

PRÁCTICAS EFECTIVAS PARA LA REDUCCIÓN DE IMPACTOS POR EVENTOS CLIMÁTICOS EN EL CULTIVO DE PAPA EN COSTA RICA

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

FICHA TÉCNICA

CULTIVO DE PAPA

Realizado con el aporte del Fondo de Adaptación

Elaborado por:

Raffaele Vignola, PhD¹
William Watler, MSc²
Armando Vargas Céspedes, Bsc³
Mariela Morales, MSc⁴.

Enero, 2017

Para la realización de este estudio se reconoce el apoyo de funcionarios del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria-INTA, de la Cámara de productores del Pacífico y del Ministerio de Agricultura y Ganadería - MAG, quienes aportaron significativamente al desarrollo de la investigación.

¹ Líder del Programa de Cambio Climático y Cuencas CATIE, Director de la Cátedra Latinoamericana en Decisiones Ambientales para el Cambio Global (CLADA), CATIE

² Miembro del Programa de Cambio Climático y Cuencas, CATIE

³ Consultor CLADA, CATIE

⁴ Investigadora/Coordinadora de proyectos CATIE.

Tabla de contenido

LISTA DE ACRÓNIMOS	3
INTRODUCCIÓN	4
METODOLOGÍA.....	5
TIPIFICACIÓN DEL SISTEMA PRODUCTIVO DE PAPA.....	7
1. Especificaciones técnicas.....	7
2. Fases fenológicas del cultivo de papa	8
2.1 Descripción general de las fases fenológicas.....	8
- Especificaciones de las fases del ciclo fenológico por región productiva.....	9
3. Prácticas recomendadas para el manejo de la plantación	14
3.1 Preparación de suelo.....	14
3.2 Siembra.....	14
3.3 Fertilización	14
3.4 Aporca.....	15
3.5 Control de malezas.....	15
3.6 Control de plagas.....	15
3.7 Control de enfermedades	18
ANÁLISIS DE EXPOSICIÓN DEL CULTIVO DE LA PAPA DE ACUERDO CON LAS CONDICIONES DE SITIO Y LAS AMENAZAS CLIMÁTICAS OBSERVADAS.....	21
1. Ubicación espacial de las regiones productoras de papa en Costa Rica	21
2. Sistematización de información sobre sensibilidad del cultivo a eventos climáticos	22
3. Identificación de los factores de exposición a los eventos climáticos y no climáticos extremos que afectan la productividad en las regiones productoras de papa en Costa Rica	24
4. Información complementaria a los eventos climáticos y no climáticos extremos que afectan la producción en las regiones productoras de papa del país	28
4.1 Base de datos DesInventar	28
IDENTIFICACIÓN DE PRÁCTICAS QUE PERMITAN PREVENIR Y/O REDUCIR EL IMPACTO DE LOS EVENTOS CLIMÁTICOS EN ES SISTEMA PRODUCTIVO DE LA PAPA	30
1. Prácticas para la reducción de impactos de eventos climáticos	30
2. Prácticas identificadas para la reducción de impacto de eventos climáticos por fase de cultivo de acuerdo con la consulta a expertos.....	36
3. Evaluación de las prácticas identificadas y su impacto sobre el agroecosistema	55
4. Cuantificación de costos de las prácticas identificadas	57
ANEXOS	63
ANEXO 1. GLOSARIO DE TÉRMINOS UTILIZADOS DURANTE LA CONSULTA A EXPERTOS	63
ANEXO 2. LISTA DE EXPERTOS CONSULTADOS PARA EL DESARROLLO DEL ESTUDIO.....	78

LISTA DE ACRÓNIMOS

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

INTRODUCCIÓN

La papa es un cultivo estratégico en países en desarrollo, por su alto potencial de rendimiento y por su rentabilidad. La papa produce más alimentos por unidad de superficie en comparación con el arroz y el maíz.

En Costa Rica, el rendimiento promedio nacional es de 25 t/ha., siendo la producción anual de 90,000 toneladas métricas en el 2015. Es una actividad desarrollada mayormente por pequeños y medianos agricultores (MAG 2016). Su comercialización es principalmente para consumo en fresco y para la comercialización industrial, es un producto principal en la canasta básica.

La principal zona productora de papa en el país es la provincia de Cartago o región oriental, donde se cultivan alrededor del 72.8% de la producción nacional en 2553.6 hectáreas, seguida por Zarcero con 686.2 hectáreas que representa un 19.6% (CNP, 2017). La papa prefrita congelada representa el 90 % de todos los tipos de papa importada y ha aumentado un 23 % en los últimos cuatro años. Se consumen 36 t/día de papa prefrita congelada, con respecto a 4200 t/año de papa en fresco (Vindas 2013).

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 papa 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 papa 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. Identificar prácticas que permitan prevenir o bien reducir el impacto de los eventos climáticos en los sistemas productivos de interés.

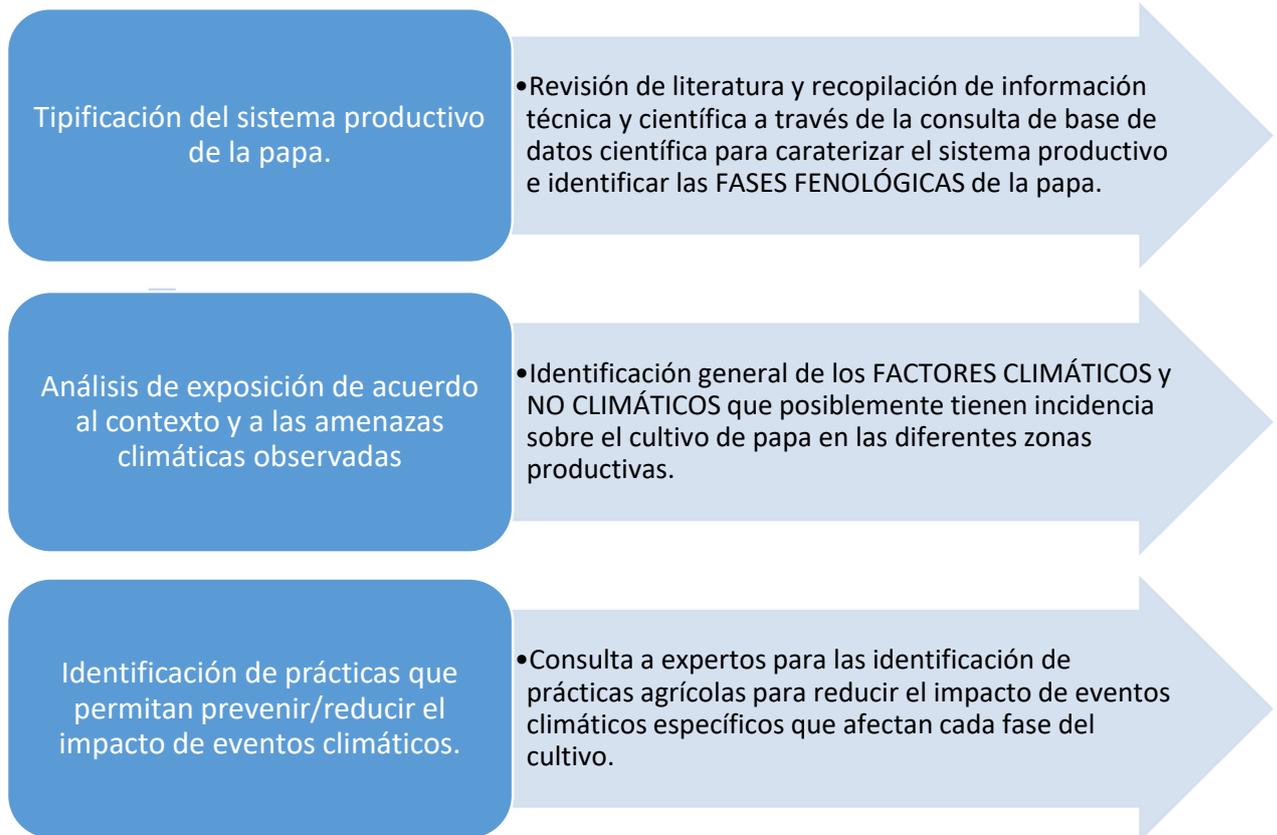


Figura 1. Proceso metodológico seguido para la identificación de prácticas agrícolas para reducir el impacto de eventos climáticos en el cultivo de papa.

TIPIFICACIÓN DEL SISTEMA PRODUCTIVO DE PAPA

1. Especificaciones técnicas

La papa es uno de los cultivos de mayor importancia en el territorio nacional por su gran aporte económico al sistema agropecuario del país. Como se puede observar en el cuadro 1, el cultivo de papa tiene su centro de origen en los andes sudamericanos, específicamente en el altiplano cercano al lago Titicaca (Jiménez, 2009).

Cuadro 1. Generalidades taxonómicas del cultivo de la papa.

Nombre Común	Papa
Nombre Científico	<i>Solanum Tuberosum</i>
Familia	<i>Solanácea</i>
Centro de Origen	Andes Sudamericanos

Fuente: (Jiménez, 2009).

