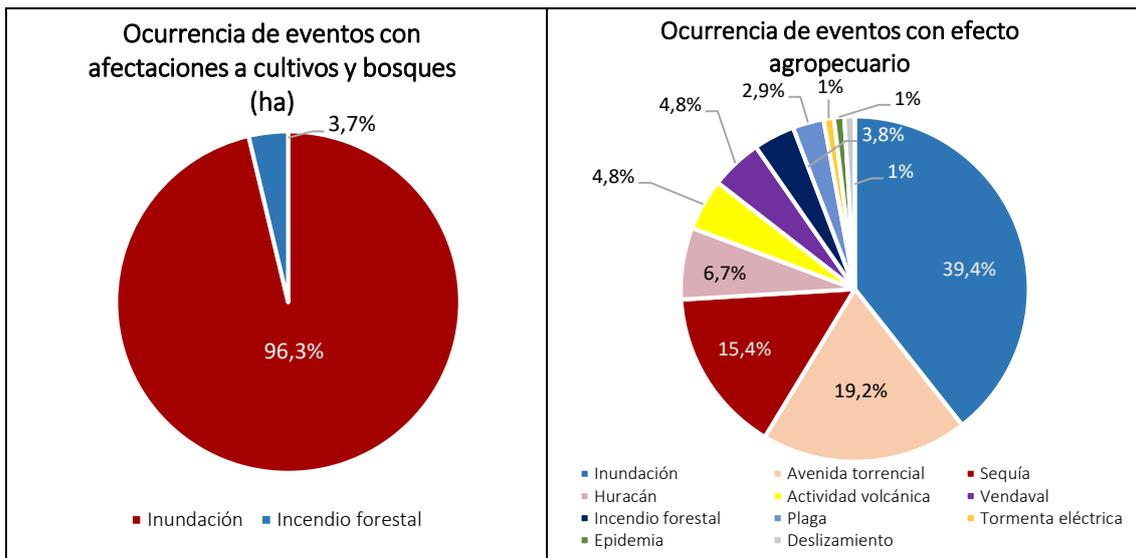


Gráfico 3. Valor porcentual por tipos de eventos que han afectado al sector agropecuario y a los cultivos y bosques por hectáreas en los distritos de mayor cobertura piñera de la región Huetar Norte

IDENTIFICACIÓN DE PRÁCTICAS QUE PERMITEN PREVENIR Y/O REDUCIR EL IMPACTO DE LOS EVENTOS CLIMÁTICOS EN ES SISTEMA PRODUCTIVO DE LA PIÑA

Para la identificación de prácticas que permiten reducir o prevenir el impacto de los eventos climáticos en el cultivo de la piña, se realizaron consultas a expertos en las principales regiones productivas con el fin de validar las amenazas climáticas identificadas en el análisis de exposición, determinar el impacto de los eventos climáticos en cada fase del cultivo, y finalmente identificar las prácticas que se realizan para reducir este impacto en cada fase.

1. Prácticas identificadas para la reducción de impacto de eventos climáticos por fase de cultivo de acuerdo con la consulta a expertos

Para un entendimiento de los términos de eventos climáticos y prácticas mencionadas, se elaboró un glosario que enmarca los conceptos utilizados durante las consultas y profundiza en las prácticas identificadas a través del estudio (ver Anexo 1).

- Región productiva Brunca

1) FASE DE CRECIMIENTO VEGETATIVO:

Impacto por altas temperaturas

Las altas temperaturas disminuyen la disponibilidad de agua en el suelo necesaria para la planta, provocando estrés hídrico, pérdida de vigor y atrasos fisiológicos en el desarrollo de la planta; ya que disminuye el transporte de nutrientes y fotoasimilados necesarios para el crecimiento vegetativo. Además, puede ocasionar el aumento de enfermedades en correlación con altos porcentajes de humedad relativa.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de alta temperaturas:

1. Riego.
2. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos.

Impacto por lluvias fuertes

Las lluvias fuertes favorecen la diseminación de enfermedades por medio del salpique de gotas en el suelo, escorrentía y suelo adherido a la maquinaria; así como el aumento de plagas y malezas que compiten con el cultivo por agua, luz y nutrientes. El exceso de agua en el suelo provoca saturación, estrés hídrico y anoxia; lo que dificulta el desarrollo radical y el crecimiento vegetativo necesario para efectuar la inducción floral.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de las lluvias fuertes:

1. Drenajes.
2. Aplicación de insecticidas.
3. Siembras a contorno.
4. Control biológico.

5. Cobertura plástica al suelo.

Impacto por erosión y deslizamientos de tierra

Las pérdidas de suelo por erosión y deslizamientos de tierra en fase de establecimiento del cultivo y crecimiento vegetativo ocasionan la pérdida de la capa fértil del suelo, pérdida de plantas y en mayor escala la pérdida de áreas efectivas.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de la erosión y deslizamientos de tierra:

1. Siembras a contorno.
2. Drenajes.
3. Ceniceros.
4. Cobertura plástica al suelo.

Impacto por lluvias prolongadas

La caída de lluvias prolongadas en el cultivo ocasiona atrasos en prácticas y pérdida de fertilizante por lixiviación. Excesos de agua en la capa freática del suelo, disminuye la cantidad de oxígeno en el suelo que afecta el desarrollo radicular y un atraso fisiológico de planta; ya que se disminuye el crecimiento radical y se detiene las actividades metabólicas necesarias para su desarrollo. La planta al someterse a estrés se debilita y queda susceptible a la entrada de enfermedades y al ataque de plagas.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de impacto de lluvias prolongadas:

1. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos.
2. Drenajes.
3. Cobertura plástica al suelo.
4. Control biológico.
5. Aplicación de insecticidas.

Impacto por sequías prolongadas

La sequía prolongada disminuye la disponibilidad de recurso hídrico en la planta generando estrés por déficit de agua, atrasos fisiológicos y pérdida de plantas, ya que la disponibilidad y absorción de nutrientes necesarios para su desarrollo se reducen en su totalidad.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de sequías prolongadas:

1. Riego.
2. Aplicación foliar.
3. Fertilización adecuada.

Impacto por bajas temperaturas

La diferencia en tamaño y peso de las plantas, causa que haya una desuniformidad en la plantación, lo que aunado a bajas temperaturas puede provocar un aumento de

floraciones naturales en el cultivo de piña; lo que ocasiona que las yemas vegetativas de la planta cambien a reproductivas, generando pérdidas para el sector.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de bajas temperaturas:

1. Aplicación de inductores.
2. Poda de hojas.
3. Monitoreos.

2) FASE DE INDUCCIÓN FLORAL:

Impacto por altas temperaturas

En esta fase, las altas temperaturas pueden ocasionar problemas fisiológicos en el desarrollo de los frutículos (ojos de la piña) de la fruta llamada corchosis; el cual provoca deformación y pérdida de estética del fruto.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de alta temperaturas:

1. Riego.
2. Fertilización adecuada.

Impacto por lluvias fuertes

Las lluvias fuertes pueden ocasionar atrasos en prácticas del cultivo, principalmente en el momento de aplicaciones para la inducción floral; ya que disminuye el porcentaje de plantas inducidas por lavado de producto. Además, puede generar un aumento en la diseminación de enfermedades por medio del salpique de gotas en el suelo, escorrentía y suelo adherido a la maquinaria utilizada para las diversas labores.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de las lluvias fuertes:

1. Uso de datos climáticos.
2. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos.
3. Drenajes.
4. Aplicación de inductores.
5. Monitoreo de inducción.

Impacto por lluvias prolongadas

Las lluvias prolongadas ocasionan atrasos en las prácticas relacionadas con el cultivo principalmente el uso y paso de maquinaria, ya que se genera excesos y sobresaturación de agua en el suelo. La duración de varios días seguidos de lluvia provoca aumentos de enfermedades por la diseminación por salpique de gotas en el suelo, escorrentía y suelo adherido a la maquinaria utilizada para las diversas labores. Además, disminuye el porcentaje de plantas inducidas por lote, por el lavado y pérdida de producto; provocando desuniformidad en el desarrollo de las frutas.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de impacto de lluvias prolongadas:

1. Uso de datos climáticos.

2. Aplicación de inductores.
3. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos.
4. Control biológico.
5. Cobertura plástica al suelo.

Impacto por sequías prolongadas

La baja disponibilidad de agua que provoca las sequías prolongadas afecta directamente el desarrollo fisiológico de la planta y en casos más extremos la pérdida o muerte de plantas por el cierre estomático y la disminución del proceso de transpiración y paso de nutrientes a las hojas. Además, puede provocar problemas fisiológicos en el desarrollo de los frutículos (ojos de la piña) de la fruta llamada corchosis; el cual provoca deformación, pérdida de estética, pérdida de grados brix y disminución en el rendimiento.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de sequías prolongadas:

1. Riego.
2. Fertilización adecuada.

3) FASE DE FLORACIÓN

Impacto por alta temperaturas

Las altas temperaturas provocan problemas fisiológicos en el desarrollo de los frutículos (ojos de la piña) de la fruta llamada corchosis; el cual provoca deformación y pérdida de estética del fruto.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de alta temperaturas:

1. Protector solar.
2. Fertilización adecuada.
3. Aplicación foliar.

Impacto por lluvias fuertes

Las lluvias fuertes pueden provocar excesos de humedad que imposibilitan el paso de maquinaria y atrasan labores del cultivo, principalmente para las aplicaciones foliares, fungicidas e insecticidas.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de las lluvias fuertes:

1. Uso de datos climáticos.
2. Drenajes.

Impacto por lluvias prolongadas

Las lluvias prolongadas pueden provocar excesos de humedad que imposibilitan el paso de maquinaria y atrasan labores del cultivo, principalmente para las aplicaciones foliares, fungicidas e insecticidas. Varios días sin aplicación, en combinación con alta humedad provoca un aumento en la incidencia de enfermedades por escorrentía y el salpique de gotas en la planta.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de las lluvias fuertes:

1. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos.
2. Uso de datos climáticos.
3. Control biológico.
4. Drenaje.
5. Cobertura plástica al suelo.

Impacto por sequías prolongadas

Las sequías prolongadas disminuye la disponibilidad del recurso hídrico para la absorción, traslado y transformación de nutrientes; lo que provoca atrasos fisiológicos en el desarrollo de la planta, baja del rendimiento y mal desarrollo de la fruta. Además puede provocar problemas fisiológicos en el desarrollo de los frutículos (ojos de la piña) de la fruta llamada corchosis; el cual provoca deformación, pérdida de estética, pérdida de grados brix y disminución en el rendimiento.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de sequías prolongadas:

1. Riego.
2. Fertilización adecuada.
3. Aumento en la cantidad de agua de aplicación.
4. Protector solar.
5. Aplicación foliar.

4) FASE DE DESARROLLO DEL FRUTO

Impacto por alta temperaturas

Las altas temperaturas provocan el cierre estomático de la planta impidiendo la transpiración; esto correlacionado a bajos porcentajes de agua disponible para la planta afecta la absorción de nutrientes, la translocación y el desarrollo fisiológico de la piña; lo que se refleja en un bajo desarrollo de la fruta, ya que impide el llenado de los frutículos de la piña. Además, puede ocasionar problemas fisiológicos en el desarrollo de los frutículos (ojos de la piña) de la fruta llamada corchosis; el cual provoca deformación y pérdida de estética del fruto.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de alta temperaturas:

1. Riego.
2. Protector solar.
3. Aplicación foliar.
4. Fertilización adecuada.

Impacto por lluvias fuertes

La fuerte intensidad de lluvias provoca lesiones en la fruta de la piña llamada *golpe de agua*, que se refiere a la sobresaturación de agua o excesos de humedad que afectan el tejido de la fruta, acelerando la maduración y su vida en anaquel. Además, las condiciones son ideales para la diseminación de enfermedades principalmente *Phytophthora* y *Erwinia*; por medio de escorrentía y el salpique de gotas en la planta.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de las lluvias fuertes:

1. Fertilización adecuada.
2. Drenajes.
3. Control biológico.

Impacto por lluvias prolongadas

Las lluvias prolongadas ocasionan atrasos en prácticas de cultivo, ya que no se puede utilizar la maquinaria para aplicaciones o cosechas. El aumento de agua provoca lesiones en la fruta de la piña por la sobresaturación de agua y los excesos de humedad en la planta; ya que el tejido de la fruta absorbe grandes cantidades de agua, acelera la maduración y pierde calidad para exportación.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de las lluvias prolongadas:

1. Drenajes.
2. Fertilización adecuada.
3. Control biológico.

Impacto por sequías prolongadas

Las sequías prolongadas generan un faltante de recurso hídrico disponible para la absorción, traslado y transformación de nutrientes, lo que provoca atrasos fisiológicos en el desarrollo de la planta, bajo rendimiento e inadecuado desarrollo de la fruta. Además, puede ocasionar lesiones o quemaduras en los tejidos exteriores o cáscara de la fruta, perdiendo calidad para su exportación.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de sequías prolongadas:

1. Riego.
2. Fertilización adecuada.
3. Protector solar.
4. Aplicación foliar.

5) FASE DE MADURACIÓN

Impacto por altas temperaturas

Las altas temperaturas en fase de maduración pueden ocasionar daños o quemaduras en la cáscara de la fruta; afectando la calidad, estética del fruto y el rechazo del mercado nacional e internacional.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de altas temperaturas:

1. Protector solar.
2. Fertilización adecuada.
3. Aplicación foliar.

Impacto por lluvias fuertes

Las lluvias fuertes pueden ocasionar daños en los caminos de la finca y atrasar las prácticas del cultivo, principalmente de la cosecha. El exceso de humedad provoca

lesiones en la fruta de la piña; ya que el tejido de la fruta absorbe grandes cantidades de agua y comienza a perder coloración de la pulpa y pierde calidad para exportación.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de las lluvias fuertes:

1. Fertilización adecuada.
2. Uso de datos climáticos.

Impacto por lluvias prolongadas

Las lluvias prolongadas ocasionan atrasos en las prácticas de cultivo y daños en los caminos para la entrada de maquinaria y camiones de transporte. El aumento de agua provoca lesiones en el tejido de la fruta, ya que absorbe grandes cantidades de agua y provoca disminución de los grados brix.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de las lluvias prolongadas:

1. Drenajes.
3. Fertilización adecuada.

Impacto por sequías prolongadas

Las sequías prolongadas puede ocasionar quema de la cáscara de la fruta por pérdida de agua y el impacto directo de los rayos solares; además, generan un faltante de recurso hídrico disponible para la absorción, traslado y transformación de nutrientes; lo que provoca atrasos fisiológicos en el desarrollo de la planta, bajo rendimiento y mal desarrollo de la fruta.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de sequías prolongadas:

1. Riego.
2. Fertilización adecuada.
3. Aplicación foliar.
4. Protector solar.

BARRERAS IDENTIFICADAS POR EXPERTOS DE LA REGIÓN BRUNCA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE ADAPTACIÓN

A continuación, se presenta la información obtenida a través de las consultas realizadas a los expertos de la región Brunca, sobre las barreras existentes para la implementación de buenas prácticas para reducir el impacto de eventos climáticos en los sistemas productivos de piña. En el cuadro 9, se resumen las barreras de tipo económica, institucional o sociocultural, identificadas para cada una de las prácticas.