- Variedades:

A nivel nacional existen alrededor de 19 variedades comerciales que están a disposición de los productores de papa; las cuales algunas han sido reemplazadas por agotamiento de la variedad o alta susceptibilidad a plagas o enfermedades; otras se han conservado o mejorado a través de los años dependiendo de las necesidades del mercado, el productor. Las principales variedades que se utilizan en el mercado según Avilés & Piedra (2016), CNP (2015) son la Floresta, Granola, Idiafrit y Única las cuales vienen descritas a continuación:

- Floresta

Es una variedad de origen peruano altamente productiva que se adapta a las zonas de producción de papa en Costa Rica; se caracteriza por ser de porte medio, hojas alternas de color verde pálido y una floración blanca. La tuberización por planta es alta, presenta tubérculos ovalados, de piel lisa con ojos superficiales y la pulpa blanca; se estima que el contenido de sólidos oscila entre 18-22% ya que varía de la zona cultivada. Esta variedad es recomendada cultivarlas en altitudes alrededor de 1200 a 3200 msnm en suelos de origen volcánico; la duración del ciclo vegetativo en promedio es de 90 a 100 días y es un material tolerante al patógeno *Phytophthora infestans* (tizón tardío), sin embargo el uso de siembras continuas ha permitido que se reduzca los niveles de tolerancia. La floresta es el cultivar de más siembra en país, abarcando aproximadamente el 80% de la siembra nacional; además, es muy demandada por industrias paperas de hojuelas, papas de palillo y papas a la francesa.

- Granola

La granola es un material proveniente de Alemania, la principal característica es su coloración amarilla (interna y externa) de los tubérculos, los cuales presentan una piel lisa, con ojos superficiales y forma redonda. La planta alcanza una altura de 70 cm, la floración es escasa, color lila y puede aparecer a los 35 a 40 días después de la siembra; comparada con la floresta es una variedad más precoz, ya que el ciclo vegetativo dura alrededor de 80-85 días después de la siembra. La altitud óptima oscila entre los 2000-2500 msnm, es la segunda variedad más utilizada en el país a pesar de ser un material susceptible a *Phytophthora infestans* (tizón tardío) y *Erwinia carotovora* (pie negro); siendo resistente al virus del enrollamiento (PLRV).

- Idiafrit:

Ésta variedad es muy similar a la floresta, se adapta a las zonas de producción de papa en Costa Rica, se puede cultivar a altitudes entre los 1200 a 3200 msnm, las plantas son de porte alto (tipo andígeno) y se diferencia por la floración morada. El ciclo vegetativo dura alrededor de 120 días, presenta resistencia a *Phytophthora infestans* y los tubérculos se caracterizan por su forma oval-alargados aplanados, piel lisa, ojos superficiales y contenido de sólidos alrededor de 22%. Además, tiene buena aceptación en el mercado de consumo fresco y para la industria de papas fritas.

- Única:

La variedad única a diferencia de las variedades antes descritas, se caracteriza por la coloración roja a rosada de los tubérculos, estos son de forma alargada, ojos superficiales, piel lisa y contenido de sólidos alrededor de 22-23%; el material fue traído al país por el INTA proveniente de Perú. Las plantas son erectas, tallos gruesos de color verde, presenta flores moradas y su ciclo vegetativo es de 70 a 90 días; además presenta resistencia a *Phytophthora infestans* lo que se considera como una variedad sostenible por su baja aplicación de insecticidas.

2. Fases fenológicas del cultivo de papa

El ciclo fenológico del cultivo de papa se puede dividir en 5 fases, iniciando desde la fase de emergencia o brotación (fase 1), hasta la fase de maduración y la cosecha (fase 5). La duración del ciclo fenológico está determinada por la variedad y las condiciones agroclimáticas de cada una de las regiones productivas.

2.1 Descripción general de las fases fenológicas

A continuación, se describen las fases fenológicas del cultivo de papa. Estas fases fueron adaptadas con base en la consulta con expertos (F. Brenes, exdirector de la agencia de Pacayas, comunicación personal, 24 de octubre de 2017) y revisión de

literatura (Avilés & Piedra; 2016 recopilado de Uribe *et al.*, 2013).

1) Fase de emergencia o brotación

Esta fase comienza después de la preparación de suelo y la colocación de la semilla de papa en los surcos; la duración de esta etapa depende de las condiciones de almacenamiento, la variedad utilizada y el estado de brotación de la semilla. Esta última por medio de cambios bioquímicos inicia la formación de una nueva planta que al principio sufre un crecimiento acelerado de raíces, seguido de la emergencia de tallos y hojas.

2) Fase de crecimiento de brotes laterales

La segunda fase comienza después de la emergencia de la plántula, donde comienzan el proceso de fotosíntesis para el desarrollo aéreo de la planta; es decir la formación de tallos, ramas y hojas. Mientras en la parte subterránea se da la expansión de estolones.

3) Fase de inicio de la tuberización

En esta etapa la planta sigue su crecimiento vegetativo en su parte aérea, consecuentemente en la parte radicular subterránea se están formando los tubérculos que comienzan su desarrollo en la punta de los estolones.

4) Fase de llenado de tubérculos

La cuarta fase coincide con el inicio de la floración (algunas variedades), donde las células de los tubérculos comienzan a expandirse por la acumulación de agua, nutrientes y carbohidratos; ya en esta etapa los tubérculos absorben la mayor cantidad de nutrientes y carbohidratos disponibles para la planta.

5) Fase de maduración

La última fase de desarrollo, el crecimiento y la tasa fotosintética de la planta disminuyen considerablemente; esta empieza a tornarse de un color amarillento hasta que senescen por completo. El tubérculo madura, forma la piel externa y alcanza el máximo contenido de materia seca para la cosecha.

- 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 papa en las diferentes regiones productivas del país.

Cabe resaltar que para esta especificación se incluyeron dos regiones productivas identificadas como prioritarias a nivel nacional.

- **Región productiva Zona Norte de Cartago**

De acuerdo con expertos de la región productiva de Cartago, el ciclo del cultivo en esta región tiene una duración aproximada de ciento veintitrés días (123). La papa en la región se cultiva todos los meses del año, sin embargo presenta dos picos altos de siembra; la primera se realiza entre los meses de mayo-junio con las primeras lluvias y la segunda siembra se realiza entre los meses de octubre-noviembre. La fase de emergencia o brotación en esta región tiene una duración aproximada de quince días, la etapa de crecimiento de brotes laterales comienza a los quince días después de la siembra y se extiende por veintisiete días. Posteriormente comienza el inicio de la tuberización, con una duración aproximada de veintiún días; seguido de la fase de floración y llenado de tubérculos con una duración de cuarenta y dos días. Finalmente el periodo de maduración que se desarrolla entre los ciento tres a los ciento y veintitrés días después de la siembra. Las variedades más utilizadas en la región Norte de Cartago, de acuerdo con la consulta realizada por expertos son: Floresta y Granola.

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

Cuadro 2. Ciclo fenológico del cultivo de la papa en la Zona Norte de Cartago.

0		15 DDS		42 DDS		61 DDS		103 DDS		123 DDS	
Fases	Emergencia o brotación		Brotos laterales		Botón Floral e iniciación de tubérculos		Floración y llenado de tubérculos		Maduración y Cosecha		
											
Época	Época lluviosa (Invierno)										
I Siembra	Mayo	Junio		Julio		Agosto		Agosto			
Meses	Junio	Julio		Agosto		Septiembre					
Época	Época lluviosa (Invierno)				Época lluviosa-seca (Transición)						
II Siembra	Octubre	Noviembre		Diciembre		Enero		Enero			
Meses	Noviembre	Diciembre		Enero		Febrero					
DDS: Días después de la siembra.											

Fuente: elaboración a partir de consulta a especialistas del cultivo y productores.

- Región productiva de Zarcero

De acuerdo con expertos de la región productiva de Zarcero, el ciclo del cultivo en esta región tiene una duración aproximada de ciento veintiséis días (126). La papa en la región se cultiva todos los meses del año, sin embargo presenta tres picos altos de siembra; la primera se realiza entre los meses de enero y febrero, la segunda entre los meses de mayo y junio y la tercera siembra se realiza entre los meses de septiembre y octubre. La fase de emergencia o brotación en esta región tiene una duración aproximada de doce días (12), la etapa de crecimiento de brotes laterales comienza a los doce días después de la siembra y se extiende por veintiocho días (28). Posteriormente comienza el inicio de la tuberización, con una duración aproximada de veinte días (20); seguido de la fase de floración y llenado de tubérculos con una duración de cincuenta días (50).

Finalmente el periodo de maduración que se desarrolla entre los ciento diez (110) a los ciento y veintiséis días (126) después de la siembra. Las variedades más utilizadas en la región Norte de Cartago, de acuerdo con la consulta realizada por expertos son: Floresta, Granola y Única.

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

Cuadro 3. Ciclo fenológico del cultivo de la papa en la región productiva de Zarcero.

0-----0-----12 DDS-----40 DDS-----60 DDS-----110 DDS-----126 DDS					
Fases	Emergencia o brotación	Brotos laterales	Botón Floral e iniciación de tubérculos	Floración y Llenado de tubérculos	Maduración y Cosecha
					
Época	Época seca (Verano)				
I Siembra Meses	Enero	Febrero	Marzo	Abril	
Época	Época lluviosa-seca (Transición)		Época lluviosa (Invierno)		
II Siembra Meses	Mayo	Junio	Julio	Agosto	
Época	Época lluviosa (Invierno)			Época lluviosa-seca (Transición)	
III Siembra Meses	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
DDS: Días después de la siembra.					

Fuente: elaboración a partir de consulta a especialistas del cultivo y productores.

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 papa en Costa Rica.