Cuadro 8. Barreras identificadas por expertos de la región Brunca para la implementación de prácticas de adaptación.

Práctica	Barrera	Motivo
Análisis foliar	Cultural	El productor cree que conoce todo
	Institucional	No hay información a los productores
Aplicación de fitohormonas	Económica	Aumenta el costo del cultivo
Aplicación de fungicidas preventivos y curativos	Económica	Alto costo
Aplicación de inductores	Económica	Es caro implementar la práctica
Aplicación de insecticidas	Cultural	No sé a acostumbra
Aplicación foliar	Cultural	Los productores nada más realizan lo que dice el paquete tecnológico
Aplicaciones Nocturnas	Cultural	Desconocimiento técnico de la práctica
Aumento en la cantidad de agua de aplicación	Económica	Alto costo
Canales perimetrales	Cultural	Desconocimiento
Ceniceros	Económica	Alto costo
	Cultural	No se acostumbra a realizarlos
Control biológico	Cultural	No se quiere realizar, aunque se debe de hacer
Cobertura plástica	Económica	Alto costo
Diques en drenajes	Económica	Alto costo
Drenajes	Cultural	No se hacen para aprovechar más terreno
Fertilización adecuada	Institucional	No hay información a los productores
Monitoreo	Cultural	Los productores nada más realizan lo que dice el paquete tecnológico
Monitoreo de inducción	Cultural	Desconocimiento técnico de la práctica
Poda de hojas	Cultural	El productor cree que conoce todo
Preparación de suelos	Económica	No se tiene el equipo y aumenta el costo
Protector solar	Económica	Aumenta los costos
Riego	Económica	Alto costo
Siembras a contorno	Cultural	No se creen necesarios
Uso de datos climáticos	Económica	Alto costo

- **Región productiva Huetar Caribe**

1) FASE DE CRECIMIENTO VEGETATIVO:

Impacto por altas temperaturas

Las altas temperaturas pueden disminuir la cantidad de agua en el suelo y bajar la disponibilidad de agua para la planta, lo que genera estrés y atrasos fisiológicos en el desarrollo de la planta por el cierre estomático y la disminución del transporte de nutrientes y fotoasimilados necesarios para el crecimiento vegetativo.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de alta temperaturas:

1. Aumento en la cantidad de agua de aplicación.
2. Riego.
3. Fertilización adecuada.
4. Aplicación foliar.
5. Protector solar.
6. Aplicaciones nocturnas.

Impacto por lluvias fuertes

La fuerte intensidad de las lluvias en esta fase pueden provocar pérdidas de suelo por erosión y dejar el sistema radical de la planta expuesta; lo que provoca mermas de plantas y diseminación de enfermedades por la entrada de lesiones en las raíces, salpique de gotas en el suelo, escorrentía y suelo adherido a la maquinaria; así como aumento de plagas, como la cochinilla. La sobresaturación de agua en el suelo provoca baja disponibilidad de oxígeno en el suelo (anoxia) que dificulta el desarrollo radical y el crecimiento vegetativo necesario para la planta.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de las lluvias fuertes:

1. Drenajes.
2. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos.
3. Siembra de plantas de piña en drenajes.
4. Control biológico.
5. Preparación de suelos.
6. Ceniceros.
7. Aplicación de insecticidas.
8. Trampas.
9. Uso de datos climáticos.
10. Fertilización adecuada.

Impacto por erosión y deslizamientos de tierra

El cultivo de piña se puede ver afectado en los primeros meses de siembra por la pérdida de suelo por erosión y deslizamientos de tierra; en esta fase, el cultivo presenta mayor susceptibilidad a la pérdida de áreas efectivas y de la capa fértil del suelo. La erosión de suelo genera el descubrimiento de raíces, que afectan la absorción de nutrientes, la entrada de enfermedades y plagas; que a su vez provocan pérdidas considerables de plantas en el área de siembra.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de la erosión y deslizamientos de tierra:

1. Siembras a contorno.
2. Drenajes.
3. Ceniceros.
4. Diques en drenajes.
5. Siembra de plantas de piña en drenajes.
6. Cobertura vegetal.
7. Preparación de suelos.

Impacto por lluvias prolongadas

Las lluvias prolongadas en esta fase pueden provocar sobresaturación de agua en el suelo causando baja disponibilidad de oxígeno en el suelo (anoxia), lo que dificulta el desarrollo radical y el crecimiento vegetativo necesario para la planta, ya que se detienen actividades metabólicas necesarias para su desarrollo. Además, pueden ocasionar pérdidas de suelo por erosión y dejar el sistema radical de la planta expuesta; lo que provoca pérdida de plantas y diseminación de plagas y enfermedades por la entrada de lesiones en las raíces, salpique de gotas en el suelo, escorrentía y suelo adherido a la maquinaria.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de impacto de lluvias prolongadas:

1. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos.
2. Drenajes.
3. Preparación de suelos.
4. Control biológico.
5. Trampas.
6. Aplicación de insecticidas.
7. Uso de datos climáticos.
8. Monitoreos.

Impacto por sequías prolongadas

La sequía prolongada puede disminuir la disponibilidad del recurso hídrico necesario para la planta, lo que genera estrés hídrico dentro de la planta por la baja cantidad de agua en el suelo, provocando disminución en la absorción de nutrientes, atrasos fisiológicos en el desarrollo de la planta y bajos rendimientos al final del ciclo, ya que existe una correlación muy estrecha entre el desarrollo vegetativo y la calidad y tamaño de la fruta.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de sequías prolongadas:

1. Riego.
2. Aplicación foliar.
3. Aumento en la cantidad de agua de aplicación.
4. Fertilización adecuada.

5. Aplicaciones nocturnas.

Impacto por luminosidad (baja intensidad de luz)

La baja intensidad lumínica puede provocar atrasos fisiológicos en el desarrollo de la planta, ya que ésta no recibe suficiente energía para realizar los procesos fotosintéticos necesarios para el desarrollo de la planta.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de luminosidad (baja intensidad de luz):

1. Aplicación foliar.
2. Fertilización adecuada.
3. Aplicaciones nocturnas.

Impacto por bajas temperaturas

La diferencia de tamaño y peso, causa que haya una desuniformidad en la plantación, aunado a esto las bajas temperaturas pueden provocar un aumento de floraciones naturales en el cultivo de piña; lo que provoca que las yemas vegetativas de la planta cambien a reproductivas, ocasionando pérdidas para el sector.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de bajas temperaturas:

1. Aplicación foliar.
2. Poda de hojas.
3. Fertilización adecuada.
4. Selección de hijos.
5. Uso de datos climáticos.
6. Aplicación de fitohormonas.

2) FASE DE INDUCCIÓN FLORAL:

Impacto por altas temperaturas

En esta fase las altas temperaturas pueden ocasionar problemas fisiológicos en el desarrollo de los frutículos (ojos de la piña) de la fruta llamada corchosis; el cual provoca deformación y pérdida de estética del fruto. Además, puede provocar bajos porcentajes de plantas inducidas por pérdidas de producto por volatilización.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de alta temperaturas:

1. Aplicaciones nocturnas.
2. Protector solar.
3. Uso de sarán.
4. Aplicación de inductores.
5. Aumento en la cantidad de agua de aplicación.

Impacto por lluvias fuertes

Las lluvias fuertes pueden generar atrasos en las prácticas del cultivo, principalmente en las aplicaciones para la inducción, ya que después disminuye el porcentaje de plantas inducidas por lote, debido al lavado y pérdida de producto, provocando desuniformidad en el desarrollo de las frutas. Además, puede aumentar la incidencia de plagas y la diseminación de enfermedades, ya que se retrasa el programa de aplicaciones preventivas de insecticidas y fungicidas.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de las lluvias fuertes:

1. Uso de datos climáticos.
2. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos.
3. Control biológico.
4. Aplicación de inductores.
5. Trampas.
6. Drenajes.

Impacto por lluvias prolongadas

Las lluvias prolongadas ocasionan excesos y sobresaturación de agua en el suelo, lo que atrasa las prácticas relacionadas con el cultivo, principalmente en el uso y paso de maquinaria para aplicaciones. La duración de varios días seguidos de lluvia provoca la disminución del porcentaje de plantas inducidas por lote, por el lavado y pérdida de producto, aumentando los costos de producción del cultivo.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de impacto de lluvias prolongadas:

1. Uso de datos climáticos.
2. Aplicación de inductores.

Impacto por sequías prolongadas

El estrés hídrico causado por la baja disponibilidad de agua en sequías prolongadas afecta directamente el desarrollo fisiológico de la planta por el cierre estomático que detiene el proceso de transpiración y el paso de nutrientes a las hojas.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de sequías prolongadas:

1. Fertilización adecuada.
2. Aumento en la cantidad de agua de aplicación.
3. Aplicaciones nocturnas.
4. Aplicación foliar.

Impacto por radiación solar

El incremento de la radiación solar ocasiona estrés en la planta, lo que puede disminuir el desarrollo de la planta y causar daños en el fruto por la quema de frutículos. El impacto directo de los rayos solares en esta fase provoca un aumento de corchosis, disminuyendo la calidad y rendimiento por hectárea.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de radiación solar:

1. Protector solar.
2. Uso de sarán.
3. Aplicación foliar.
4. Fertilización adecuada.

Impacto por frente frío

Los fuertes cambios en la temperatura provocan grandes problemas en el desarrollo y fisionomía de la planta, principalmente las bajas temperaturas extremas causadas por la entrada de frentes fríos en los meses de octubre-noviembre-diciembre-enero; ya que en ciertas ocasiones las temperaturas disminuyen de 30°C a menos de 15°C en tiempos muy cortos. Al cambiar la sensación térmica súbitamente, las plantas que se encuentran en proceso de inducción o morfológicamente preparadas se inducen naturalmente; provocando desuniformidad y pérdidas económicas.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de frentes fríos:

1. Uso de datos climáticos
2. Monitoreo de inducción
3. Monitores de meristemos
4. Selección de semilla (altos pesos)

3) FASE DE FLORACIÓN

Impacto por alta temperaturas

Las altas temperaturas pueden ocasionar un aumento de plagas principalmente de la tecla (*Strymon basilides*), que es atraída por la coloración de las flores de la piña. Además, puede ocasionar problemas fisiológicos en el desarrollo de los frutículos (ojos de la piña) de la fruta llamada corchosis; el cual provoca deformación y pérdida de estética del fruto.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de alta temperaturas:

1. Protector solar.
2. Aplicación de insecticidas.
3. Trampas.
4. Control biológico.

Impacto por lluvias fuertes

La caída de lluvias fuertes pueden ocasionar atrasos en prácticas del cultivo principalmente aplicaciones de insecticidas o fungicidas que provocan el aumento de plagas y enfermedades; debido a que las condiciones son ideales para los ciclos de plagas y la diseminación de enfermedades principalmente *Phytophthora* y *Erwinia*.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de las lluvias fuertes:

1. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos.
2. Drenajes.
3. Aplicación de insecticidas.
4. Control biológico.
5. Uso de datos climáticos.

Impacto por lluvias prolongadas

Las lluvias prolongadas provocan excesos y sobresaturación de agua en suelo; lo que genera aumento de plagas y enfermedades, debido a que las condiciones son ideales para los ciclos de plagas y la diseminación de enfermedades principalmente *Phytophthora* y *Erwinia*.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de las lluvias fuertes:

1. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos.
2. Uso de datos climáticos.
3. Drenaje.

Impacto por sequías prolongadas

Las sequías prolongadas generan un faltante de recurso hídrico disponible para la absorción, traslado y transformación de nutrientes; lo que provoca atrasos fisiológicos en el desarrollo de la planta, baja del rendimiento y mal desarrollo de la fruta. La baja disponibilidad de agua aumenta la población de plagas como la tecla (*Strymon basilides*) y la cochinilla que es diseminada por las hormigas que en épocas secas trasladan la plaga a la flor y fruta.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de sequías prolongadas:

1. Riego.
2. Control biológico.
3. Aplicación de insecticidas.
4. Trampas.
5. Aumento en la cantidad de agua de aplicación.

Impacto por radiación solar

El impacto directo de los rayos solares al cultivo de piña en esta fase provoca un aumento de frutos dañados por corchosis, afectando la calidad estética del fruto, dificultando el acceso al mercado nacional e internacional. Además, puede aumentar la diseminación de plagas como la cochinilla y tecla, que son atraídas por la coloración de la flor.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de radiación solar:

1. Protector solar.
2. Aplicación de insecticidas.
3. Fertilización adecuada.

4. Control biológico.

4) FASE DE DESARROLLO DEL FRUTO

Impacto por altas temperaturas

Las altas temperaturas pueden ocasionar problemas fisiológicos en el desarrollo de los frutículos (ojos de la piña) de la fruta llamada corchosis, el cual provoca deformación y pérdida de estética del fruto. La pérdida de agua dentro de la planta ocasiona el cierre estomático de la planta impidiendo la transpiración; esto correlacionado a bajos porcentajes de agua disponible para la planta, afecta la absorción de nutrientes, la translocación y el desarrollo fisiológico de la piña, lo que ocasionado un bajo desarrollo de la fruta ya que impide el llenado de los frutículos de la piña, así como el aumento de plagas como la tecla (*Strymon basilides*), gusano soldado y cochinilla.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de alta temperaturas:

1. Aplicación de insecticidas.
2. Protector solar.
3. Fertilización adecuada.

Impacto por lluvias fuertes

La fuerte intensidad de lluvias provocan lesiones en la fruta de la piña por la sobresaturación de agua en el suelo y los excesos de humedad en la planta; uno de los principales impactos es el golpe de agua que provoca en la fruta una acumulación de agua que acelera la maduración y vida en anaquel. Además, cuando el tejido de la fruta absorbe grandes cantidades de agua y comienza a perder coloración en la pulpa desde la parte basal hacia la corona es conocido como translucidez; disminuyendo calidad para exportación, los grados brix y rendimiento por hectárea. Otro factor importante es el aumento de enfermedades, ya que las condiciones son óptimas para la diseminación y desarrollo de la *Phytophthora* y *Erwinia*.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de las lluvias fuertes:

1. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos.
2. Fertilización adecuada.
3. Aplicación de foliar.
4. Preparación de suelos.
5. Control biológico.

Impacto por lluvias prolongadas

Las lluvias prolongadas provocan lesiones en la fruta de la piña por la sobresaturación de agua en el suelo y los excesos de humedad en la planta; uno de los principales impactos es la acumulación de agua que acelera la maduración y vida en anaquel. Además, cuando el tejido de la fruta absorbe grandes cantidades de agua y comienza a perder coloración en la pulpa desde la parte basal hacia la corona es conocido como

translucidez; disminuyendo la calidad para exportación, los grados brix y el rendimiento por hectárea.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de las lluvias prolongadas:

1. Fertilización adecuada.
2. Uso de datos climáticos.
3. Aplicación de foliar.

Impacto por sequías prolongadas

Las sequías prolongadas pueden provocar problemas fisiológicos (corchosis) en el desarrollo de los frutículos (ojos de la piña), deformación del fruto, pérdida de estética, pérdida de grados brix, disminución en el rendimiento y atrasos fisiológicos por la baja disponibilidad de agua y la baja absorción, traslado y transformación de nutrientes necesarios para el desarrollo del fruto.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de sequías prolongadas:

1. Riego.
2. Fertilización adecuada.
3. Aplicación foliar.
4. Aumento en la cantidad de agua de aplicación.

Impacto por radiación solar

El impacto directo de los rayos solares al cultivo de piña en fase de desarrollo del fruto provoca un aumento de frutos dañados por corchosis y quema de sol; afectando la calidad, la estética del fruto y el rechazo del mercado nacional e internacional.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de radiación solar:

1. Protector solar.
2. Fertilización adecuada.
3. Aplicación foliar.

5) FASE DE MADURACIÓN

Impacto por lluvias fuertes

Las lluvias fuertes pueden ocasionar daños en los caminos de la finca y atrasar las prácticas del cultivo principalmente los días de cosecha. Las lluvias provocan lesiones en la fruta de la piña por la sobresaturación de agua en el suelo y los excesos de humedad en la planta; uno de los principales impactos es el golpe de agua que provoca en la fruta una acumulación de agua que acelera la maduración y vida en anaquel. Además, cuando el tejido de la fruta absorbe grandes cantidades de agua y comienza a perder coloración

en la pulpa desde la parte basal hacia la corona es conocido como translucidez; disminuyendo calidad para exportación, los grados brix y rendimiento por hectárea.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de las lluvias fuertes:

1. Fertilización adecuada.
2. Uso de datos climáticos.
3. Aplicación de foliar.

Impacto por lluvias prolongadas

Las lluvias prolongadas ocasionan atrasos en prácticas de cultivo y daños en los caminos para la entrada de maquinaria y camiones de transporte. El aumento de agua provoca lesiones en el tejido de la fruta, ya que absorbe grandes cantidades de agua y comienza a perder coloración e internamente se da translucidez de la pulpa y pierde calidad para la exportación. Además, la fruta puede perder consistencia, grados brix y pérdida total de las frutas por enfermedades.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de las lluvias prolongadas:

1. Uso de datos climáticos.
2. Drenajes.
3. Fertilización adecuada.

Impacto por radiación solar

El impacto directo de los rayos solares al cultivo de piña en esta fase provoca un aumento de frutos dañados por corchosis y quema de sol; afectando la calidad, estética del fruto y el rechazo del mercado nacional e internacional.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de radiación solar:

1. Protector solar.

BARRERAS IDENTIFICADAS POR EXPERTOS DE LA REGIÓN HUETAR ATLANTICO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE ADAPTACIÓN

A continuación, se presenta la información obtenida a través de las consultas realizadas a los expertos de la región Huetar Caribe, sobre las barreras existentes para la implementación de buenas prácticas para reducir el impacto de eventos climáticos en los sistemas productivos de piña. En el cuadro 10, se resumen las barreras de tipo económica, institucional o sociocultural, identificadas para cada una de las prácticas.

Cuadro 9. Barreras identificadas por expertos de la región Huetar Caribe para la implementación de prácticas de adaptación.

Práctica	Barrera	Motivo
Aplicación de fitohormonas	Cultural	No creen que las prácticas funcionen
Aplicación de fungicidas preventivos y curativos	Económica	Alto costo
Aplicación de inductores	Económica	No se tiene los equipos necesarios para la aplicación
	Cultural	Falta de experiencia para la aplicación preventiva
Aplicación de insecticidas	Económica	No se tiene los equipos necesarios para la aplicación
	Institucionales	No se capacita a los productores a conocer de umbrales y solo siguen el paquete tecnológico
Aplicación foliar	Económica	Aumenta el costo y se cree que no es conveniente
	Cultural	Los productores nada más realizan lo que dice el paquete tecnológico
Aplicaciones Nocturnas	Cultural	Falta asesoría y conocimiento de la práctica
	Económica	Aumenta los costos por el pago de extras
Aumento en la cantidad de agua de aplicación	Cultural	Se desconoce la práctica
Ceniceros	Económica	Muy caro realizarlo
Cobertura vegetal	Cultural	Por la disponibilidad de semilla y que quieren aprovechar el tiempo
Control biológico	Cultural	No se tiene la cultura de aplicarlos
Drenajes	Institucionales	No se desarrollan las mejores técnicas para realizar la práctica
Fertilización adecuada	Económica	aumenta el costo de la práctica
Monitoreo	Cultural	No se tiene la cultura de aplicarlos
Poda de hojas	Cultural	No es común la práctica
Preparación de suelos	Económica	Si se prepara como se debe el costo es alto
Protector solar	Económica	El precio del producto es alto y depende del protector, puede bloquear las boquillas
Riego	Económica	Alto costo

Selección de hijos	Cultural	Se siembra lo que se tiene para aprovechar tiempo y terreno
Siembra de plantas de piña en drenajes	Cultural	Es fácil de hacer y no aumenta el costo
Siembras a contorno	Cultural	falta de conocimiento de la práctica
Trampas	Cultural	El productor no cree que funcione
Uso de datos climáticos	Económica	Alto costo del equipo
Uso de sarán	Económica	Aumenta los costos

- Región productiva Huetar Norte

1) FASE DE CRECIMIENTO VEGETATIVO

Impacto por alta temperaturas

Las altas temperaturas disminuyen la disponibilidad de agua para la planta y pérdida de humedad del suelo; lo que genera atrasos fisiológicos en el desarrollo de la planta y la pérdida de vigor al disminuir el transporte de nutrientes y fotoasimilados necesarios para el crecimiento vegetativo. Además, afecta el tejido foliar provocando quema de hojas y disminuyendo la tasa fotosintética; las condiciones de alta temperatura con alta humedad relativa favorecen y aumenta la diseminación de enfermedades en el cultivo, resultando en una baja del rendimiento de producción.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de altas temperaturas:

1. Aumento en la cantidad de agua de aplicación.
2. Riego.
3. Fertilización adecuada.
4. Aplicación foliar.
5. Protector solar.
6. Aplicaciones nocturnas.
7. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos.
8. Análisis foliar

Impacto por lluvias fuertes

Las lluvias fuertes favorecen la diseminación de enfermedades por medio del salpique de gotas en el suelo, escorrentía y suelo adherido a la maquinaria utilizada para las diversas labores. El exceso de agua en el suelo provoca saturación, estrés hídrico y anoxia; lo que dificulta el desarrollo radical y el crecimiento vegetativo necesario para efectuar la inducción floral.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de las lluvias fuertes:

1. Drenajes.
2. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos.
3. Siembras en lomillos.
4. Control biológico.
5. Aplicación de bactericidas.
- 6.

Impacto por erosión y deslizamientos de tierra

La fase de crecimiento vegetativo es la más susceptible a pérdidas de suelo por erosión y deslizamientos de tierras; provocando pérdida de áreas efectivas y de la capa fértil del suelo. La erosión de suelo genera el descubrimiento de raíces, que afectan la absorción de nutrientes, la entrada de enfermedades y plagas, que a su vez provocan pérdidas considerables de plantas en el área de siembra.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de la erosión y deslizamientos de tierra:

1. Siembras a contorno.
2. Drenajes.
3. Ceniceros.
4. Diques en drenajes.
5. Siembra de plantas de piña en drenajes.
6. Canales perimetrales.
7. Preparación de suelos.

Impacto por lluvias prolongadas

Las lluvias prolongadas provocan el aumento en la diseminación de enfermedades, aumento de capa freática del suelo e inundaciones en áreas cultivadas; el estrés generado por las bajas cantidades de oxígeno en el suelo afecta el desarrollo radicular y un atraso fisiológico de la planta, ya que se detienen actividades metabólicas necesarias para su desarrollo.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de impacto de lluvias prolongadas:

1. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos.
2. Drenajes.
3. Preparación de suelos.
4. Control biológico.
5. Siembra en lomillos.

Impacto por sequías prolongadas

La sequía prolongada puede ocasionar un incremento en la población de plagas especialmente cochinilla y sinfilidos; además disminuye la disponibilidad del recurso hídrico en la planta generando estrés hídrico por déficit de agua, atrasos fisiológicos en el desarrollo de la planta y bajos rendimientos al final del ciclo, ya que existe una correlación muy estrecha entre el desarrollo vegetativo y la calidad y tamaño de la fruta.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de sequías prolongadas:

1. Riego.
2. Aplicación foliar.
3. Aumento en la cantidad de agua de aplicación.
4. Fertilización adecuada.
5. Aplicación foliar.
6. Aplicaciones nocturnas.
7. Aplicación de Insecticidas.
8. Análisis foliar.

Impacto por luminosidad (baja intensidad de luz)

La baja intensidad lumínica puede provocar atrasos fisiológicos en el desarrollo de planta, ya que la planta no recibe suficiente energía para realizar procesos fotosintéticos necesarios para el desarrollo de la planta. Además, internamente la planta sufre cambios en su morfología, ya que pasa de estado vegetativo a etapa reproductiva (inducción natural), este proceso al no ser homogéneo dentro de la plantación provoca aumento en los costos por cosecha y baja en los rendimientos.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de luminosidad (baja intensidad de luz):

1. Aplicación de hormonas.
2. Selección de hijos.

Impacto por tormentas tropicales, huracanes y tornados

Las tormentas tropicales, huracanes y tornados pueden provocar pérdida de áreas totales dentro del cultivo de piña, ya que la combinación de fuertes vientos y lluvias ocasionan el volcamiento de plantas, daños físicos y el aumento de enfermedades por diseminación.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de tormentas tropicales, huracanes y tornados:

1. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos.
2. Control biológico.

2) FASE DE INDUCCIÓN FLORAL:

Impacto por altas temperaturas

En esta fase las altas temperaturas pueden provocar estrés hídrico por la disminución en la cantidad de agua disponible para la planta, así como daños físicos y quema en las hojas, lo que dificulta los procesos de desarrollo de la planta, disminuye los grados brix de la fruta y el rendimiento por hectárea. Además, puede ocasionar problemas fisiológicos en el desarrollo de los frutículos (ojos de la piña) de la fruta llamada corchosis; el cual provoca deformación y pérdida de estética del fruto.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de alta temperaturas:

1. Riego.
2. Protector solar.
3. Uso de sarán.

Impacto por lluvias fuertes

Las lluvias fuertes pueden generar un aumento en la diseminación de enfermedades por medio del salpique de gotas en el suelo, escorrentía y suelo adherido a la maquinaria utilizada para las diversas labores. Además, disminuye el porcentaje de plantas inducidas por lote por el lavado y pérdida de producto; provocando desuniformidad en el desarrollo de las frutas.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de las lluvias fuertes:

1. Uso de datos climáticos.
2. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos.
3. Uso de coadyuvantes.

4. Aplicación de inductores.

Impacto por fuertes vientos

Los vientos fuertes pueden provocar una desecación del suelo y estrés por daños físicos que pueden ocasionar o inducir a la floración natural; aumentando los costos por cosecha y prácticas del cultivo.

Práctica recomendada para reducir/prevenir el impacto de los fuertes vientos:

Para este caso los expertos consultados para la región, no indicaron prácticas que se podrían estar implementando para reducir o prevenir estos impactos.

Impacto por erosión y deslizamientos de tierra

Las pérdidas de suelo por erosión y deslizamientos de tierras provocan pérdidas de áreas efectivas y de la capa fértil del suelo. La erosión de suelo genera el descubrimiento de raíces, que afectan la absorción de nutrientes, la entrada de enfermedades y plagas; que a su vez provocan pérdidas considerables de plantas en el área de siembra.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de la erosión y deslizamientos de tierra:

1. Canales perimetrales.
2. Preparación de suelos.

Impacto por lluvias prolongadas

Las lluvias prolongadas ocasionan atrasos en las prácticas relacionadas con el cultivo principalmente en el uso y paso de maquinaria, ya que se genera excesos y sobresaturación de agua en el suelo. La duración de varios días seguidos de lluvia provoca aumentos de enfermedades por la diseminación por salpique de gotas en el suelo, escorrentía y suelo adherido a la maquinaria utilizada para las diversas labores. Además, disminuye el porcentaje de plantas inducidas por lote por el lavado y pérdida de producto, provocando desuniformidad en el desarrollo de las frutas.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de impacto de lluvias prolongadas:

1. Uso de datos climáticos.
2. Aplicación de inductores.
3. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos.

Impacto por sequías prolongadas

La baja disponibilidad de agua que provoca las sequías prolongadas afectan directamente el desarrollo fisiológico de la planta, ya que la planta al perder agua cierra los estomas y detiene el proceso de transpiración y paso de nutrientes a las hojas. Además, puede provocar problemas fisiológicos en el desarrollo de los frutículos (ojos de la piña) de la fruta, llamada corchosis, el cual provoca deformación, pérdida de estética, pérdida de grados brix y disminución en el rendimiento.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de sequías prolongadas:

1. Riego.
2. Fertilización adecuada.
3. Aumento en la cantidad de agua de aplicación.
4. Aplicaciones nocturnas.

5. Uso de sarán.
6. Protector solar.
7. Aplicación foliar.

Impacto por radiación solar

El impacto directo de los rayos solares al cultivo de piña en fase de inducción provoca un aumento de frutos dañados por corchosis, afectando la calidad, estética del fruto y el rechazo del mercado nacional e internacional.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de radiación solar:

1. Protector solar.
2. Uso de sarán.

Impacto por frente frío

Los fuertes cambios en la temperatura provocan grandes problemas en el desarrollo y fisionomía de la planta, principalmente las bajas temperaturas extremas causadas por la entrada de frentes fríos en los meses de octubre-noviembre-diciembre-enero; ya que en ciertas ocasiones las temperaturas disminuyen de 30°C a menos de 15°C en tiempos muy cortos. Al cambiar la sensación térmica súbitamente, las plantas que se encuentran en proceso de inducción o morfológicamente preparadas se inducen naturalmente; provocando desuniformidad y pérdidas económicas.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de frentes fríos:

1. Uso de datos climáticos
2. Monitoreo de inducción
3. Monitores de meristemas
4. Selección de semilla (altos pesos)

3) FASE DE FLORACIÓN

Impacto por altas temperaturas

Las altas temperaturas provocan disminución de la cantidad de agua disponible para la planta que afecta la absorción de nutrientes y el desarrollo fisiológico de la planta; así como el aumento de plagas como tecla (*Strymon basilides*) que es atraída por la coloración de las flores de la piña. Además, puede ocasionar problemas fisiológicos en el desarrollo de los frutículos (ojos de la piña) de la fruta llamada corchosis; el cual provoca deformación y pérdida de estética del fruto.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de alta temperaturas:

5. Riego.
6. Protector solar.
7. Uso de sarán.
8. Fertilización adecuada.
9. Análisis foliar.
10. Aplicación de insecticidas.
11. Trampas.
12. Control biológico.