3.1 Preparación de suelo

La preparación del suelo es un parámetro importante para el desarrollo del cultivo de papa, ya que esta práctica determina que la emergencia de tallos sea más rápida, las raíces puedan profundizar más, evitar encharcamientos (buen drenaje) y la conservación de suelos. Un factor determinante son las condiciones físicas del suelo, donde la textura ideal son suelos limosos, franco-arenosos profundos, con buen drenaje y alta cantidad de materia orgánica que permita buena aireación y desarrollo de los tubérculos. Se recomienda no preparar el suelo en seco, utilizar el subsolador a 40 cm o más para mejorar la infiltración del agua, surquear a nivel de forma manual, con bueyes o con caballo para evitar el paso de maquinaria. (MAG, 2007).

3.2 Siembra

La siembra de papa se realiza en surcos a una distancia entre 0.70 mts a 1mt entre surcos, de 0.15 a 0.25 mts entre plantas (depende del tamaño de la semilla utilizada) y a una profundidad alrededor de 0.20 mts; se recomienda utilizar semilla que haya alcanzado su grado de madurez, alcance la brotación en varios ojos del tubérculo, libre de malezas, plagas y enfermedades. Después de colocar los tubérculos (semilla) dentro de los surcos, estos se tienen que tapar con una capa de suelo de aproximadamente entre 7-10 cm. Deben existir condiciones de humedad adecuadas para la germinación (Jiménez, 2009).

3.3 Fertilización

La fertilización en papa es fundamental en los primeros meses del ciclo, requiere análisis de suelo, tiene que ser equilibrada y está determinada dependiendo de la zona, las condiciones edafoclimáticas y requerimientos de cada variedad; generalmente los productores realizan dos aplicaciones granuladas, la primera se aplica el fertilizante al fondo del surco al mismo tiempo que la semilla con fórmulas altas en fósforo como 10-30-10 ó 12-24-12, mientras la segunda se realiza en la aporca con fórmulas altas en potasio como 15-3-31, hidrocomplejó 18-5-15-0.6-2. A nivel nacional la variedad floresta es la más utilizada y como se puede observar en el cuadro 4, por ciclo de cultivo requiere aproximadamente 270 Kg/ha de nitrógeno, 130 Kg/ha de fósforo y 385 Kg/ha de potasio y elementos menores como calcio, magnesio, azufre, boro, cobre, hierro, manganeso y zinc (Avilés & Piedra, 2016).

Cuadro 4. Nutrientes requeridos para el desarrollo de la variedad floresta.

	kg/ha					g/ha			
	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Mn
Absorción total	267	16	222	29	25	2192	78	133	656
Adsorción en cosecha	128	11	116	6	6	442	26	51	60

Fuente: Avilés & Piedra, 2016, recopilado de Bertsch, 2009.

3.4 Aporca

La aporca consiste en agregar suelo desde los entre surcos hasta la base de la planta para formar un lomillo más alto, de alrededor de 35cm de alto. Uno de los principales objetivos de esta práctica es no permitir que los estolones puedan emerger a la superficie para formar nuevos tallos en lugar de tubérculos; así como también evitar la entrada de plagas principalmente de polilla. La práctica se puede realizar de forma manual con el uso de herramientas como palas o azadas y por tracción animal con caballos o bueyes; esta última se recomienda por la profundidad de práctica y la altura del lomillo. Otras de la ventajas de la aporca es mejorar el drenaje, la aireación, fomenta el desarrollo de raíces, disminuye la pérdida por tubérculos verdes, conserva la humedad y aumenta la eficiencia en el control de malezas (Avilés & Piedra, 2016).

3.5 Control de malezas

Las malezas pueden afectar los rendimientos en el cultivo de papa, por lo que el control se debe realizar en los primeros 30-40 días después de la siembra; para evitar la propagación de malezas se recomienda utilizar la limpieza manual antes de la emergencia del cultivo para eliminar las plantas indeseables de las áreas de siembra y aplicar un herbicida de post-emergencia como Metribuzin o de contacto como Paraquat. El desarrollo vegetativo de la papa después de 40 días se torna extenso y disminuye la posibilidad de aplicar herbicidas; el control en esa etapa del cultivo se basa en la aporca profunda para evitar la nacencia de malezas o enterrarlas (MAG, 2007).

3.6 Control de plagas

Durante el desarrollo del cultivo, las plagas producen diferentes tipos de daño y pueden ocasionar importantes pérdidas económicas. Según MAG (2007); Babilonia (2011) y Vásquez *et al* (2004) las principales plagas que afectan el cultivo de papa son:

- **Mosca minadora (*Liriomyza* sp.)**

Esta es una de las principales plagas del cultivo de papa, el ciclo de vida de este insecto se divide en la fase de huevo, larva, larvas maduras y adulto; siendo el segundo ciclo el que más me afecta al crear galerías en las hojas, impidiendo que se dé la fotosíntesis y transpiración de la planta. La plaga cuando se presenta en las primeras etapas del cultivo, causa atrasos en el desarrollo vegetativo de la

planta; mientras que en etapas posteriores disminuyen la tasa fotosintética y pueden causar la entrada de enfermedades.

Para combatir ésta plaga, se recomienda realizar monitoreos de los adultos para colocar trampas de color amarillo impregnadas con grasa para evitar la oviposición; también se pueden hacer barridos con las trampas dentro del cultivo. El combate químico se realiza cuando las poblaciones aumentan alrededor de 300 adultos por trampa; esto justifica para utilizar productos como clorpirifos o cartap.

- **Polilla de la papa (*Phthorimea operculella* y *Tecia solanivora*)**

La polilla es la principal plaga del cultivo de papa, su ámbito es nocturno y en el país se han identificado dos especies. *Phthorimea operculella* es conocida como la criolla, se adapta a zonas cálidas, no afecta a temperaturas menores de 10°C, daña los tubérculos y las hojas; *Tecia solanivora* se encuentra en América Central y América del Sur, esta afecta solo los tubérculos. Los problemas de esta plaga comienzan desde la fase de llenado de tubérculos hasta la cosecha; después de la oviposición la larva se dirige al tubérculo, raspa la superficie, la penetra y comienza a realizar galerías dentro del tubérculo.

Para su control se recomienda utilizar trampeos con feromonas en los alrededores y dentro del cultivo, limpiar las bodegas de almacenamiento de cosecha o semilla, eliminar los rastrojos en el campo y la rotación de cultivos que contribuye a reducir la población de la plaga. El control químico se realiza cuando la población sobrepasa los 80 adultos por trampa y se puede utilizar metil paration micro encapsulado, indusolfan o clorpirifos.

- **Jobotos (*Phyllophaga* sp.)**

Es una de las plagas que afecta no solo al cultivo de papa, sino a una gran diversidad de cultivos; lo que provoca que no haya un efectivo control dentro del cultivo de papa, si ocurre que alrededor existen cultivos que constituyen ambientes favorables para el desarrollo de la plaga. Se considera una plaga que se alimenta de los sistemas radicales de las plantas (algunas especies de materia orgánica en descomposición), generan heridas que favorecen la entrada de enfermedades, al tubérculo le causa rasgaduras y agujeros que disminuyen la calidad. Existen diferentes tipos de jobotos, unos completan su ciclo de vida en un año, otros lo hacen cada dos años, por lo tanto se complica las medidas para su control.

El control de la plaga en primera instancia se realiza con el paso de subsolador, utilizar trampas de luz para el adulto, usar hongos entomopatógenos como *Lecanicilium lecanii*, *Bacillus popilliae*, *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*; por último se utiliza el control químico con insecticidas granulados o líquidos dirigidos al fondo del surco antes de la siembra.

- **Gusanos cortadores (*Agrotis ipsilon* y *Feltia experta*)**

Las larvas atacan los tallos de las plantas jóvenes, cortando los tallos completamente y en algunos casos consumen el follaje. El control cultural comienza con la eliminación de plantas hospederas alrededor del cultivo y realizar una buena preparación del terreno; para el control biológico se utilizan parasitoides como *Trichogramma* sp., *Brachymeria* sp., *Spilochalcis* sp., *Winthemia* sp; hongos entomopatógenos como *Nomuraea rileyi*, *Metarhizium* sp. y *Beauveria bassiana*. El control químico se utiliza como última alternativa de combate, se usan algunos insecticidas granulados, clorpirifos y deltametrina.

- **Mosca blanca (*Trialeurodes* sp. y *Bemisia tabaci*)**

Esta plaga ataca principalmente las hojas, al alimentarse de la planta secretan sustancias azucaradas que pueden desarrollar fumagina; a su vez disminuyen el proceso fotosintético, pérdida de vigor, caída de hojas y puede ser vector de enfermedades originadas por fitoplasmas. Las poblaciones de mosca blanca aumentan con altas temperaturas y zonas secas; el combate de esta plaga se realiza con el uso de trampas amarillas y el uso de insecticidas como el Hidrogenooxalato de tiociclam.

- **Afidos**

La afectación directa de este insecto es consumir la savia de la planta provocando atraso fisiológico; mientras que la afectación indirecta por altas poblaciones es la posible transmisión de 3 virus (PLRV, PVY y PVX). El control cultural se realiza con la rotación de cultivos de diferente familia y cultivar en zonas con altitud mayor a 2600 msnm; para el biológico se incorporan al sistema enemigos naturales como crisopas y para el control químico se utilizan insecticidas como oxydemeton-metil, pirimicarb o dimetoato.