Impacto por lluvias fuertes

Las lluvias fuertes pueden provocar excesos de humedad que puede generar un estrés hídrico por exceso de agua, aumento de plagas y enfermedades; debido a que las condiciones son ideales para los ciclos de plagas y la diseminación de enfermedades principalmente *Phytophthora* y *Erwinia*.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de las lluvias fuertes:

1. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos.
2. Monitoreo.
3. Aplicación de insecticidas.
4. Control biológico.

Impacto por lluvias prolongadas

Las lluvias prolongadas provocan excesos y sobresaturación de agua en suelo; lo que genera aumento de plagas y enfermedades; debido a que las condiciones son ideales para los ciclos de plagas y la diseminación de enfermedades principalmente *Phytophthora* y *Erwinia*.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de las lluvias fuertes:

1. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos.
2. Monitoreo.
3. Aplicación de insecticidas.
4. Drenaje.

Impacto por sequías prolongadas

Las sequías prolongadas generan un faltante de recurso hídrico disponible para la absorción, traslado y transformación de nutrientes; lo que provoca atrasos fisiológicos en el desarrollo de la planta, baja del rendimiento y mal desarrollo de la fruta. La baja disponibilidad de agua aumenta la población de plagas; así como también puede provocar problemas fisiológicos en el desarrollo de los frutículos (ojos de la piña) de la fruta llamada corchosis; el cual provoca deformación, pérdida de estética, pérdida de grados brix y disminución en el rendimiento.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de sequías prolongadas:

1. Riego.
2. Fertilización adecuada.
3. Aplicación de insecticidas.
4. Uso de sarán.
5. Protector solar.
6. Aplicación foliar.

Impacto por radiación solar

El impacto directo de los rayos solares al cultivo de piña en esta fase provoca un aumento de frutos dañados por corchosis, afectando la calidad, la estética del fruto y el rechazo del mercado nacional e internacional.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por la radiación solar:

1. Protector solar.
2. Uso de sarán.

3) FASE DE DESARROLLO DEL FRUTO

Impacto por alta temperaturas

Las altas temperaturas provocan el cierre estomático de la planta impidiendo la transpiración, esto correlacionado a bajos porcentajes de agua disponible para la planta, afecta la absorción de nutrientes, la translocación y el desarrollo fisiológico de la piña; lo que se refleja en el bajo desarrollo de la fruta ya que impide el llenado de los frutículos, así como en el aumento de plagas como la tecla (*Strymon basilides*) y la cochinilla. Además, puede ocasionar problemas fisiológicos en el desarrollo de los frutículos (ojos de la piña) de la fruta llamada corchosis; el cual provoca deformación y pérdida de estética del fruto.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de altas temperaturas:

1. Riego.
2. Protector solar.
3. Uso de sarán.
4. Fertilización adecuada.
5. Análisis foliar.
6. Aplicación de insecticidas.
7. Trampas.
8. Control biológico.

Impacto por lluvias fuertes

La fuerte intensidad de lluvias provoca lesiones en la fruta de la piña por la sobresaturación de agua y los excesos de humedad; ya que el tejido de la fruta absorbe grandes cantidades de agua y comienza a perder coloración e internamente se da translucidez de la pulpa y pierde calidad para exportación. Además, las condiciones son ideales para la diseminación de enfermedades principalmente *Phytophthora* y *Erwinia*.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de las lluvias fuertes:

1. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos.
2. Drenajes.
3. Aplicación de foliar.
4. Preparación de suelos.
5. Análisis de fruta.

Impacto por lluvias prolongadas

Las lluvias prolongadas ocasionan atrasos en prácticas de cultivo, ya que no se puede utilizar la maquinaria para aplicaciones o cosechas. El aumento de agua provoca lesiones en la fruta de la piña por la sobresaturación de agua y los excesos de humedad en la planta; ya que el tejido de la fruta absorbe grandes cantidades de agua y comienza a perder coloración e internamente se da translucidez de la pulpa y pierde calidad para exportación. Además, las condiciones son ideales para la diseminación de enfermedades principalmente *Phytophthora* y *Erwinia*.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de las lluvias prolongadas:

1. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos.
2. Uso de datos climáticos.
3. Aplicación de foliar.

4. Preparación de suelos.
5. Análisis de fruta.

Impacto por sequías prolongadas

Las sequías prolongadas generan un faltante de recurso hídrico disponible para la absorción, traslado y transformación de nutrientes; lo que provoca atrasos fisiológicos en el desarrollo de la planta, disminución del rendimiento e inadecuado desarrollo de la fruta. La baja disponibilidad de agua aumenta la población de plagas; así como también puede provocar problemas fisiológicos (corchosis) en el desarrollo de los frutículos (ojos de la piña); el cual provoca deformación, pérdida de estética, pérdida de grados brix y disminución en el rendimiento. Además, puede ocasionar lesiones o quemaduras en los tejidos exteriores o cascara de la fruta, perdiendo calidad para exportar.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de sequías prolongadas:

1. Riego.
2. Fertilización adecuada.
3. Aplicación de insecticidas.
4. Uso de sarán.
5. Protector solar.
6. Aplicación foliar.
7. Aumento en la cantidad de agua de aplicación.

Impacto por radiación solar

El impacto directo de los rayos solares al cultivo de piña en fase de desarrollo del fruto provoca un aumento de frutos dañados por corchosis y quema de sol; afectando la calidad, la estética del fruto y el rechazo del mercado nacional e internacional.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de radiación solar:

1. Protector solar.
2. Uso de ácidos grasos.

4) FASE DE MADURACIÓN

Impacto por altas temperaturas

Las altas temperaturas en fase de maduración pueden ocasionar daños o quemaduras en la cascara de la fruta; afectando la calidad, estética del fruto y el rechazo del mercado nacional e internacional.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de altas temperaturas:

1. Protector solar.

Impacto por lluvias fuertes

Las lluvias fuertes pueden ocasionar daños en los caminos de la finca y atrasar las prácticas del cultivo principalmente la cosecha. El exceso de humedad provoca lesiones en la fruta de la piña; ya que el tejido de la fruta absorbe grandes cantidades de agua y comienza a perder coloración e internamente se da translucidez de la pulpa y pierde calidad para exportación.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de las lluvias fuertes:

1. Fertilización adecuada.

2. Drenajes.
3. Aplicación de foliar.
4. Preparación de suelos.
5. Ceniceros.

Impacto por lluvias prolongadas

Las lluvias prolongadas ocasionan atrasos en prácticas de cultivo y daños en los caminos para la entrada de maquinaria y camiones de transporte. El aumento de agua provoca lesiones en el tejido de la fruta, ya que absorbe grandes cantidades de agua y comienza a perder coloración e internamente se da translucidez de la pulpa y pierde calidad para exportación. Además, la fruta puede perder consistencia, grados brix y pérdida total de las frutas por enfermedades.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de las lluvias prolongadas:

1. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos.
2. Drenajes.
3. Fertilización adecuada.
4. Ceniceros.
5. Aplicación foliar.

Impacto por sequías prolongadas

Las sequías prolongadas generan un faltante de recurso hídrico disponible para la absorción, traslado y transformación de nutrientes; lo que provoca atrasos fisiológicos en el desarrollo de la planta, baja del rendimiento y mal desarrollo de la fruta. La baja disponibilidad de agua aumenta la población de plagas y ocasiona pérdida de estética, quema de frutos y disminución en el rendimiento.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de sequías prolongadas:

1. Riego.
2. Fertilización adecuada.
3. Aplicación de insecticidas.
4. Uso de sarán.
5. Protector solar.
6. Aplicación foliar.
7. Aumento en la cantidad de agua de aplicación.

Impacto por radiación solar

El impacto directo de los rayos solares al cultivo de piña en esta fase provoca un aumento de frutos dañados por corchosis y quema de sol; afectando la calidad, estética del fruto y el rechazo del mercado nacional e internacional.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de radiación solar:

1. Protector solar.

BARRERAS IDENTIFICADAS POR EXPERTOS DE LA REGIÓN HUETAR NORTE PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE ADAPTACIÓN

A continuación, se presenta la información obtenida a través de las consultas realizadas a los expertos de la región Huetar Norte, sobre las barreras existentes para la implementación de buenas prácticas para reducir el impacto de eventos climáticos en los sistemas productivos de piña. En el cuadro 11, se resumen las barreras de tipo económica, institucional o sociocultural, identificadas para cada una de las prácticas.

Cuadro 10. Barreras identificadas por expertos de la región Huetar Norte para la implementación de prácticas de adaptación.

Práctica	Barrera	Motivo
Análisis de fruta	Cultural	Desconocimiento técnico de la práctica
Análisis foliar	Cultural	Desconocimiento técnico de la práctica
Aplicación de bactericidas	Cultural	No se realiza cuando debe de ser
Aplicación de fitohormonas	Económica	Aumenta el costo del cultivo
Aplicación de fungicidas preventivos y curativos	Económica	Aumenta los costos
Aplicación de inductores	Económica	Aumenta los costos
Aplicación de insecticidas	Económica	Aumenta los costos
Aplicación foliar	Cultural	Los productores nada más realizan lo que dice el paquete tecnológico
Aplicaciones Nocturnas	Cultural	Desconocimiento técnico de la práctica
Aumento en la cantidad de agua de aplicación	Cultural	Desconocimiento técnico de la práctica
Canales perimetrales	Cultural	Desconocimiento
Ceniceros	Económica	No hay poder adquisitivo
Control biológico	Cultural	No se quiere realizar, pero se debe de hacer
Diques en drenajes	Económica	Alto costo
Drenajes	Cultural	No se hacen para aprovechar más terreno
Fertilización adecuada	Cultural	Se tiene que realizar para darle al cultivo lo que necesita
Monitoreo	Cultural	Los productores nada más realizan lo que dice el paquete tecnológico
Monitoreo de inducción	Cultural	No se tiene claro el concepto
Poda de hojas	Cultural	Desconocimiento del productor
Preparación de suelos	Económica	No se tiene el equipo y aumenta el costo
Protector solar	Económica	Aumenta los costos
Riego	Económica	Alto costo
Selección de hijos	ND	ND
Siembra de plantas en drenajes	Cultural	Desconocimiento del beneficio de la práctica
Siembra en lomillos	Económica	Alto costo
Siembras a contorno	Económica	Alto costo
Trampas	Cultural	Desconocimiento técnico de la práctica
Uso de coadyuvantes	Cultural	Se desconoce la práctica
Uso de datos climáticos	Económica	Alto costo
Uso de sarán	Económica	Aumenta los costos

2. Evaluación de las prácticas identificadas y su impacto sobre el agroecosistema

En esta sección se realizó una valoración de las prácticas identificadas en el estudio bajo los criterios del programa de Bandera Azul Ecológica categoría Agropecuaria y el Programa de reconocimiento de beneficios ambientales para la producción agropecuaria sostenible, desarrollado por el Ministerio de Agricultura y Ganadería. Para cada uno de los programas se realizó una revisión de los parámetros y criterios de análisis utilizados y se ajustaron de acuerdo con la información y el alcance del estudio. A continuación, se resume el procedimiento y los resultados obtenidos de la valoración de las prácticas con base en cada uno de los programas:

2.1 Valoración de las prácticas agrícolas identificadas en el estudio bajo los criterios del programa de Bandera Azul Ecológica categoría agropecuaria

Para la valoración de las prácticas agrícolas identificadas en el estudio bajo los criterios del programa de Bandera Azul Ecológica categoría Agropecuaria, se realizó una revisión de los parámetros y basado en el criterio de experto, se seleccionaron aquellos parámetros que se encuentran alineados a los intereses y objetivos del estudio, haciendo especial énfasis en aquellos criterios que evalúan la práctica/intervención como tal. Se excluyeron los parámetros que consideran o evalúan un proceso, ya que el estudio no profundiza en cómo se realizan las prácticas. Una vez seleccionados los indicadores, se utilizó una escala de ponderación para definir el aporte de cada una de las prácticas a las categorías seleccionadas del Programa de Bandera Azul Ecológica. También se hizo una revisión de literatura para respaldar la valoración realizada.

Los indicadores del Programa Bandera Azul ecológica considerados para la valoración de las prácticas en este estudio, son los siguientes:

1. Recurso hídrico: se evalúa el impacto directo de la práctica sobre la protección, mejoramiento y uso eficiente del recurso hídrico en los procesos de producción agropecuaria y forestal.
2. Manejo y conservación de suelos: se evalúa el impacto directo de la práctica sobre el uso, manejo y conservación de suelos en los procesos de producción agropecuaria y forestal.

La evaluación de cada una de las prácticas identificadas en el cultivo de piña se resume en el siguiente cuadro:

Cuadro 11. Valoración de las prácticas agrícolas identificadas basada en criterio experto, considerando los indicadores seleccionados

PRÁCTICAS	Recurso hídrico	Manejo y conservación de suelos
Aplicación de fitohormonas	*	*
Análisis de fruta	NA	NA
Aplicación de inductores	*	*
Aplicación de fungicidas preventivos y curativos	*	*
Aplicaciones Nocturnas	***	*
Aplicación de insecticidas	*	*
Aplicación foliar	*	*
Aumento en la cantidad de agua de aplicación	**	*
Ceniceros	***	***
Cobertura plástica	*	***
Control biológico	*	*
Drenajes	***	***
Diques en drenajes	**	***
Fertilización adecuada	*	*
Formación de diques	*	***
Monitoreo	NA	NA
Monitoreo de inducción	NA	NA
Poda de hojas	*	*
Preparación de suelos	*	***
Protector solar	*	NA
Riego	***	***
Siembras a contorno	*	***
Siembra de plantas de piña en drenajes	*	***
Siembra en lomillos	*	**
Uso de datos climáticos	***	***
Uso de coadyuvantes	NA	NA
Uso de sarán	*	**
Escala utilizada: * la práctica implica poco impacto/aporte positivo sobre el indicador ** la práctica implica moderado impacto/aporte positivo sobre el indicador *** la práctica implica mucho impacto/aporte positivo sobre el indicador NA no aplica/no se tiene información suficiente		

Fuente: elaboración propia a partir de revisión de literatura y la normativa para programa Bandera Azul Ecológica Categoría agropecuaria (PBAE, 2016).

4. Cuantificación de costos de las prácticas identificadas

Se realizó la cuantificación de los costos de implementación, tanto de las prácticas identificadas como de producción normal, así como las prácticas identificadas como adicionales, las cuales se implementan para reducir los impactos de los eventos climáticos. Esta valoración, muestra el monto aproximado que se requiere invertir para llevar a cabo las prácticas mencionadas. La tabla de costos de prácticas se basa en fuentes primarias (productores, almacenes), y en fuentes secundarias.

Cuadro 12. Costo colones/ hectárea de la implementación de las prácticas normales dentro del cultivo que se identificaron para la reducción de impacto de eventos climáticos en piña.

Tabla de Costos/Hectárea				
Práctica	Costo C\$/Ha	Unidad	Descripción	Documentabilidad
Aplicación de fungicidas protectores y curativos (opción 1)	19.016,00	Colones/ aplicación	Costo por Ha. del producto fungicida (i.a carbendazin), sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Facturas y registro
Aplicación de fungicidas protectores y curativos (opción 2)	56.049,00	Colones/ aplicación	Costo por Ha. del producto fungicida (i.a Ethotrophos), sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Facturas y registro
Aplicación de fungicidas protectores y curativos (opción 3)	89.600,00	Colones/ aplicación	Costo por Ha. del producto fungicida (i.a fosestil aluminio), sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Facturas y registro
Aplicación de fungicidas protectores y curativos (opción 4)	19.200,00	Colones/ aplicación	Costo por Ha. del producto fungicida (i.a propicanizole), sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Facturas y registro
Aplicación de fungicidas protectores y curativos (opción 5)	26.400,00	Colones/ aplicación	Costo por Ha. del producto fungicida (i.a metalaxil+mancozeb), sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Facturas y registro
Aplicación de herbicidas (opción 1)	8.610,00	Colones/ aplicación	Costo por hectárea del producto insecticida (i.a Oxiflourfen), sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Aplicación de insecticidas (opción 1)	14.996,00	Colones/ aplicación	Costo por hectárea del producto insecticida (i.a Lambdacihalotrina y tiametoxam), sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Aplicación de insecticidas	29.120,00	Colones/ aplicación	Costo por Ha. del producto insecticida (i.a diazinon), sin el	Registros y facturas

(opción 2)			costo de mano de obra y equipo de aplicación.	
Aplicación de insecticidas (opción 3)	14.476,80	Colones/ aplicación	Costo por Ha. del producto insecticida (i.a Benzoylurea), sin el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Aplicación de insecticidas (opción 4)	19.652,00	Colones/ aplicación	Costo por Ha. del producto insecticida (i.a Methoxyfenozide), sin el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Aplicación de insecticidas (opción 5)	9.600,00	Colones/ aplicación	Costo por Ha. del producto insecticida (i.a Octaborato de sodio) para el control de hormigas, sin el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Aplicación foliar (opción 1)	15.475,50	Colones/ aplicación	Costo por Ha. del producto (Fosfito de potasio), sin el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Aplicación foliar (opción 2)	14.200,00	Colones/ aplicación	Costo por Ha. de sales (Nitrato de calcio), sin el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Aplicación foliar (opción 3)	6.780,00	Colones/ aplicación	Costo por hectárea de sales (Sulfato de magnesio), sin el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Fertilizaciones adecuadas	111.920,00	Colones/ aplicación	Costo de aplicación de fertilizantes en el cultivo de piña al inicio del desarrollo vegetativo; la primera fertilización se realiza en la siembra con 10-30-10 (alta en fósforo)	Registros y facturas
Fertilizaciones adecuadas	114.100,00	Colones/ aplicación	Costo de aplicación de fertilizantes en el cultivo de piña al inicio del desarrollo vegetativo; la primera fertilización se realiza en la siembra con 18-46-0 (alta en fósforo)	Registros y facturas
Aplicación de inductores	59.630,00	Colones/ aplicación	Costo por Ha. de los productos Etephon en mezcla con urea para la inducción floral en piña, sin el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Aplicación de inductores	46.922,50	Colones/ aplicación	Costo por hectárea de los productos Etileno en mezcla con carbón activado para la inducción floral en piña, sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas

Monitoreo	2.500,00	Colones/ labor	Costo por realizar Monitoreo de plagas y de inducción en una hectárea de 10.000 m2.	Registros
Preparación de suelos	580.000,00	Colones/ labor	Costo por realizar la preparación de suelos en una hectárea. Se realiza la trituración (dos veces) de material vegetal, el subsolado (dos veces, una perpendicular a la otra) para mejorar infiltración e incorporar el material vegetal, el paso de rastra para afinar el suelo, el encamado alto para la siembra y los drenajes secundarios y terciarios para facilitar la salida de agua.	Registros
Drenajes	200.000,00	Colones/ labor	Costo por hectárea para realizar 200 metros de drenajes secundarios y terciarios en medio del área de siembra para disminuir la capa freática del suelo y la salida de agua encharcada.	Registros y facturas
Ceniceros o gavetas	50.000,00	Colones/ labor	Costo por hectárea para realizar gavetas o ceniceros en los drenajes para recolectar la sedimentación del suelo que se desprende a causa de la erosión hídrica.	Registros y facturas

Cuadro 13. Costo colones/ hectárea de la implementación de las prácticas adicionales que se identificaron para la reducción de impacto de eventos climáticos en piña.

Tabla de Costos/Hectárea				
Práctica	Costo C\$/Ha	Unidad	Descripción	Documentabilidad
Análisis de fruta	10.000,00	Colones/ labor	Costo del análisis de corteza y pulpa de 6 frutas de piña para evitar desbalances nutricionales que afecten la productividad y así mejorar el índice de cosecha	Registros y facturas
Análisis foliar	10.000,00	Colones/ labor	Costo del análisis foliar de 20 hojas de piña para evitar desbalances nutricionales que afecten la productividad y así mejorar el índice de cosecha	Registros y facturas
Aplicación de fitohormonas (opción 1)	26.890,00	Colones/ aplicación	Costo por Ha. de giberelinas para aumentar el crecimiento vegetativo de la planta, sin el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Aplicación de fitohormonas (opción 2)	10.545,00	Colones/ aplicación	Costo por Ha. de citoquininas para aumentar el crecimiento vegetativo de la planta, sin el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Aplicaciones nocturnas	ND	ND	Las aplicaciones nocturnas en muchos casos aumentan el costo de mano obra, ya que el horario nocturno según la constitución tiene que ser pagada a un precio más alto.	ND
Aumento de agua/aplicación	ND	ND	ND	ND
Control biológico (opción 1)	25.371,00	Colones/ aplicación	Costo por hectárea del producto biológico <i>Bacillus subtilis</i> para el control de enfermedades, sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Control biológico (opción 2)	23.000,00	Colones/ aplicación	Costo por hectárea del producto biológico <i>Trichoderma</i> para el control de enfermedades, sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Control biológico	16.580,00	Colones/ aplicación	Costo por hectárea del producto biológico <i>Bacillus</i>	Registros y facturas

(opción 3)			<i>thuringiensis</i> para el control de plagas, sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	
Control biológico (opción 4)	11.000,00	Colones/ aplicación	Costo por Ha. del producto biológico <i>Metarrizium</i> para el control de plagas, sin el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Poda de hojas	40.000,00	Colones/ labor	Costo por realizar chapia o poda de hojas para evitar o reducir la inducción natural en una hectárea de 10.000 m ² .	Registros
Protector solar (opción 1)	20.075,00	Colones/ aplicación	Costo por Ha. del producto i.a Oxido de sílice para la protección de la fruta, sin el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Protector solar (opción 2)	57.400,00	Colones/ aplicación	Costo por Ha. el producto i.a Caolin para la protección de la fruta, sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Protector solar (opción 3)	27.540,00	Colones/ aplicación	Costo por hectárea del producto Ácidos grasos para la protección de la fruta, sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Protector solar (opción 4)	9.750.000,0	Colones/ labor	Costo por hectárea de 10.000 m ² de sarán para la protección de la fruta, sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Selección de hijos	ND	ND	ND	ND
Siembra de plantas de piña en drenajes	25.000,00	Colones/ labor	Costo por hectárea de la siembra de semilla de piña dentro de los drenajes para evitar pérdida de suelo, se colocan tres piñas en forma transversal al drenaje y el costo de mano de obra no se cuantifica ya que eso se realiza al mismo tiempo de la siembra.	Registros y facturas
Diques en drenajes	50.000,00	Colones/ labor	Costo por hectárea de mano de obra para colocar sacos rellenos de suelo en los drenajes para evitar pérdida de suelo, se colocan a cada 10-	Registros y facturas

			15 metros en forma transversal al drenaje.	
Trampas	14.832,00	Colones/ labor	Costo por hectárea por la fabricación de 50 trampas atrayentes para insectos; incluyendo el valor de las bolsas	Registros y facturas
Riego	87.500,00	Colones/ labor	Costo de la aplicación de riego por sprayboom para el cultivo de piña en una hectárea de siembra. Aproximadamente se aplican 2000-3000 litros de agua en una aplicación de fungicidas o insecticidas por hectárea. Al aplicar solo agua, se puede aumentar la carga a 6000-7000 litros por hectárea.	Registros y facturas
Cobertura plástica	1.450.000,00	Colones/ labor	Costo por hectárea de 6 rollos de plástico negro (200 metros de largo x 16 metros de ancho) y la mano de obra que requiere para la instalación de la cobertura plástica en una hectárea de siembra.	Registros y facturas
Canales perimetrales	360.000,00	Colones/ labor	Costo por hectárea para realizar 300 metros de drenajes primarios que recibe el agua de los drenajes secundarios y terciarios. Estos canales se hacen alrededor del área de siembra.	Registros y facturas
Uso de datos climáticos	13.200,00	Colones/ labor	Costo de la compra de una estación meteorológica para utilizar datos del clima.	Registros

ANÁLISIS DE APTITUD AGRÍCOLA ACTUAL DEL CULTIVO DE PIÑA BASADO EN UN MODELO EXPERTO

1. Sistematización de las condiciones agroclimáticas óptimas para el desarrollo productivo de la piña

La piña como todo cultivo requiere de una serie de factores edafo-climáticos para su debido desarrollo. Entre estos factores, se resaltan: tipos de suelos, pH, pendiente, altitud (msnm), precipitación (mm), sequía (meses) y temperatura. Dichos factores biofísicos son referidos a continuación en condiciones de aptitud óptima, media y deficitaria. Es importante recalcar que esta descripción obedece a una revisión exhaustiva de la información existente, así como a las consultas realizadas a los especialistas locales y nacionales del cultivo de la piña.

Piña:

- *Tipos de suelos:* como condición óptima del tipo de suelo, están los ultisol, mollisol, andisol/ultisol y ultisol/inceptisol; media los de tipo inceptisol, alfisol/inceptisol, molisol/alfisol y molisol/inceptisol; y como deficitaria de tipo alfisol, alfisol/entisol, entisol, entisol/andisol, entisol/histosol, espodosol, histosol, vertisol, entre otros.
- *pH:* óptima entre los rangos de 5-5,5; media $>4,5 < 5$ y $>5,5 \leq 6$; y deficitaria entre los rangos de $<4,5 > 6$.
- *Pendiente:* óptima entre 0-5%; media $>5 \leq 10\%$; y deficitaria $>10\%$.
- *Altitud:* óptima 0-450 msnm; media $>450 \leq 800$; y deficitaria >800 .
- *Precipitación:* óptima 1500-1800; media con rango $>1000 < 1500$ y $>1800 \leq 2500$; y deficitaria con rango $<1000 > 2500$.
- *Sequía:* óptima 1; media $<1 \leq 2$; y deficitaria >2 .
- *Temperatura:* óptima de 22-28°C; media $>18 < 22$ y $>28 \leq 35$; y deficitaria $<18 > 35$.

2. Análisis de aptitud para el cultivo de la piña basado en la metodología multicriterio

El análisis de aptitud fue validado a través de consultas a especialistas, esta actividad de validación recayó en los factores edafo-climáticos que son determinantes para el desarrollo del cultivo de la piña. Los factores conciernen al tipo de suelos (orden), pH, pendiente en %, altitud (msnm), precipitación media anual, meses secos y temperatura media anual. En este proceso, se le asignó a cada factor o variable utilizada para determinar la aptitud diferentes pesos ponderados de acuerdo con su importancia relativa en la productividad, utilizando una escala común. Finalmente para mejorar la distribución de la condición bajo la cual se establece el sistema productivo de la piña en el país, se definieron tres escenarios, los cuales representaría el desarrollo productivo del cultivo de la piña, en óptima, media y deficitaria (cuadro 14).

Cuadro 14. Variables de aptitud agrícola actual del cultivo de la piña, Costa Rica

Condición	Óptima							Media							Deficitario						
	Variables*	Tipo suelos (orden)	pH	Pendiente %	Altitud (msnm)	Precipitación (mm)	Sequía (meses)	Temp. °C	Tipo suelos (orden)	pH	Pendiente %	Altitud (msnm)	Precipitación (mm)	Sequía (meses)	Temp. °C	Tipo suelos (orden)	pH	Pendiente %	Altitud (msnm)	Precipitación (mm)	Sequía (meses)
VALORES	Ultisoles (2)	4,5 - 5,5 (1; 3)	<2% (3)	100-250 (1;4)	1500-1800 (1;4)	5 (1;4)	28-30 (1;3;4)	Inceptisol (2)	5,5-6 (1;3)	<6 (3)	250-600 (1;4)	1200-2000 (1;4)		20-35 (1;3;4)		>6,0 (3)		>600 (1;4)	<1200 o >2000 (1;4)		<20- >36 (1;3;4)
Expertos (5)	Ultisoles, Mollisoles, Andisoles /ultisoles, Ultisoles /Inceptisoles	5-5,5	0-5%	0-≤450	1500-1800	1	22-28	Inceptisol, Alfisoles/Inceptisoles, Mollisoles/Alfisoles, Mollisoles/Inceptisoles	>4,5 o <5 o >5,5 -≤6	>5- ≤10%	>450- ≤800	>1000 - <1500 o >1800 - ≤2500	<1-≤2	>18- <22 o >28- ≤35	Indiferente	<4,5 o >6	>10	>800	<1000 o >2500	>2	<18 o ≥35
Importancia (%) (1;5)	10	10	10	10	25	15	20														
	10	10	10	10	25	20	15														
	10	15	7.5	7.5	20	25	15														
100	10	12	10	10	23	20	15	PROMEDIO													

(1): Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). 2007. Cadena agroalimentaria del cultivo de piña en distrito de Chires de Puriscal. Chires, Puriscal
(2): Meléndez, G., & Molina, E. (2001). FERTILIDAD DE SUELOS Y MANEJO DE LA NUTRICIÓN DE LOS CULTIVOS EN COSTA RICA. San José: Centro de Investigaciones Agronómicas
(3): Uriza D. 2011. Paquete tecnologico piña MD2 (Ananas comosus var. comosus); Establecimiento y mantenimiento. Veracruz, Mexico.
(4): Méndez G. 2010. Evaluación preliminar de la floración natural del cultivo de piña (Ananas comosus) híbrido md-2, de acuerdo a cuatro zonas altitudinales en la región Huetar norte de Costa Rica. Tecnológico de Costa Rica. San Carlos, Costa Rica
(5): Consultas a expertos/especialistas.