- **Nemátodos (*Globodera pallida*, *Meloidogyne* sp. y *Pratylenchus* sp.)**

Los nemátodos pueden reducir los rendimientos de la papa hasta en un 80%, incrementan los costos, disminuyen la calidad y peso del tubérculo; el principal síntoma de daño es el atraso fisiológico de la planta y la disminución del sistema radicular. El control se realiza básicamente en la desinfección de la maquinaria, equipos a la entrada de las fincas con una solución de cloro al 2 %, la rotación de

cultivos, realizar muestreos periódicos de suelos, eliminación de plantas enfermas, eliminación de malezas y rastrojos, entre otras.

3.7 Control de enfermedades

Durante el desarrollo del cultivo diversas enfermedades producen diferentes tipos de daños sobre las plantas. Según Avilés & Piedra (2016) y MAG (2007) las principales enfermedades que afectan el cultivo de papa son:

- **Tizón tardío (*Phytophthora infestans*)**

Es la enfermedad más importante en el cultivo de papa, ya que puede provocar lesiones en todos los órganos de la planta (excepto la raíz) y afectar en cualquier etapa reproductiva del cultivo. El patógeno se favorece en condiciones de alta precipitación y temperaturas que oscilen entre 15-25°C; la primera sintomatología se presenta como manchas cerosas que se tornan de color pardo rojizo, después estas manchas comienzan a tornarse negras, pueden cubrir toda la hoja u órgano afectado.

El control cultural se realiza eliminando los rastrojos de cosecha, eliminar plantas voluntarias, uso de materiales genéticos con resistencia al tizón tardío, rotación de cultivos, densidades de siembra adecuados, un surco muerto para la aireación, fertilización adecuada y buena preparación de suelos (implementar drenajes y prácticas de conservación). El control químico se realiza después de hacer monitoreo de severidad (selección de surcos al azar y se revisan 20 plantas lineales en varios puntos), si la incidencia y severidad es alta se dispone la aplicación de productos químicos como Cimoxanil+Mancozeb (protector-curativo) y Dimetomorph+Mancozeb (protector-sistémico), Mancozeb + Oxadixil, Metalaxil, Propamocarb y Fosetil-Al.

- **Tizón temprano (*Alternaria solani*)**

La sintomatología de esta enfermedad comienza en las hojas bajas con unas manchas necróticas de 1-2 mm de diámetro; conforme la enfermedad avanza, las lesiones se rodean por un halo clorótico y anillos concéntricos de un color marrón. Para el manejo se recomienda utilizar áreas de cultivo y semillas libres de la enfermedad, aplicación de funguicidas preventivos al momento del trasplante, uso de variedades resistentes, la eliminación plantas infectadas, eliminación de malezas y el control químico; este último, se realiza con los mismos productos para el control *Phytophthora*.

- **Rhizoctonia (*Rhizoctonia solani*)**

A nivel nacional esta enfermedad puede afectar el desarrollo de varios cultivos, principalmente se favorece en suelos húmedos, se desarrolla en temperaturas

alrededor de 16-18°C, sobrevive como esclerocios en el suelo y se disemina por la maquinaria, paso de personas y la cosecha. Este patógeno afecta los brotes nuevos de la semilla, los estolones y tallos subterráneos de papa en el caso de la papa, ocasionándoles un tipo de estrangulación y canchales necróticos de color pardo oscuro. Para el control de esta enfermedad se recomienda utilizar semilla certificada, variedades resistentes, curar las semillas y el fondo del surco con fungicidas como Carboxin, Tolclofosmetyl, Pencycuron e Iprodione.

- **Torbó (*Rosellinia* sp.)**

Otra de las enfermedades que afectan al cultivo de papa es el torbó; los primeros síntomas se observan en el sistema radical y los estolones, los tejidos se oscurecen y se comienza a formar un micelio blanco. El patógeno se desarrolla en suelos con exceso de humedad y grandes cantidades de materia orgánica; la incidencia se observa en parches localizados y se recomienda eliminar las plantas afectadas, utilizar semilla certificada, seleccionar y rotación de áreas sin antecedentes de la enfermedad.

- **Pudrición seca (*Fusarium* sp.)**

Este patógeno afecta principalmente a los tubérculos que se encuentran almacenados para semilla; las lesiones se presentan en la superficie del tubérculo de formas irregulares, hundidas y conforme avanza la enfermedad se comienzan a observar anillos concéntricos y el tejido muerto. El control cultural empieza desde la cosecha, evitar hacer heridas en el tubérculo, almacenar con humedad relativa adecuada, utilizar semilla certificada y curar la semilla antes de almacenarla con productos químicos como (carboxin-captan, captan + carbendazim) y en planta se puede prevenir la enfermedad utilizando fungicidas protectores como los ditiocarbamatos mancozeb, maneb y zineb y otros como clorotalonil, captafol.

- **Maya o marchitez bacteriana (*Ralstonia solanacearum*)**

A nivel nacional se han encontrado cuatro razas de este patógeno (en papa solo la raza 1 y 3) y ataca a la mayoría de cultivos de la familia solanácea; donde la raza 1 prevalece en zonas más cálidas y bajas y es la raza que posee la mayor virulencia, mientras que la raza 3 se presenta en zonas altas. Esta enfermedad afecta todas las partes de la planta (tubérculos, raíz y tallo), la sintomatología se observa en el tallo, este se oscurece, la planta presenta enanismo y se comienza a marchitar. El manejo de esta enfermedad se realiza con el uso de la semilla certificada, utilizar semillas de plantaciones libres de la enfermedad, rotación de cultivos de diferente familia, eliminar plantas infectadas y malezas hospederas; aumentar los

contenidos de materia orgánica y evitar heridas en las raíces y en la base de la planta.

- **Pie negro (*Erwinia carotovora*)**

La presencia de esta enfermedad en la planta de papa comienza en la base del tallo, la lesión se presenta como una coloración café oscura y conforme sigue avanzando se da la pudrición de tejidos; mientras que en el caso de daños en los tubérculos, el patógeno ingresa por las lenticelas de la papa o por lesiones hechas al momento de la cosecha. Para prevenir el ataque de esta enfermedad, se debe usar semilla sana, eliminar plantas enfermas y evitar la aplicación excesiva de cal en los suelos.

- **Virus del enrollamiento de las hojas de papa (PLRV)**

Los virus de la papa son transmitidos por insectos principalmente áfidos (*Myzus persicae*) que pueden reducir hasta un 80% el rendimiento en cosecha. Las plantas enfermas presentan enanismo, un crecimiento erecto, enrollamiento de las hojas basales, las hojas superiores se tornan rígidas y coriáceas. Los métodos de control se realizan curando la semilla con insecticidas como Malathión, Foxin o Triclorfon.

- **Virus del mosaico rugoso (PVY)**

Al igual que el virus PLRV, es transmitido por áfidos y su principal vector es *Myzus persicae*; el PVY afecta a todas las zonas paperas del país, la sintomatología varía desde plantas con enanismo hasta plantas con hojas moteadas y rugosas. El control se basa principalmente a los insectos vectores, con insecticidas específicos durante la etapa de desarrollo, eliminar malezas hospederas y la eliminación de rastrojos de cosechas anteriores.

- **Virus del mosaico latente (PVX)**

Este virus puede causar una reducción en el rendimiento hasta de un 15%; la sintomatología puede variar dependiendo de la variedad, la época de infección y la condición ambiental. Generalmente las plantas infectadas presentan enanismo, clorosis, hojas manchadas en forma de mosaico, reducción en la fotosíntesis y pérdidas en el rendimiento. La prevención se realiza con semillas certificadas que hayan sido cultivadas en zonas altas (mínimo 2.500 msnm) donde la incidencia de áfidos es menor, utilizar variedades resistentes, eliminar plantas enfermas y rotación de cultivos.

ANÁLISIS DE EXPOSICIÓN DEL CULTIVO DE LA PAPA 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 papa considerando las condiciones de sitio/región versus sus potenciales amenazas climáticas y no climáticas. Inicialmente, se realizó el mapa de ubicación espacial de las regiones con mayor cobertura de papa cultivada en el territorio nacional según SFE-MAG (2017), y luego la identificación y análisis de los factores de exposición a los eventos climáticos y no climáticos a la que está expuesto el cultivo en las dos principales regiones productoras de papa; realizada por medio de consultas a los principales expertos.

Los resultados obtenidos del proceso descrito fueron consultados y validados con expertos locales y nacionales.

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

El cultivo de la papa como se observa en la figura 2, es cultivada mayormente en dos regiones del territorio nacional. La región de Zarcero, ubicada en la provincia de Alajuela del cantón de Zarcero, en los distritos de Laguna, Palmira, Guadalupe, Zarcero, Brisas y Tapesco; y la región de Cartago, provincia de Cartago de los cantones de Alvarado, Cartago, Oreamuno y Turrialba, en los distritos Capellades, Pacayas, Cervantes, Tierra Blanca, Llano Grande, San Nicolás, Santa Rosa, Potrero Cerrado, Cipreses, Cot y Santa Cruz. También existe plantaciones en Puntarenas de Coto Brus (SFE-MAG, 2017; CATIE, 2017-2018).