A partir de los factores o variables de aptitud agrícola se elabora el mapa de aptitud actual del cultivo de la piña bajo un análisis multicriterio con siete variables debidamente ponderadas. Estas variables pertenecen a capas en formato ráster, se mantuvo un marco de trabajo similar en todas las capas (homogenización de las capas).

La resolución espacial de trabajo es de 30 metros. Posterior a la rasterización espacial y a la aplicación del modelo multicriterio, se obtuvo el mapa de aptitud para el cultivo de la piña, con una clasificación por condición de aptitud de muy baja / deficitaria, baja, media, muy buena y óptima, ver mapa a continuación.

Es importante considerar que la información utilizada se encuentra en una escala de resolución de 1:200 000, esta puede generar incertidumbre al momento de tratar de plantear un análisis e interpretación a nivel de finca. Se recomienda tener presente que, al usar esta información de aptitud agrícola con escala pequeñas, se pueden producir ciertos errores de definición y de apreciación.

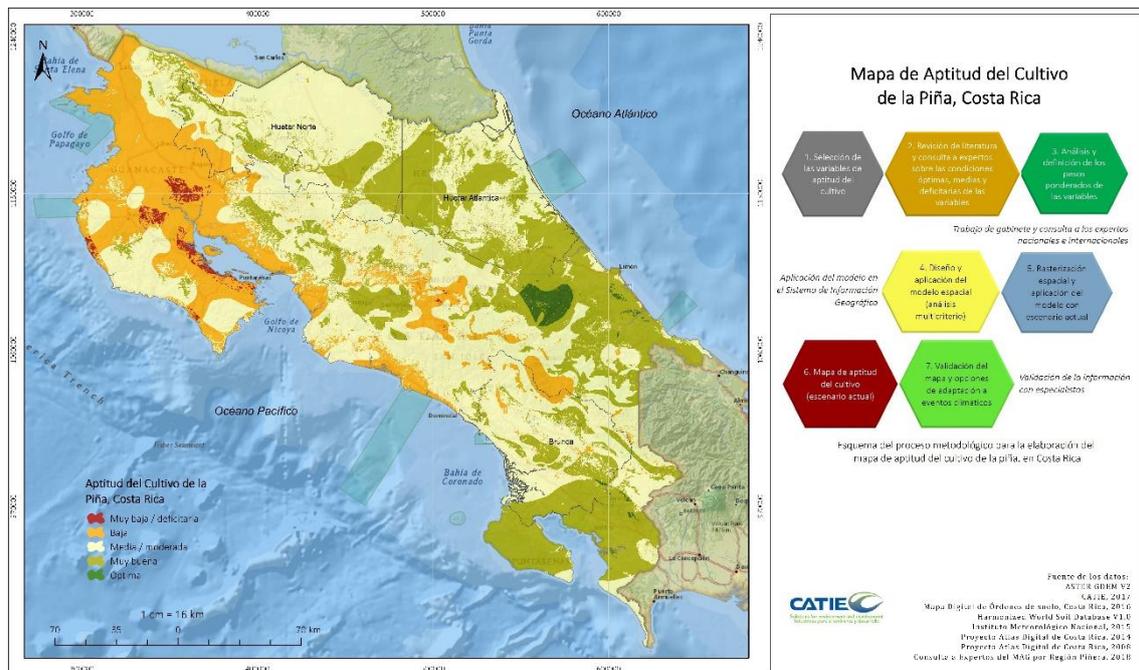


Figura 6. Mapa de aptitud del cultivo de la piña, Costa Rica

BIBLIOGRAFÍA

- ARAVENA J. 2005. La expansión piñera en Costa Rica. La realidad de los perdedores de la agroindustria exportadora de la piña. COECOceiba. Costa Rica.
- Arellano G., Vergara C., Bello S. (2015) Plagas entomológicas y otros artrópodos en el cultivo de piña (*Ananas comusus var comusus*) en Chanchamayo y Satipo, departamento de Junin, Perú. Lima, Perú. 15p.
- Brenes S., Agüero R. (2007) Reconocimiento taxonómico de arvenses y descripción de su manejo, en cuatro fincas productoras de piña (*Ananas comusus*) en Costa Rica. 8p.
- Cubero D., Sandí V. 2014. Técnicas agroambientales para el manejo del cultivo de piña. Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria. San José, Costa Rica.
- EARTH. 2004. Perfil de producto; Piña. Universidad EARTH. Guácimo, Costa Rica.
- García A., Rodríguez M. (2011) Manual de buenas prácticas agrícolas para la producción de piña en Costa Rica. Proyecto Colombia, Costa Rica, Nicaragua: Reduciendo el escurrimiento de plaguicidas al mar Caribe. BANACOL. 72p.
- Green, J. Nelson, A. 2015. Heart and Root Rots of Pineapple. University of Hawaii. College of tropical agriculture and human resources. Tomado el 10/7/2017, disponible en: <https://www.ctahr.hawaii.edu/oc/freepubs/pdf/PD-106.pdf>
- Hernández R. (1998) Los nematodos parásitos de la piña: Opciones para su manejo. Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical. Habana, Cuba. 30p.
- Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC). 2015. VI Censo Nacional Agropecuario; Resultados Generales. San José, Costa Rica.
- Jiménez E., Rodríguez O. (2014) Insectos: plagas de cultivos en Nicaragua. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 227p.

- Kaneshiro, W. Burger, M. Vine, B. de Silva, A. Alvarez, M. Characterization of *Erwinia chrysanthemi* from a Bacterial Heart Rot of Pineapple Outbreak in Hawaii. Univerdisidad de Hawaii. ISBN: 1444-1450a. 10 p.
- León D. (2007) Diagnostico y dinámica poblacional de nematodos en el cultivo de piña (*Ananas comosus*) finca el Tremedal S.A, San Carlos. Costa Rica. 76p.
- Maglianesi M. 2013. Desarrollo de las piñeras en Costa Rica y sus impactos sobre ecosistemas naturales y agro-urbanos. UNED. San José, Costa Rica.
- Méndez G. 2010. Evaluación preliminar de la floración natural del cultivo de piña (*Ananas comosus*) híbrido md-2, de acuerdo a cuatro zonas altitudinales en la región Huetar norte de Costa Rica. Tecnológico de Costa Rica. San Carlos, Costa Rica
- Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). 2007. Cadena agroalimentaria del cultivo de piña en distrito de Chires de Puriscal. Chires, Puriscal.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG); Servicio Fitosanitario del Estado. 2010. Manual de buenas prácticas agrícolas para la producción de Piña. San José, Costa Rica.
- Nor-atlántica de Costa Rica. (2009) Guía de identificación y manejo integrado de plagas y enfermedades en piña. Costa Rica.
- Pérez, A. Chamorro, L. Romero, J. 2014. Presencia del hongo *Thielaviopsis paradoxa* causante de la pudrición negra de la piña oro miel en el departamento de Sucre. Revista Colombiana Ciencia Anim 2014; 345p.
- Pac p. (2005) Experiencias en el cultivo de piña (*Annanas comosus* (L) Merr.) con el híbrido MD-2 en finca la plata, Coatepeque, Quetzaltenango. San Carlos, Guatemala 61p.
- Santos B. (2014) Fertilización exitosa en caficultura orgánica. Revista el cafetal. Anacafé. Guatemala. 24p.

Vargas, E. (2011) Guía de identificación y manejo integrado de plagas en piña. PROAGROIN. REPCAR. 30p.

Vásquez O. (2000) Manejo de la cochinilla (*Dysmicoccus brevipes*) en el cultivo de piña orgánica en la zona del lago de Yojoa, Honduras. Zamorano, Honduras. 67p.

Zhang, H. N., Sun, W. S., Sun, G. M., Liu, S. H., Li, Y. H., Wu, Q. S., & Wei, Y. Z. (2016). Phenological growth stages of pineapple (*Ananas comosus*) according to the extended Biologische Bundesantalt, Bundessortenamt and Chemische Industrie scale. *Annals of Applied Biology*, 169(2), 311-318.

ANEXOS

ANEXO 1. GLOSARIO DE TÉRMINOS UTILIZADOS DURANTE LA CONSULTA A EXPERTOS

Glosario de términos agronómicos

Eventos climáticos

Déficit Hídrico: se refiere a la falta de agua para las plantas, ya que la cantidad de precipitaciones es inferior a la normal. Si la disponibilidad de agua es menor al 80% del promedio se refiere a sequía (Muñoz & Navarro, 2011).

Deslizamientos de tierra: es el movimiento en masa sobre terrenos con alta pendiente, que involucran la movilización de suelo, rocas o la mezcla de ambos; provocados por el exceso de agua o por efecto de la fuerza de gravedad (CENEPRED, 2014).

El Niño: es un fenómeno climático que provoca alteraciones en la circulación océano-atmosférico que afecta el régimen de lluvias y origina sequías prolongadas, principalmente en el litoral pacífico de Centroamérica (Angulo, 2015).

Erosión: es un fenómeno natural que consiste en el desprendimiento y pérdida de las partículas del suelo, producto de las corrientes de agua; así mismo, la erosión disminuye la capacidad del suelo de almacenar agua y provoca la pérdida de nutrientes y materia orgánica (Peña, 2013).

Fuertes vientos: según el CENEPRED (2014), viento se refiere al desplazamiento del aire en la atmósfera con relación paralela a la superficie terrestre que varía su velocidad constantemente. Fuertes vientos según De Melo (consulta personal, 8 de febrero de 2017), es cuando la velocidad del viento alcanza velocidades alrededor de 50 Km/h; provocando daños físicos a la planta y caída de árboles en la plantación.

Granizos: se refiere a una precipitación sólida en forma de bolas o grumos irregulares de hielo; las cuales se forman por fuertes corrientes ascendentes en las nubes convectivas que elevan las gotas a áreas muy frías, donde se forman las partículas de hielo (Gutiérrez et al, 2013).

Huracanes: se refiere a una tormenta tropical que alcanza vientos de mayor de 74 mph (118 Km/h); es de forma giratoria y circulan alrededor de un vórtice de baja presión barométrica (CENAPRED, 2007).

Inundación: fenómeno producido por el exceso de lluvias intensas o continuas que sobrepasan la capacidad de campo del suelo, supera el volumen máximo de transporte de los ríos; los cuales se desbordan e inundan los campos (CENEPRED, 2014).

La Niña: es un fenómeno océano-atmosférico que produce la alteración de las condiciones climáticas, esta consiste en un enfriamiento anormal de la temperatura superficial de las aguas del océano pacífico, provocando el aumento de precipitaciones y vientos ecuatoriales de este a oeste (Retana & Solano, S.f)

Lluvias fuertes: son precipitaciones de alta intensidad de agua líquida o sólida (granizos), que comienzan y acaban bruscamente; su duración puede ser relativamente corta y varían violentamente su intensidad (Segerer & Villodas, 2006).

Lluvias intermitentes: se refiere a la caída de lluvias esporádicas de un lapso muy corto de tiempo en meses de sequía; son muy recurrentes en la época de verano y provoca estrés en la planta (E. De Melo, consulta personal, 8 de febrero de 2017).

Lluvias prolongadas: se refiere a la caída de lluvias por al menos 3 o 4 días consecutivos sin detenerse y en forma continua (E. De Melo, consulta personal, 8 de febrero de 2017).

Neblina: es la manifestación visible de gotas suspendidas en la atmósfera o cerca de la superficie de la tierra, reduciendo la visibilidad y la entrada de luz; se origina cuando la temperatura y el punto de rocío del aire presentan valores similares (IMN, S.f).

Nubosidad: se refiere a una fracción del cielo cubierto por un cierto grupo de nubes o combinación de las mismas (IMN, S.f).

Sequías prolongadas: fenómeno complejo que contempla un periodo de tiempo con condiciones meteorológicas anormalmente secas, suficientemente prolongado como para que la falta de precipitación cause un grave desequilibrio hidrológico (CENEPRED, 2014).

Tormentas eléctricas: perturbación violenta de la atmósfera ligada a los movimientos verticales del aire y acompañada de fenómenos mecánicos (viento y precipitaciones) y eléctricos (relámpagos y truenos) (IMN, S.f).

Tormentas tropicales: es una masa de aire cálida y húmeda con vientos fuertes que giran en forma de espiral y al sentido contrario de las manecillas del reloj; la velocidad de los vientos comprenden entre 63 a 118 Km/h. Si los vientos aumentan a 118 Km/h pasa a formar un huracán y si bajan de 63 Km/h es una depresión natural (CENAPRED, 2007).

Tornados: es una violenta columna de aire en rotación que se extiende desde una nube inestable hasta alcanzar la superficie. La velocidad del viento puede alcanzar entre 20 a 45 Km/h (IMN, S.f)

Radiación: es el proceso o transferencia de energía mediante ondas electromagnéticas que no necesitan un medio material para propagarse. Es de suma importancia para la realización de fotosíntesis; pero en periodos de altas intensidades afectan procesos en los organismos (Carrasco, 2009).

Prácticas para reducir el impacto de los eventos climáticos

Análisis de fruta: consiste en seleccionar frutos de piña aleatoriamente para realizar un análisis de textura/firmeza del tejido para determinar los periodos de cosecha más oportunos y los días de conservación de la fruta mediante un penetrómetro; análisis de apariencia de la fruta para medir el tamaño, observar el color externo e interno de la fruta y si hay presencia de defectos en la forma y la corteza del fruto. Además de medir los contenidos de azúcares (grados brix) y los grados de acidez con un refractómetro que representa el índice de sólidos solubles (sacarosa) disueltos en el contenido de agua en la fruta (Calderón, 2010).

Análisis foliar: es una herramienta vital para la toma de decisiones principalmente para la fertilización granular y las aplicaciones foliares; ya que demuestra en términos muy generales el contenido de elementos dentro de la planta y si existen algunos desbalances o deficiencias que disminuyan el rendimiento del cultivo. La muestra es aleatoria y para el caso de piña se toma la parte basal de la hoja más larga (20 plantas por lote muestreado), se anota la edad del cultivo, nombre del cultivo, nombre del lote y el lugar donde se muestreo (Bertsch, 2007).