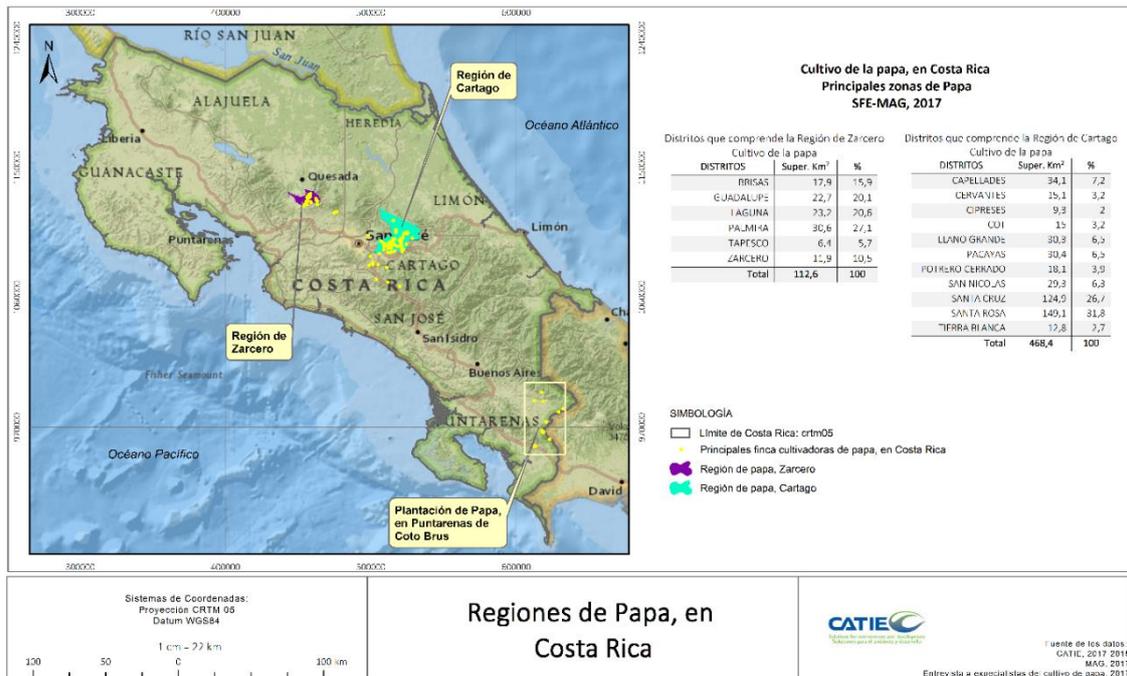


Figura 2. Regiones productoras de papa, en Costa Rica
Fuentes: SFE-MAG, 2017; CATIE, 2017-2018

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

De acuerdo con la información recabada en la literatura (cuadro 5), los efectos de los eventos climáticos en el cultivo de papa están relacionados con la disponibilidad de agua en las diferentes fases y el desarrollo de condiciones favorables para la proliferación de enfermedades y plagas, que afectan directamente al rendimiento del cultivo. Cabe destacar que se encontraron vacíos de información técnica durante la revisión de literatura, por lo que para algunas de las fases no se presenta información relacionada con sensibilidad climática.

Cuadro 5. Aspectos climáticos que pueden ser críticos para el desarrollo del cultivo de la papa.

Criterio	Fases				
	Emergencia o brotación		Emergencia o brotación		Emergencia o brotación
Aspectos críticos relacionados al clima	Temperaturas: menores de -2°C y mayores a 30°C, no son soportadas por la planta.	Temperaturas: menores de -2°C y mayores a 30°C, no son soportadas por la planta.	Temperaturas: menores de -2°C y mayores a 30°C, no son soportadas por la planta, ya que no permite la acumulación de carbohidratos para poder formar los tubérculos ^{1;2}	Temperaturas: menores de -2°C y mayores a 30°C, no son soportadas por la planta, ya que no permite la acumulación de carbohidratos para poder formar los tubérculos ^{1;2}	Temperaturas: menores de -2°C y mayores a 30°C, no son soportadas por la planta, ya que no permite la acumulación de carbohidratos para poder formar los tubérculos ^{1;2}
	Cambios de humedad en el aire afectan el desarrollo de la planta ^{1,2}	Cambios de humedad en el aire afectan el desarrollo de la planta ^{1,2}	Alta luminosidad o días largos desfavorecen el desarrollo de tubérculos ^{1;2}	Alta luminosidad o días largos desfavorecen el desarrollo de tubérculos ^{1;2}	Alta luminosidad o días largos desfavorecen el desarrollo de tubérculos ^{1;2}
	Siembra entre 0 msnm hasta 4000 msnm, con las condiciones climáticas favorables ^{1;2}		Cambios de humedad en el aire afectan el desarrollo de la planta ^{1;2}	Cambios de humedad en el aire afectan el desarrollo de la planta ^{1;2}	Cambios de humedad en el aire afectan el desarrollo de la planta ^{1;2}
Problemas fitosanitarios relacionados al clima	Tizón Tardío favorecida por temperaturas entre los 15 y 21°C ^{2;3}	Tizón Tardío favorecida por temperaturas entre los 15 y 21°C ^{2;3}	Tizón Tardío favorecida por temperaturas entre los 15 y 21°C ^{2;3}	Tizón Tardío favorecida por temperaturas entre los 15 y 21°C ^{2;3}	Tizón Tardío favorecida por temperaturas entre los 15 y 21°C ^{2;3}

Rhizoctonia: favorecida por alta humedad en el suelo ²	Rhizoctonia: favorecida por alta humedad en el suelo ²	Rhizoctonia: favorecida por alta humedad en el suelo	Rhizoctonia: favorecida por alta humedad en el suelo ²	Rhizoctonia: favorecida por alta humedad en el suelo ²
Pie negro, favorecida por alta humedad y bajas temperaturas	Pie negro, favorecida por alta humedad y bajas temperaturas	Pie negro, favorecida por alta humedad y bajas temperaturas	Pie negro, favorecida por alta humedad y bajas temperaturas	Pie negro, favorecida por alta humedad y bajas temperaturas
En Costa Rica las zonas óptimas para el desarrollo de la papa donde se encuentran las condiciones agroclimáticas adecuadas son las que se encuentran entre los 1500 y 2700 msnm ¹	En Costa Rica las zonas óptimas para el desarrollo de la papa, con las condiciones agroclimáticas adecuadas, son las que se encuentran entre los 1500 y 2700 msnm ¹	En Costa Rica las zonas óptimas para el desarrollo de la papa donde se encuentran las condiciones agroclimáticas adecuadas es en las zonas que se encuentran entre los 1500 y 2700 msnm ¹	En Costa Rica las zonas óptimas para el desarrollo de la papa donde se encuentran las condiciones agroclimáticas adecuadas es en las zonas que se encuentran entre los 1500 y 2700 msnm ¹	En Costa Rica las zonas óptimas para el desarrollo de la papa donde se encuentran las condiciones agroclimáticas adecuadas es en las zonas que se encuentran entre los 1500 y 2700 msnm ¹
Uso de variedades resistente al tizón tardío como la variedad Floresta o la Tocollan ^{1;2}	Uso de variedades resistente al tizón tardío como la variedad Floresta o la Tocollan ^{1;2}	Uso de variedades resistente al tizón tardío como la variedad Floresta o la Tocollan ^{1;2}	Uso de variedades resistente al tizón tardío como la variedad Floresta o la Tocollan ^{1;2}	Uso de variedades resistente al tizón tardío como la variedad Floresta o la Tocollan ^{1;2}

Bibliografía:

- (1) Jiménez M. 2009. Diseño de un Manual de Buenas Prácticas Agrícolas para el Cultivo de Papa en la Finca Paso Ancho S.A. Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC). Cartago, Costa Rica.
- (2) Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). 2007. Caracterización de la agra cadena de papa, Cartago, Costa Rica. Cartago, Costa Rica.
- (3) Barquero M., Gómez L., Brenes A. 2005. Resistencia al tizón tardío (*Phytophthora infestans*), en clones promisorios de papa en Costa Rica. 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 productoras de papa en 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 repercuten en el sistema productivo de la papa, así también se valoró el grado de impacto en cada etapa fenológica del cultivo, para las dos principales regiones productivas de papa del país. Los resultados de la identificación de los factores tienen como fuente de información las consultas realizadas a los especialistas de cada región productiva de papa. Estos resultados obtenidos de las entrevistas fueron complementados y/o comparados con información existente, como por ejemplo, la información encontrada en la plataforma DESINVENTAR, en los informes, documentos y base de datos del Instituto Meteorológico Nacional (IMN) y del SFE-MAG.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos de las dos regiones productivas de papa, con su grado de afectación, y resaltando los eventos climáticos y no climáticos que las impactan.

- **Región productiva Zarcero**

Los resultados del análisis muestran los eventos climáticos y no climáticos que tienen mayor impacto en el sistema productivo y durante cada fase fenológica del cultivo de la papa para la región productiva de Zarcero la cual corresponde a los distritos de Laguna, Palmira, Guadalupe, Zarcero, Brisas y Tapesco. La valoración global de los factores de exposición a los eventos climáticos y no climáticos, de acuerdo con el análisis de los expertos, es de 64,3 caracterizada de alta afectación climática a la exposición. La información recabada se resume en la figura 3.

En relación al grado de afectación de los factores de exposición a los eventos climáticos y no climáticos en el sistema productivo de la papa para la región de Zarcero, los resultados obtenidos se resumen a continuación:

Muy alta afectación:

- Tormentas tropicales, huracanes, ciclones
 - Vientos fuertes / vendaval
 - Erosión de suelos
- Alta afectación:
- Lluvias irregulares / variabilidad de las lluvias en el año
 - Lluvias extremas en intensidad y tiempo
 - Sequías
 - Niebla extrema

En relación al grado de muy alta a alta afectación agroclimática en la etapa fenológica del cultivo de la papa, se resaltan:

- Preparación del terreno; esta etapa tiene alta afectación por lluvia en exceso, déficit hídrico, por plagas como la *Agrotis ipsilon* y *Globodera pallida*, por enfermedades como *Rhizoctonia solani*, *Phytophthora infestans*, *Fusarium sp.*, *Alternaria solani* y *Rosellinia spp*, por tipos y textura del suelo, así como por manejo y mano de obra.
- Emergencia o brotación; etapa que tiene muy alta afectación por enfermedades como la *Agrotis ipsilon*, y de alta afectación por déficit hídrico, enfermedades como *Rhizoctonia solani*, *Phytophthora infestans*, *Fusarium sp.*, *Alternaria solani* y *Rosellinia spp*, por tipos y textura del suelo, así como por manejo y mano de obra.

Brotos laterales; muy alta afectación por déficit hídrico, y de alta afectación por lluvia en exceso, por plagas como la *Liriomyza sp.*, enfermedades como la *Phytophthora infestans* y *Alternaria solani*, por tipos y textura del suelo, así como por manejo y mano de obra.

- Botón floral e iniciación de tubérculos; muy alta afectación por enfermedades como la *Phytophthora infestans* y de alta afectación por lluvia en exceso, viento >18 Km/h, déficit hídrico, radiación solar, por plagas como la *Liriomyza sp.*, enfermedades como la *Alternaria solani*, por tipos y textura del suelo, así como por manejo y mano de obra.
- Floración y llenado de tubérculos; muy alta afectación por viento >18 Km/h y déficit hídrico, por plagas como la *Liriomyza sp.*, y enfermedades como la *Phytophthora infestans* y *Alternaria solani*, y de alta afectación por temperaturas, lluvias en exceso, radiación solar, por tipos y textura del suelo, así como por manejo y mano de obra.
- Maduración; muy alta afectación por viento >18 Km/h y déficit hídrico, y de alta afectación por lluvia en exceso, radiación solar, por plagas como la *Phthorimaea operculella*, *Tecia solanivora* y *Globodera pallida*, enfermedades como la *Rosellinia spp*, por tipos y textura del suelo, así como por manejo y mano de obra.

- **Cosecha:** muy alta afectación por plagas como la *Phthorimaea operculella* y *Tecia solanivora*, y de alta afectación por lluvia en exceso, por plagas como la Globodera pálida, enfermedades como la *Rhizoctonia solani* y *Rosellinia spp*, por tipos y textura del suelo, así como por manejo y mano de obra.

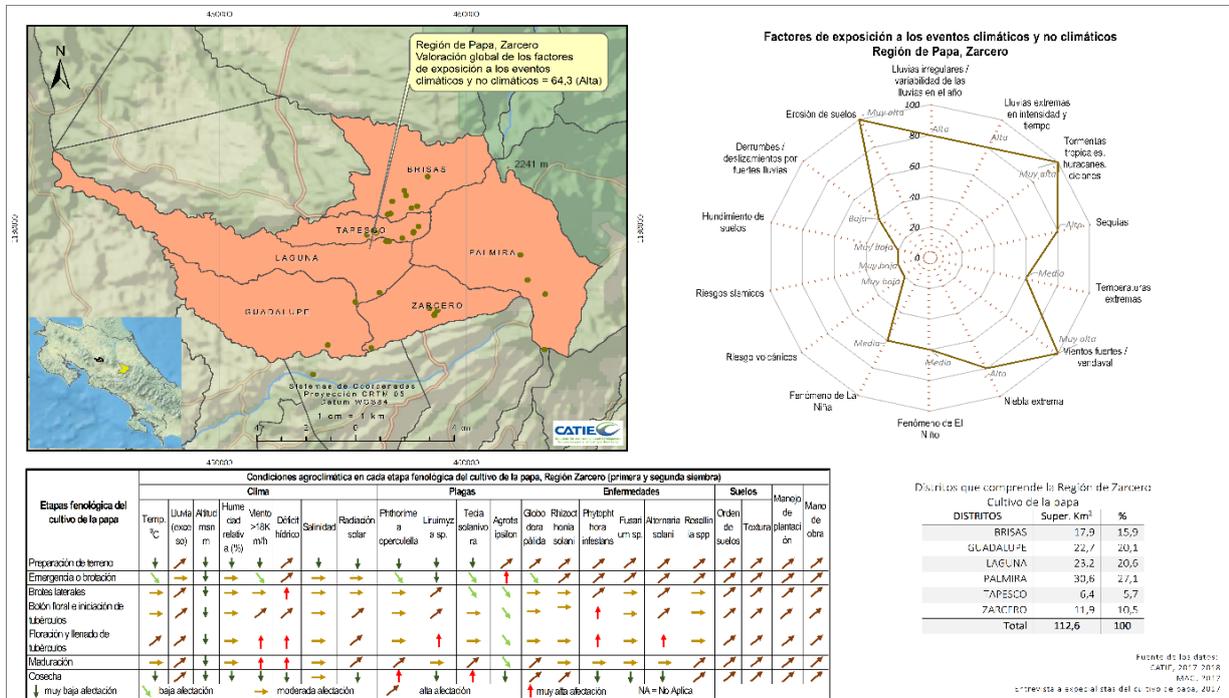


Figura 3. Mapa de exposición a los eventos climáticos y no climáticos en la Región de Zarcero correspondiente al cultivo de la papa

- **Región productiva Cartago**

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 papa para la región productiva de Cartago correspondiente a los distritos de Capellades, Pacayas, Cervantes, Cervantes, Tierra Blanca, Llano Grande, San Nicolás, Santa Rosa, Potrero Cerrado, Cipreses, Cot y Santa Cruz. La valoración global de los factores de exposición a los eventos climáticos y no climáticos, de acuerdo con el análisis de los expertos, es de 58,8 caracterizándola de media afectación a la exposición. Información que se resume en la figura 4.

En relación al grado de afectación de los factores de exposición a los eventos climáticos y no climáticos en el sistema productivo de la papa para la Región de Cartago, los resultados se resumen a continuación:

El grado de valoración de los especialistas a la exposición para la región de Cartago es media, manifestando una vulnerabilidad moderada o bien la no existe de un grado de afectación de alta a muy alta con relación a su vulnerabilidad a los eventos climáticos y no climáticos para el cultivo de la papa:

En relación al grado de muy alta a alta afectación agroclimática en la etapa fenológica del cultivo de la papa, se resaltan:

- Preparación del terreno; esta etapa tiene muy alta afectación por tipo de suelos, y de alta afectación por lluvia en exceso, vientos >18 Km/h, y por la presencia de plagas como la *Phthorimea operculella*, *Tecia solanivora* y *Globodera pallida*.
- Emergencia o brotación; tiene alta afectación por déficit hídrico, salinidad y radiación solar.
- Brotes laterales; tiene alta afectación por déficit hídrico, salinidad, radiación solar, y por presencia de plagas como la *Liriomyza sp.*
- Botón floral e iniciación de tubérculos; tiene alta afectación por déficit hídrico, salinidad y radiación solar.
- Floración y llenado de tubérculos; tiene alta afectación por temperatura, déficit hídrico, salinidad y radiación solar.
- Maduración; tiene alta afectación por temperatura, y por la presencia de plagas como la *Globodera pallida*.
- Cosecha; tiene alta afectación por temperaturas, y de alta afectación por lluvia en exceso, altitud en msnm, salinidad, radiación solar, y por plagas como la *Phthorimaea operculella* y *Globodera pallida*.

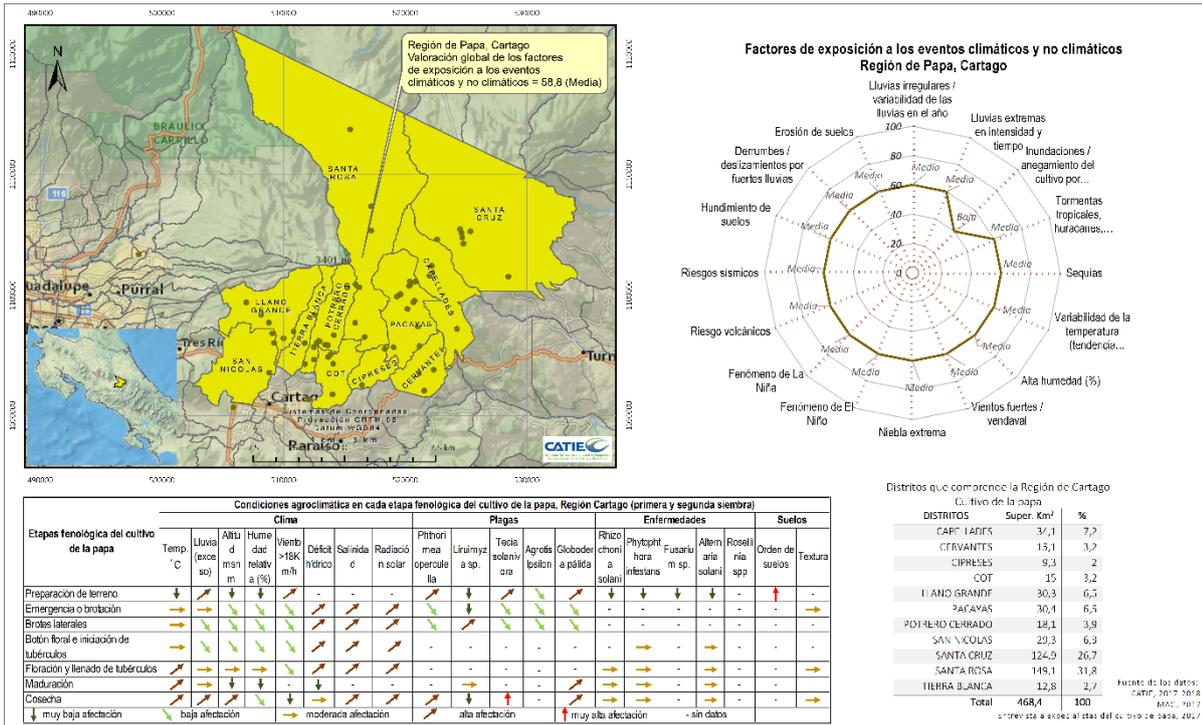


Figura 4. Mapa de exposición de los eventos climáticos y no climáticos en la Región de Cartago correspondiente al cultivo de la papa

4. Información complementaria a los eventos climáticos y no climáticos extremos que afectan la producción en las regiones productoras de papa 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 papa, se presenta a continuación una descripción de la información contenida en la base de datos del Sistema de Inventario de Efectos de Desastres (DesInventar).