Aplicación de fitohormonas: se basa en uso de productos o sustancias orgánicas que promueven, inhiben o modifican los procesos fisiológicos en la planta; pueden actuar como transmisores de señales químicas que llevan la información a los receptores directamente de una señal ambiental o del genoma. Existe una gran variedad de hormonas vegetales y cada una está determinada a funciones específicas dentro de la planta; las más utilizadas son las auxinas, citoquininas, giberelinas y ácido abscísico (Raven et al. 1992; Quilambaqui, 2003).

Aplicación de inductores: se refiere a la aplicación de hormonas a la planta que inducen la floración artificial en el cultivo de piña; lo que favorece la homogeneidad de las frutas, la recolección y acorta los periodos para cosechar. Las hormonas más utilizadas en el país son el acetileno, ethrel, ethephon y el etileno (este último se recomienda en mezcla con carbón activado); estos productos generan modificaciones en los procesos químicos y fisiológicos de la planta que cambiar de meristemo vegetativo a meristemo reproductivo (Basantes & Chasipanta, 2012).

Aplicación de fungicidas preventivos y curativos: se basa en la utilización de productos químicos para el control de enfermedades; su mecanismo de acción puede ser preventivo (se aplica en ausencia de la enfermedad) o curativo (paraliza o detiene el crecimiento del patógeno) (Carmona, 2005). Según Consulta a expertos 2017, se alternan las moléculas para evitar resistencia de la enfermedad y no se aplica en la fase de maduración por el efecto residual que pueden tener los productos. Los productos más utilizados son:

- Carbendazim (2L/Ha)
- Ethotrophos (7 L/Ha)
- Fosetil Aluminio (5 Kg/Ha)
- Propicanizol (2 L/Ha)
- Metalaxil-mancozeb (2 Kg/Ha)

Aplicación de herbicidas: se refiere al uso de productos de origen químico o biológico para el control de malezas que alteran la fisiología de la planta e impide el desarrollo; para el cultivo de piña el control de malezas es muy importante en los primeras fases por la competencia de agua, luz y nutrientes (Salazar & Hincapié, 2007). Después de preparar el suelo se aplica un preemergente (oxifluorfen) que sirve como sello para evitar la nacencia de malezas; ya después de los primeros dos meses el cultivo se expande y no permite la entrada de luz para el desarrollo de plantas arvenses.

Aplicación de insecticidas: consiste en la utilización de productos químicos para controlar problemas fitosanitarios que afectan al cultivo principalmente insectos. Los productos insecticidas varían el modo de acción y la forma de actuar dependiendo del ciclo o estado de desarrollo en que se presente la plaga. Los insecticidas pueden ser de ingestión, de contacto, combinados (ingestión y contacto) o sistémicos (Asociación Correntina de Plantadores de Arroz (ACPA), 2008). Los productos más utilizados son:

- Diazinon (4 L/Ha)
- Methoxyfenozide (0,4 L/Ha)
- Benzoylurea (0,3L/Ha)
- Lambdacihalotrina y tiametoxam (0,2 L/Ha)

Aplicación foliar: Es una práctica para suministrar nutrientes que corrigen deficiencias en forma rápida, oportuna, económica y eficiente. Se aprovecha la capacidad que poseen las plantas de nutrirse a través de las hojas por medio de la aplicación de sales solubles en agua. Las aplicaciones foliares son utilizadas por lo general para corregir deficiencias de elementos menores. Para el caso de macronutrientes como potasio, nitrógeno y fósforo solo se puede completar pero no sustituir la aplicación al suelo. Esto se debe a las bajas dosis empleadas en la aplicación foliar comparadas con las dosis aplicadas al suelo para la obtención de buenos rendimientos (Centro de Investigaciones Agronómicas (CIA), 2002).

Aplicaciones nocturnas: consiste en realizar la aplicación de productos químicos u orgánicos en horas frescas de la noche para aumentar la eficiencia y evitar pérdidas de producto por volatilización o por deriva. Está labor se recomienda especialmente para la inducción en la piña, ya que al utilizar un gas como el etileno para inducir la floración y en días con alta temperatura o baja disponibilidad de agua en el suelo; el porcentaje de pérdidas por volatilización aumenta y provoca desuniformización de la floración. Las aplicaciones nocturnas de insecticidas aumentan la eficiencia en el control de plagas (en su mayoría nocturna) al utilizar productos de contacto y la aplicación de foliares es más efectiva; ya que la planta en la noche abre sus estomas y absorbe mayor cantidad de nutrientes (consulta a expertos, 2017).

Aumento en la cantidad de agua de la aplicación: esta labor consiste en aumentar los volúmenes de agua al momento de la aplicación para disminuir el estrés de la planta principalmente por sequía o altas temperaturas; regularmente por aplicación se utiliza un aproximado de 2000 L de agua por hectárea y al aumentar los volúmenes de agua, se aplican entre 4000-5000 L por hectárea (consulta a expertos, 2017).

Canales perimetrales: es un tipo de drenaje utilizado para delimitar los lotes dentro de la parcela y su objetivo principal es recolectar todo el suelo o sedimento que se desprende de los lomillos por causa de las lluvias; estos canales son más profundos y se les da mantenimiento cada tres años para reincorporar el sedimento en los lotes cultivables (consulta a expertos, 2017).

Caniceros o gavetas: son obras de conservación de suelos que consiste en realizar una excavación dentro de los drenajes para la recolección de las partículas de suelo que son transportadas por escorrentía; la gaveta se recomienda que presente entre 10-20 cm de profundidad, 50 cm de ancho y 60 cm de largo para facilitar la recolección del sedimento colectado (Raudes & Sagastume, 2009; FAO, 2000).

Cobertura plástica: esta labor consiste en la colocación de material plástico para cubrir el suelo (principalmente los lomillos) y evitar el desprendimiento de partículas de suelo por la caída de lluvias o por erosión eólica. Esta cobertura incrementa la productividad del cultivo por el aprovechamiento del fertilizante, aumenta la disponibilidad de agua, reduce la cantidad de aplicaciones químicas; ya que disminuye la proliferación de enfermedades, plagas y malezas (García & Rodríguez, 2011).

Cobertura vegetal: esta práctica consiste en dejar crecer de forma temporal o permanente una cobertura vegetal viva en el suelo dispuesto para la siembra de algún cultivo. Las coberturas por lo general se dejan crecer o se cultivan para llenar vacíos de tiempo o espacio del cultivo principal en el cual permanece el suelo descubierto y expuesto a la erosión. El propósito es proteger y mejorar la fertilidad así como la estructura del suelo, controlar plagas (malezas, insectos, patógenos). Ayuda a solventar los problemas de infiltración y escorrentías, con la ventaja de proveer una cubierta de residuos que ayudan a regular temperaturas y conservar humedad. Estos beneficios se verán directa o indirectamente evidenciados en los resultados del cultivo principal. Un aspecto clave a considerar es la debida selección, manejo y control de las especies utilizadas como coberturas para no generar competencia al cultivo principal. Las leguminosas son una excelente opción para utilizar en esta práctica, ya que ayudan también con la fijación de nitrógeno al suelo (Sanchol & Cervantes, 1997).

Control biológico: se refiere al uso de organismos o productos de origen biológico que aumentan el control en las poblaciones de plagas e incidencias de patógenos. Es una estrategia alternativa que se basa en el uso de los principios ecológicos para aprovechar al máximo los beneficios de la biodiversidad en la agricultura; aplicándola como herramienta de manejo integrado de plagas, donde se tienen básicamente uso de productos biológicos e insectos benéficos; además que representan bajo riesgo para las personas o el medio ambiente (Serrano & Galindo, 2007; Nicholls, 2008; Nava, et al., 2012). El control biológico se tiene el uso de organismos como:

- Bacterias entomopatógenas: son microorganismos unicelulares que pueden causar infecciones leves en los insectos para realizar el control de los mismos (Carballo & Guaharay, 2004). La de mayor uso es la *Bacillus thuringiensis*, que controla gusanos de suelo, barrenadores, novia del arroz y langostas (Suquilanda, 2003).

- Hongos entomopatógenos: son un grupo de microorganismos que ayudan al control de poblaciones de insectos. Estos hongos han sido ampliamente estudiados y presentan dentro de sus características un micelio septado y ramificado (Carballo & Guaharay, 2004). De las más destacados se encuentran: *Beauveria bassiana* (modo de acción similar al *Bacillus thuringiensis*, pero principalmente se usa para control de microbiano de plagas); *Metharrizium anisopliae* (control microbiano y de especies Cercópidos), *Verticillium lecanii* (principalmente para control de áfidos) (Suquilanda, 2003).
- Hongos antagónicos: son microorganismos que presentan efectos antagónicos con hongos patógenos que causan enfermedades a los cultivos. Los más destacados son los del género de *Gliocladium* y *Trichoderma*. Este último es el más utilizado para el control de un grupo importante de patógenos del suelo. Su efecto es hiperparasitismo, aunque algunas especies y cepas pueden producir metabolitos bioactivos que incrementan su acción. Alta capacidad de colonización en la planta, que le permite proteger a la misma ante hongos que atacan a la misma (Fernández, 2001).

Drenajes: se refiere a obras o canales que se construyen sobre la superficie del terreno para eliminar los excesos de agua en la plantación, disminuyendo los niveles freáticos, mejorando la aireación y aumenta el acceso nutricional del suelo (Liotta, 2015).

Fertilización adecuada: para esta práctica se vuelve necesario contar con un análisis de suelo, que permita conocer el funcionamiento de la dinámica físico-química del mismo, con la finalidad preparar las formulaciones de fertilizantes necesarios para una aplicación eficiente y uso racional de los recursos. De esta forma se realiza una incorporación de productos orgánicos e inorgánicos que proporcionen las cantidades adecuadas de nutrientes que requieren las plantas para llevar a cabo sus funciones metabólicas (Santos, 2014). La práctica se fundamenta en establecer un adecuado plan de fertilización donde se consideran componentes como: la dosis de aplicación, fuentes o tipo de fertilizante, época y forma de aplicación. Los planes de fertilización serán exclusivos para cada finca o lote basado en los resultados de los análisis previos (Tinoco & Acuña, 2009).

Según Consulta a expertos 2017, en las aplicaciones de fertilizantes, se emplean productos como: Para el caso de los fertilizantes, las fórmulas empleadas varían según sean las necesidades que se tengan que cubrir en cada una de las regiones (Consulta a expertos 2017).

Monitoreo para control de plagas: es una práctica que consiste en darle un seguimiento constante al cultivo que permita la identificación de plagas que puedan incidir directa o indirectamente en el cultivo con el objetivo de llevar a cabo un control preventivo y disminuir sus impactos. Es una estrategia básica y efectiva para atender el problema provocado por las plagas más importantes, de mayor cobertura y recurrencia en el país. La práctica permite determinar con buenos criterios y alta representatividad los niveles de control óptimos (Chaves & Salazar, 2012).

Monitoreo de inducción: esta práctica se realiza para cuantificar la eficiencia de las aplicaciones de hormonas o inductores para la floración artificial y consiste en muestrear plantas (siete días después de inducir) en forma aleatoria, las cuales se cortan por la mitad para observar si

meristemo apical muestra una punta o elevación que indique que está en estado reproductivo; si la muestra presenta menos del 95% de plantas forzadas, es necesario otra aplicación para aumentar la cantidad de plantas en estado reproductivo (Basantes & Chasipanta, 2012).

Riego: está práctica consiste en suministrar agua a un cultivo por medios artificiales cuando la demanda el recurso hídrico es de suma importancia para el desarrollo del mismo. Práctica que se realiza principalmente en períodos lluvia deficiente o nula (Instituto Nacional de Seguros (INS), 2015). Según Santos, *et al.* (2010), los métodos de riego pueden clasificarse de la siguiente forma:

- Riego de superficie o por gravedad: este comprende al riego por inundación, en lotes y surcos cortos o en lotes nivelados. También se incluye el riego por infiltración en surcos o en fajas y el riego por escorrentías.
- Riego por aspersión: sistemas estáticos, fijos o móviles, con sistemas de cañón o ala sobre carro tirada por enrollador o por cable así como sistemas de lateral móvil, pivotante o desplazamiento lineal.
- Riego localizado o microriego: donde se tiene al riego por goteo, por difusores, por tubos perforados o poros, micro-aspersión y el riego sub-superficial por tubos perforados y tubos porosos.
- Riego subterráneo: realizado por control de la profundidad de la capa freática.

Para el caso del cultivo de piña en Costa Rica, el riego utilizado es el de riego por aspersión por cañón o la aplicación de agua con el sprayboom para las regiones de Huetar Norte y Caribe (Consulta a expertos, 2017).

Poda de hojas: la práctica se refiere al despunte de hojas de la planta de piña para evitar que el meristemo apical cambie de vegetativo a reproductivo; este proceso ocurre cuando la planta presenta algún estrés principalmente cuando hay bajas temperaturas y la planta ya alcanza su desarrollo para la inducción (consulta a expertos, 2017).

Preparación de suelos: es la principal labor en el cultivo de piña para evitar daños por problemas fitosanitarios y aumentar la productividad. El sector piñero tritura el rastrojo para incorporarlo y aumentar la cantidad de materia orgánica; después se da el pase de rastra para disminuir el tamaño de los agregados y la eliminación de malezas. Dependiendo de las características físicas del suelo se realiza el paso de un subsolador para mejorar la infiltración y la aireación al descompactar (principalmente el pie de arado); seguidamente se realizan o rectifican los drenajes primarios en la periferia de los lotes y la nivelación de los mismos para evitar el encharcamiento y la salida de agua hacia los drenajes. Posterior, se realiza otro pase de rastra para afinar el suelo e incorporar el encalado (depende productor); la preparación de las camas se deben de hacer en contorno (30 cm de alto, 65 cm ancho y 110 cm de centro a centro) y por último se realizan los drenajes terciarios y cuaternarios (García & Rodríguez, 2011).

Protector solar: se refiere a la aplicación de productos comerciales para proteger el fruto principalmente de la radiación solar; uno de los productos más utilizados es el protecsol® que es mineral activado que contiene óxido de sílice y materiales inertes que forman una película alrededor de la fruta evitando el daño por la radiación ultravioleta. Otro producto utilizado es el

Surround® que contiene un 95% de caolín que forma una barrera física que protege el fruto por radiación y estrés térmico (Ramírez, 2007).

Selección de hijos: consiste en la selección de semillas de siembra según su peso y tamaño para uniformizar la plantación; esta labor es de suma importancia para evitar la diferenciación floral (inducción natural) antes del periodo de inducción, evitar la recolección de frutas alternas que aumentan los costos, mantener la calidad y la uniformidad por lote de cosecha. Además, las semillas seleccionadas al ser uniformes aumentan productividad, ya que el grado de competencia por agua, luz y nutrientes es similar entre plantas (García, 2008).

Siembra de plantas de piña en drenajes: la práctica consiste en ubicar tres semillas de piña en forma transversal al diseño del drenaje para reducir la fuerza y velocidad del agua de escorrentía para evitar erosión; además de mantener altos porcentajes de sedimento y nutrientes (consulta a expertos, 2017).

Siembras a contorno: consiste en hacer surcos o hileras para establecer el cultivo en contra de la pendiente utilizando curvas a nivel. La práctica tiene como objetivo contrarrestar el paso del agua principalmente agua de lluvia que no logra filtrarse en el suelo, disminuyendo su velocidad y el arrastre de sedimentos y nutrientes que se desprenden de los lomillos. Se recomienda para cualquier clase de cultivo que se establezca en pendientes de terreno mayor al 5%. (Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA), 2011).

Subsolar el suelo: se basa en el uso de maquinaria agrícola con un implemento de picos para descompactar el suelo a una mayor profundidad para mejorar las condiciones de infiltración y drenajes del suelo (Pérez, Santana, & Rodríguez, 2015). Adicionalmente permite la mejor penetración de las raíces, ya que por lo general el trabajo de descompactación se realiza a profundidades considerables, donde las puntas de los subsoladores pueden alcanzar de 25 hasta 60 centímetros de inserción en el suelo. Esta práctica no debería ser considerada una actividad periódica sino como excepción por las condiciones que muestre el terreno (Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), 1996).

Trampas: es una práctica para el control del comportamiento de las plagas, éstas expresan señales, estímulos visuales, físicos y químicos que funcionan como atrayente (Estrada & López, 2011). El uso de trampas se realiza principalmente para el control de los adultos de tecla (*Strymon basilides*) las cuales son colocadas antes de la floración, ya que son atraídas por la coloración de la flor. Primero se realiza un monitoreo y después se colocan bolsas de color rojo con zapicol (atrayente en forma de cera líquida) en zonas con mayor influencia de adultos (Consulta a expertos, 2017).

Uso de coadyudantes: se refiere al uso de productos inertes que funcionan como transporte para que las moléculas aplicadas se esparzan en toda la planta y se adhieran para proporcionar que los productos no sean lavados por el agua de lluvia o por el riego. Se utiliza para las aplicaciones de fungicidas, insecticidas y la inducción floral (Sanz *et al.*, 2007).

Uso de datos climáticos: consiste en hacer uso de datos y predicciones climáticas para planificar la atenuación de los desastres de los desastres y el desarrollo sostenible. El objetivo es hacerle frente a todas las consecuencias del cambio climático (Organización Meteorológica Mundial (OMM),

2011). En la agricultura se vuelve importante para planificar las labores a realizar de tal forma que se aprovechen las condiciones climáticas favorables para los cultivos y a la vez se evite o reduzca los impactos negativos (Consulta a expertos, 2017). Según el Instituto Meteorológico Nacional (IMN) 2017, se cuenta con herramientas como las estaciones meteorológicas, que registran determinados elementos meteorológicos y llevan a cabo observaciones de fenómenos naturales y existen de 2 tipos:

- Estación Meteorológica Automática (EMA): equipo mide y registra datos meteorológicos, que son almacenados y transmitidos de forma automática, sin la necesidad de la presencia de personal. Utiliza sensores conectados a una unidad central para almacenar y procesar la información. Puede tener componentes de comunicación para transmisión de datos. Este equipo se instala en una torre de 2 m o 10 m, dependiendo de los parámetros a medir.
- Estación Meteorológica Mecánica. También conocida como tradicional, puede realizar en forma continua y mecánica registros de diferentes variables. Necesitan de personal u observador meteorológico, quien se encarga de realizar las lecturas de algunos de los aparatos de medición a determinadas horas del día, además debe de cambiar las bandas de registro de algunos instrumentos.

Literatura citada

Asociación Correntina de Plantadores de Arroz (ACPA). (2008). Guía de buenas prácticas agrícolas para el cultivo de arroz en corrientes. Instituto Nacional de Tecnologías Agropecuarias (INTA). Argentina: INTA. Recuperado el 25 de abril de 2017, de http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta- guia_bpa_arroz.pdf

Basantes S., Chasipanta J. (2012) Determinación del requerimiento nutricional del fosforo sobre la inducción floral en el cultivo de piña. Sangolquí, Ecuador. 101p.

Bertsch F. (2007) Muestreo foliar. Centro de Investigaciones Agronómicas. San José, Costa Rica. 6p.

Calderón V. (2010) Control de calidad en frutas y hortalizas frescas minimamente procesadas. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal. La Libertad, El Salvador. 3p.

Carballo M., Guaharay F. (2004). Control biológico de plagas agrícolas (primera ed.). Managua, Nicaragua: CATIE.

Carmona M. (2005) Roya asiática de la soja. Monitoreo, Fungicidas y su relación con la calidad de aplicación y éxito de control. Una visión desde la Fitopatología. Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires, Argentina. 9p.

Carrasco L. (2009) Efecto de la radiación ultravioleta-B en plantas. IDESIA. Chile. 18p.

CENAPRED (2007) Ciclones tropicales. Centro Nacional de Prevención de Desastres. México D.F, México. 35p.

CENEPRED (2014) Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales. Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres. Lima, Perú. 256p.

Centro de Investigaciones Agronómicas (CIA). (2002). Fertilización foliar; Principios y aplicaciones. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica: UCR.

Chaves M., Salazar J. (2012). Estrategias modernas de manejo y control de plagas en el cultivo de caña de azúcar en Costa Rica. Recuperado el 18 de mayo de 2017, de LAICA: Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar: <file:///D:/Usuario/Downloads/ESTRATEGIAS%20DE%20MANEJO%20DE%20PLAGAS%20EN%20EL%20CULTIVO%20DE%20LA%20CA%C3%91A%20DE%20AZUCAR4.pdf>.

Estrada A., López J. (2011) Relación de frutos de café inmaduros y calidad de taza. Revista

el cafetal. Anacafé. Guatemala. 20p.

FAO (2000). Manual de prácticas integradas de manejo y conservación de suelos. Boletín de tierras y aguas de la FAO. Roma, Italia. 234p.

Fernández, O. (2001). Avances en el Fomento de Productos Fitosanitarios No-Sintéticos: microorganismos antagonistas para el control. Manejo Integrado de Plagas (62), 96-100. Recuperado el 28 de abril de 2017, de <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A2120e/A2120e.pdf>

Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA). (2011). Guía sobre prácticas de conservación de suelos. La Lima, Honduras: FHIA.

García A. (2008) Tendencia de producción de hijos en el cultivo piña (*Ananas comosus* L. Merr) híbrido venecia gold, Venecia San Carlos. Instituto Tecnológico de Costa Rica. San Carlos, Costa Rica. 77p.

García A., Rodríguez M. (2011) Manual de buenas prácticas agrícolas para la producción de piña en Costa Rica. Proyecto Colombia, Costa Rica, Nicaragua: Reduciendo el escurrimiento de plaguicidas al mar Caribe. BANACOL. 72p.

Gutiérrez D., Riesco J., Díez E., Martín F., Núñez J., Sánchez J., Ferri M. (2013) Breve guía descriptiva de los fenómenos meteorológicos recogidos en el Sistema de Notificación de Observaciones Atmosféricas Singulares (SINOBAS). España. 37p.

Instituto Meteorológico Nacional (IMN). (2017). Estaciones meteorológicas e instrumentos de más uso en Costa Rica. Recuperado el 28 de abril de 2017, de Instituto Meteorológico Nacional: <https://www.imn.ac.cr/documents/10179/28035/Cat%C3%A1logo+B%C3%A1sico+de+Instrumentos+Meteorol%C3%B3gicos/3701f150-452d-44d3-9c58-19d94a01f28d?version=1.1>

Instituto Meteorológico Nacional (S.f) (En línea) Glosario. Instituto Meteorológico Nacional de Costa Rica. Consultado el 30 ene 2017. Disponible en: <https://www.imn.ac.cr/web/imn/51>

Instituto Nacional de Seguros (INS). (2015). Seguro de cosechas; Código de producto G12-39-A01-004. Instituto Nacional de Seguros, San José, Costa Rica. Recuperado el 25 de abril de 2017, de http://www.sugese.fi.cr/polizas_servicios/generales/versiones_anteriores/G12-39-A01-004_V9_SEGURO_COSECHAS.pdf

Liotta M. (2015) Manual de capacitación: Drenaje de suelos para uso agrícola. INTA, Argentina. 15p.

Mamani, P., Chávez, E., & Ortuño, N. (2007). El Biol. Biofertilizante casero para la producción ecológica de cultivo. Recuperado el 2 de mayo de 2017, de PROINPA:

<http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/EL%20BIOL.pdf>

Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). (1996). Uso del arado cincel para la producción agrícola y la conservación de suelos y agua. Recuperado el 18 de mayo de 2017, de FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura: http://www.fao.org/ag/ca/training_materials/cd27-spanish/tme/tools.pdf

Muñoz E., Navarro P. (2011) Análisis del Déficit Hídrico en la Agricultura de la Región del Maule, Chile. Revista Interamericana de ambiente y turismo. Maule, Chile. 8p

Nava E., García C., Camacho J., Vázquez, E. (2012). Bioplaguicidas: una opción para el control biológico de plagas. Ra Ximbai, 8(3b), 17-29. Recuperado el 28 de abril de 2017, de <http://www.redalyc.org/pdf/461/46125177003.pdf>

Nicholls, C. (2008). Control biológico de insectos: un enfoque agroecológico. Medellín, Colombia: Universidad de Antioquia.

Organización Meteorológica Mundial (OMM). (2011). Guía de prácticas climatológicas. Ginebra, Suiza: OMM.

Peña E. (2013) Conservación de suelo como estrategia de producción. Revista el Cafetal. Anacafé. Guatemala. 24p.

Pérez, H., Santana, I., & Rodríguez, I. (2015). Manejo sostenible de tierras en la producción de caña de azúcar (segunda ed.). Ecuador: UTMACH.

Ramírez F. (2007) Efectividad de siete métodos de protección de la fruta de piña contra los rayos solares durante la etapa de maduración (*Ananas comusus* L. merr) híbrido MD-2. Instituto Tecnológico de Costa Rica. San Carlos, Costa Rica. 80p.

Raudes, M., Sagastume, N. (2009) Manual de Conservación de Suelos. Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central. Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. 75 p.

Raven P., Evert R., & Eichhorn S. (1992). Biología de las plantas (Vol. 2). Reverté. Anacafé. Guatemala. 24p.

Retana J., Solano J. (S.f) Relación entre las inundaciones en la Cuenca del Tempisque, el Fenómeno de la Niña y los Rendimientos de Arroz de Secano. Instituto Meteorológico Nacional, Gestión de Desarrollo. San José, Costa Rica. 9p.

Salazar L., Hincapié E. (2007). Las arvenses y su manejo en los cafetales. Sistemas de producción de café en Colombia. Cenicafe. Chinchiná, Colombia. 30p.

Sanchol F., Cervantes C. (1997). El uso de plantas de cobertura en sistemas de producción de cultivos perennes y anuales en Costa Rica. *Agronomía Costarricense*, 21(1), 111-120.

Santos L., Valero J., Picornell M., Tarjuelo J. (2010). El riego y sus tecnologías (primera ed.). Albacete, España: CREA-UCLM.

Sanz J., Pratt L., Perez J. (1997) Uso de plaguicidas en la agroindustria de Costa Rica. INCAE, Costa Rica. 62p.

Segerer C., Villodas R. (2006) Hidrología I, Unidad 5: Las precipitaciones. Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza, Argentina. 26p.

Serrano L., Galindo E. (2007). Control biológico de organismos fotopatógenos: un reto multidisciplinario. *Ciencia*, 58(1), 77-88.

Subirós, F. (1995). El cultivo de la caña de azúcar. San José, Costa Rica: EUNED.

Suquilanda M. (2003). Manejo integrado de plagas en el cultivo de arroz. Organización Mundial de la Salud. OMS. Recuperado el 28 de abril de 2017, de <http://roa.ult.edu.cu/bitstream/123456789/2307/1/MIPARROZ.pdf>

Tinoco R., Acuña A. (2009). Manual de recomendaciones técnicas: Cultivo de arroz (*Oryza sativa*). San José, Costa Rica: INTA.

Quilambaqui J., (2003) El efecto de las fitohormonas en la fruticultura. Facultad de ciencias pecuarias y agroindustriales.

ANEXO 2. LISTA DE EXPERTOS CONSULTADOS PARA EL DESARROLLO DEL ESTUDIO

Nombre	Perfil	Provincia	Cantón/Región	Teléfono	E-mail
Johan Murillo	Productor	Alajuela	San Carlos/Huetar Norte	8655-7319	jems203@gmail.com
Leandro Bustos	Técnico	Alajuela	Upala/Huetar Norte		lbvargas@ciagrolasbrisas.com
Ulises Jiménez	Productor	Alajuela	Upala/Huetar Norte	8918-0255	
Hernán García	Técnico	Alajuela	Upala Huetar Norte	8384-6608	hgarcia@upalagricola.com
Pablo Vega	Técnico	Alajuela	Guatuso/Huetar Norte	8334-3612	pfvega88@gmail.com
Greivin Montoya	Técnico	Alajuela	Chiles Huetar Norte	6058-7831	emontoya@agrovicces.com
Johan Rodríguez	Técnico	Alajuela	Chiles Huetar Norte		servtecpc@maderascultivadas.com
Alexandra Miranda	Investigadora	Alajuela	Huetar Norte	8864-8065	
Manuel Villegas	Productor	San José	Pérez Zeledón Brunca	8928-4895	
Esteban Ramírez	Productor	San José	Pérez Zeledón Brunca	8705-1480	
José Tabas	Productor	San José	Pérez Zeledón Brunca	8992-4457	
Harold Sánchez	Productor	San José	Pérez Zeledón Brunca	8866-0261	
Joseph Salas	Técnico	San José	Pérez Zeledón Brunca	8827-0062	josephsalas90@hotmail.com
Mainor Chinchilla	Productor	San José	Pérez Zeledón Brunca	8632-3098	
Greivin Pérez	Productor	Limón	Pococí Huetar Caribe	8308-5121	
Adrián Hernández	Técnico	Limón	Guápiles/Huetar Caribe	8718-5841	
Milton Vásquez	Técnico	Heredia	Sarapiquí/Huetar Caribe	8845-3742	
Diego Hidalgo	Productor	Heredia	Sarapiquí/Huetar Caribe	8998-0655	
Edgar Mora	Técnico	Limón	Pococí Huetar Caribe	7091-6354	
Leonard Quesada	Técnico	Limón	Pococí Huetar Caribe	8322-2372	