4.1 Base de datos DesInventar ⁵

La base de datos 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

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>

cantones y distritos con mayor cobertura de papa o región productiva de papa definida.
Aclaración: en la base de datos DesInventar, no existe la variable con afectación específica para el cultivo de la papa.

- **Región productiva de Zarceró**

Los gráficos que se presentan a continuación contienen el valor porcentual por los tipos de eventos que han afectado al sector agropecuario, y al sector de los cultivos y bosques por hectáreas, para la región papera de Zarceró; la cual comprende los distritos de Laguna, Palmira, Guadalupe, Zarceró, Brisas y Tapesco del cantón de Zarceró, en la provincia de Alajuela.

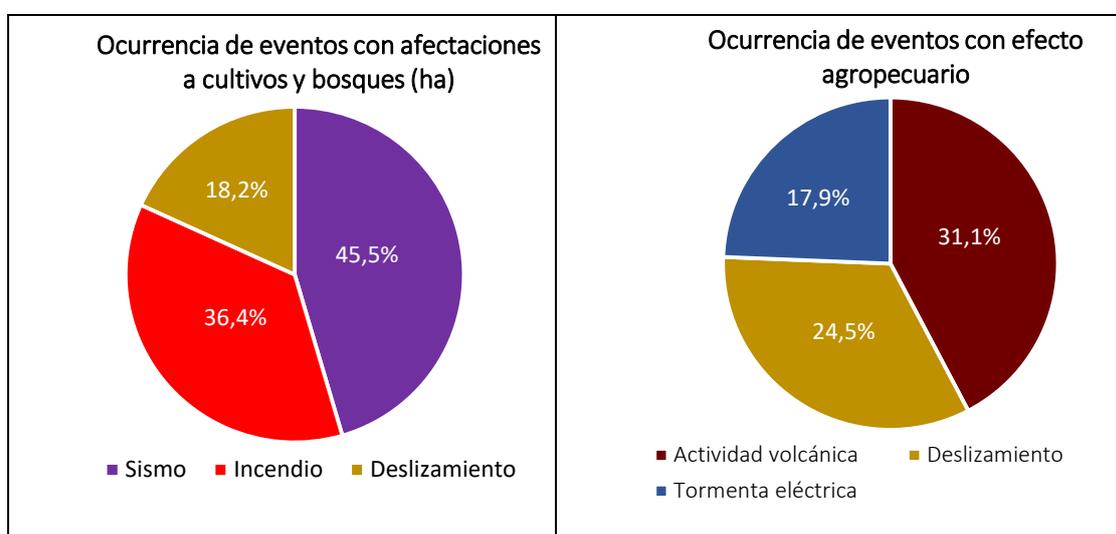


Gráfico 1. Valor porcentual por tipos de eventos que han afectado al sector agropecuario y a los cultivos y bosques por hectáreas en la región de Zarceró.

- **Región productiva de Cartago**

Los siguientes gráficos muestran el valor porcentual por los tipos de eventos que han afectado al sector agropecuario, y al sector de los cultivos y bosques por hectáreas, en la región papera de Cartago, el cual comprende los distritos de Capellades, Pacayas, Cervantes, Tierra Blanca, Llano Grande, San Nicolás, Santa Rosa, Potrero Cerrado, Cipreses, Cot y Santa Cruz de los cantones de Alvarado, Cartago, Oreamuno y Turrialba, en la provincia de Cartago.

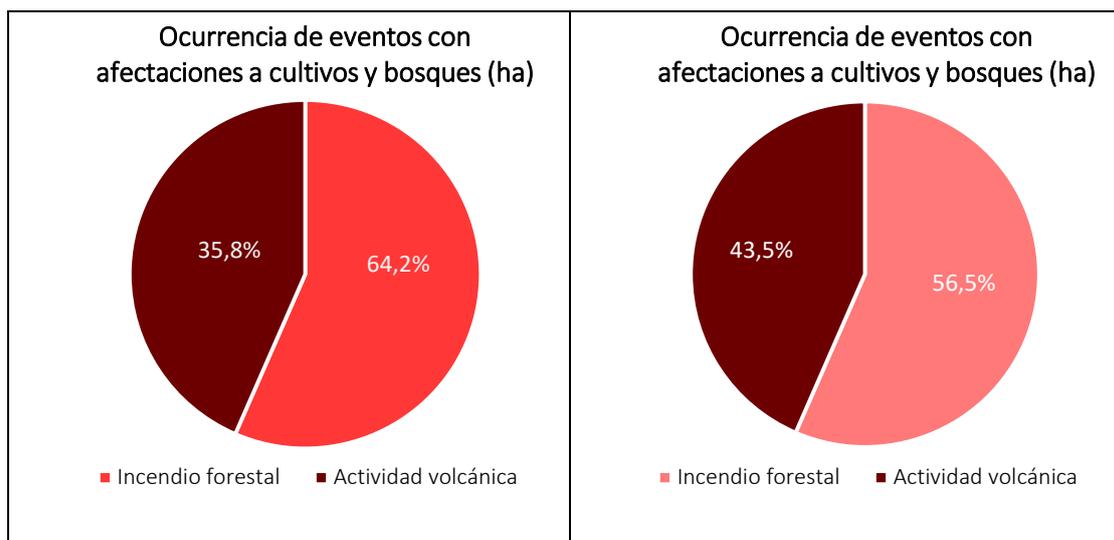


Gráfico 2. Valor porcentual por tipos de eventos que han afectado al sector agropecuario y a los cultivos y bosques por hectáreas en la región de Cartago

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

Para la identificación de prácticas que permitan reducir o prevenir el impacto de los eventos climáticos en el cultivo de papa, inicialmente se realizó una sistematización de información bibliográfica sobre prácticas recomendadas para el cultivo, que reducen los efectos de los eventos climáticos en su desarrollo. Posteriormente 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 para la reducción de impactos de eventos climáticos

En el cuadro 6 se muestran las prácticas agrícolas que, de acuerdo con la revisión de literatura, reducen los efectos directos o indirectos de eventos climáticos en el desarrollo del cultivo de papa. Cabe destacar que se encontraron vacíos de información técnica durante la revisión de literatura, por lo que para algunas de las fases no se presenta información relacionada con prácticas para la reducción del impacto de eventos climáticos.

Cuadro 6. Prácticas agrícolas realizadas en cada fase de la fenología del cultivo de papa.

Criterio	Fases				
	Emergencia o brotación	Brotos laterales	Botón floral e iniciación de tubérculos	Floración y llenado de tubérculos	Maduración y cosecha
Prácticas de reducción del impacto climático sobre gusanos cortadores	Uso de hongos (<i>Nomuraea rileyi</i> y <i>Beauveria bassiana</i>). Si la población es alta se realizan aplicaciones de permetrina (200-250 cc/ha), deltameterina (200-250 cc/ha) ⁴	Uso de hongos (<i>Nomuraea rileyi</i> y <i>Beauveria bassiana</i>). Si la población es alta se realizan aplicaciones de permetrina (200-250 cc/ha), deltameterina (200-250 cc/ha) ⁴	Uso de hongos (<i>Nomuraea rileyi</i> y <i>Beauveria bassiana</i>). Si la población es alta se realizan aplicaciones de permetrina (200-250 cc/ha), deltameterina (200-250 cc/ha) ⁴	Uso de hongos (<i>Nomuraea rileyi</i> y <i>Beauveria bassiana</i>). Si la población es alta se realizan aplicaciones de permetrina (200-250 cc/ha), deltameterina (200-250 cc/ha) ⁴	Uso de hongos (<i>Nomuraea rileyi</i> y <i>Beauveria bassiana</i>). Si la población es alta se realizan aplicaciones de permetrina (200-250 cc/ha), deltameterina (200-250 cc/ha) ⁴
Prácticas de reducción del impacto climático sobre <i>Liriomyza</i> sp.		Uso de trampa a base de aceite 40 ⁴	Uso de trampa a base de aceite 40 ⁴	Uso de trampa a base de aceite 40 ⁴	
Prácticas de reducción del impacto climático sobre áfidos		Realizar rotación de cultivos y siembras sobre los 2600 msnm o el uso de insecticidas como: oxydemeton-metil (1 l/ha), pirimicarb (200-300 g/ha), dimetoato (1 l/ha) o tiometon (1 l/ha). ⁴	Realizar rotación de cultivos y siembras sobre los 2600 msnm o el uso de insecticidas como: oxydemeton-metil (1 l/ha), pirimicarb (200-300 g/ha), dimetoato (1 l/ha) o tiometon (1 l/ha). ⁴	Realizar rotación de cultivos y siembras sobre los 2600 msnm o el uso de insecticidas como: oxydemeton-metil (1 l/ha), pirimicarb (200-300 g/ha), dimetoato (1 l/ha) o tiometon (1 l/ha). ⁴	
Prácticas de reducción del impacto climático sobre nematodos	Desinfección de la maquinaria y equipos en las fincas con una solución de cloro al 2 %. Entre las prácticas culturales recomendadas está la rotación de cultivos, el realizar muestreos periódicos de suelos, eliminación de plantas enfermas, eliminación de malezas y rastrojos. ⁴	Desinfección de la maquinaria y equipos en las fincas con una solución de cloro al 2 %. Entre las prácticas culturales recomendadas está la rotación de cultivos, el realizar muestreos periódicos de suelos, eliminación de plantas enfermas, eliminación de malezas y rastrojos. ⁴	Desinfección de la maquinaria y equipos en las fincas con una solución de cloro al 2 %. Entre las prácticas culturales recomendadas está la rotación de cultivos, el realizar muestreos periódicos de suelos, eliminación de plantas enfermas, eliminación de malezas y rastrojos. ⁴		

Prácticas de reducción del impacto climático sobre <i>Phytophthora infestans</i>	Aplicación de fungicidas como maneb (5 g/l), zineb (5 g/l), mancozeb (5 g/l), clorotalonil, propineb, fungicidas a base de cobre. Fungicidas sistémicos, como metalaxyl y endulsolfán ^{1;2;4}	Aplicación de fungicidas como maneb (5 g/l), zineb (5 g/l), mancozeb (5 g/l), clorotalonil, propineb, fungicidas a base de cobre. Fungicidas sistémicos, como metalaxyl y endulsolfán ^{1;2;4}	Aplicación de fungicidas como maneb (5 g/l), zineb (5 g/l), mancozeb (5 g/l), clorotalonil, propineb, fungicidas a base de cobre. Fungicidas sistémicos, como metalaxyl y endulsolfán ^{1;2;4}	Aplicación de fungicidas como maneb (5 g/l), zineb (5 g/l), mancozeb (5 g/l), clorotalonil, propineb, fungicidas a base de cobre. Fungicidas sistémicos, como metalaxyl y endulsolfán ^{1;2;4}	
Prácticas de reducción del impacto climático sobre <i>Alternaria solani</i>	Uso de semillas libres de la enfermedad o aplicando funguicidas en el momento del al trasplante y deben repetirse a intervalos de 1 a 2 semanas dependiendo de la prevalencia de la enfermedad y de la intensidad y frecuencia de las lluvias, realizar rotación de cultivos, la eliminación y quema de los restos de plantas infectadas y la eliminación de malezas, mantenimiento de una buena nutrición de la planta ⁴	Uso de semillas libres de la enfermedad o aplicando funguicidas en el momento del al trasplante y deben repetirse a intervalos de 1 a 2 semanas dependiendo de la prevalencia de la enfermedad y de la intensidad y frecuencia de las lluvias, realizar rotación de cultivos, la eliminación y quema de los restos de plantas infectadas y la eliminación de malezas, mantenimiento de una buena nutrición de la planta ⁴	Uso de semillas libres de la enfermedad o aplicando funguicidas en el momento del al trasplante y deben repetirse a intervalos de 1 a 2 semanas dependiendo de la prevalencia de la enfermedad y de la intensidad y frecuencia de las lluvias, realizar rotación de cultivos, la eliminación y quema de los restos de plantas infectadas y la eliminación de malezas, mantenimiento de una buena nutrición de la planta ⁴	Uso de semillas libres de la enfermedad o aplicando funguicidas en el momento del al trasplante y deben repetirse a intervalos de 1 a 2 semanas dependiendo de la prevalencia de la enfermedad y de la intensidad y frecuencia de las lluvias, realizar rotación de cultivos, la eliminación y quema de los restos de plantas infectadas y la eliminación de malezas, mantenimiento de una buena nutrición de la planta ⁴	
Prácticas de reducción del impacto climático sobre <i>Rosellinia spp</i>		Hacer rotaciones de cultivos como pasto, maíz y otros cultivos no susceptibles, utilizar semilla sana preferiblemente certificada plantar en terrenos bien drenados y libres de la enfermedad. ⁴	Hacer rotaciones de cultivos como pasto, maíz y otros cultivos no susceptibles, utilizar semilla sana preferiblemente certificada plantar en terrenos bien drenados y libres de la enfermedad. ⁴	Hacer rotaciones de cultivos como pasto, maíz y otros cultivos no susceptibles, utilizar semilla sana preferiblemente certificada plantar en terrenos bien drenados y libres de la enfermedad. ⁴	Hacer rotaciones de cultivos como pasto, maíz y otros cultivos no susceptibles, utilizar semilla sana preferiblemente certificada plantar en terrenos bien drenados y libres de la enfermedad. ⁴

Prácticas de reducción del impacto climático sobre virus (PLRV, PVY y PVX)	uso de semilla certificada libre del virus además del control debido de áfidos recomendados anteriormente debido a que este es el principal transmisor de la enfermedad ⁴	uso de semilla certificada libre del virus además del control debido de áfidos recomendados anteriormente debido a que este es el principal transmisor de la enfermedad ⁴	uso de semilla certificada libre del virus además del control debido de áfidos recomendados anteriormente debido a que este es el principal transmisor de la enfermedad ⁴	uso de semilla certificada libre del virus además del control debido de áfidos recomendados anteriormente debido a que este es el principal transmisor de la enfermedad ⁴	uso de semilla certificada libre del virus además del control debido de áfidos recomendados anteriormente debido a que este es el principal transmisor de la enfermedad ⁴
<p>(1) Babilonia R. 2011. Impactos del cambio climático en la distribución espacial de las zonas de aptitud potencial del cultivo de la papa (<i>Solanum tuberosum</i>) en la cuenca del río Reventazón, Costa Rica. Centro Agronómico Tropical e Investigación y Enseñanza (CATIE) Turrialba, Costa Rica.</p> <p>(2) Barquero M., Gómez L., Brenes A. 2005. Resistencia al tizón tardío (<i>Phytophthora infestans</i>), en clones promisorios de papa en Costa Rica. San José, Costa Rica.</p> <p>(3) Jiménez M. 2009. Diseño de un Manual de Buenas Prácticas Agrícolas para el Cultivo de Papa en la Finca Paso Ancho S.A. Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC). Cartago, Costa Rica.</p> <p>(4) Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). 2007. Caracterización de la agra cadena de papa, Cartago, Costa Rica. Cartago, Costa Rica.</p>					

- Condiciones edafoclimáticas óptimas de la papa

Climáticos

Temperatura: Constituye un factor limitante respecto al cultivo, la papa no soporta temperaturas menores de los -2°C , y no es recomendable que el calor suba de 30°C , pues la planta se desarrolla muy rápidamente, lo que no permita que haya aun exceso de carbohidratos para poderlos acumular y formar los tubérculos. La temperatura óptima para el desarrollo de los tubérculos está alrededor de los 18 o 20°C , mientras que el crecimiento vegetativo muestra un incremento con mayores temperaturas durante el día. Es importante en sitios con altas temperaturas diurnas existan temperaturas nocturnas bajas para favorecer la formación de tubérculos (MAG, 2007; Jiménez, 2009).

Luminosidad: La intensidad y la duración de la luz influyen en el crecimiento de la planta de papa, los días largos favorecen el desarrollo de la parte aérea, mientras que la formación de tubérculos se acelera bajo condiciones de día corto. Con mucha luminosidad, la formación de tubérculos se inicia más rápidamente, el ciclo es más corto y la producción de tubérculos es mayor (MAG, 2007; Jiménez, 2009).

Humedad: La planta de papa no responde ante cambios de la humedad del aire. En lugares en que esta es mucha, se favorece el ataque de enfermedades fungosas; además se dificulta su erradicación. En cuanto a la lluvia, el cultivo de papa requiere alrededor de 500 mm (500 litros por metro cuadrado) durante todo su ciclo. Debe existir un período seco que permita la ejecución de las labores para la preparación del terreno. Para la germinación y principio del desarrollo se necesita poca agua, mientras que para el desarrollo posterior y tuberización los requerimientos son mayores. El período de cosecha debe ser seco para mayor facilidad de las labores (MAG, 2007; Jiménez, 2009).

Altitud: La papa se puede sembrar desde el nivel del mar hasta los 4000 metros, siempre y cuando se cumplan las condiciones de temperatura para el cultivo. En Costa Rica las condiciones climáticas ideales se encuentran en los lugares altos con altura de 1500 a 2700 metros sobre el nivel del mar (MAG, 2007; Jiménez, 2009).

Requerimientos de suelo y agua.

El cultivo de la papa requiere que el suelo presente una serie de características para una buena productividad. Se deben escoger suelos con buena aireación, retención de humedad y favorezcan una buena formación de los tubérculos. Los suelos arcillosos aunque son buenos para retener agua, cuando hay excesiva humedad pueden provocar pudrición de la semilla, además por falta de aireación su crecimiento es lento. Los suelos arenosos presentan buena aireación, pero

escasa retención de humedad, lo cual afecta el desarrollo de la planta en épocas de poca precipitación. Se aconsejan suelos francos ya que presentan características intermedias (MAG, 2007; Jiménez, 2009).

En cuanto al pH la papa posee gran tolerancia a variaciones en este factor en el suelo, se puede desarrollar en valores de 4 a 8, sin embargo el más ideal se encuentra entre 5.5 y 7. Los suelos derivados de cenizas volcánicas son los más aptos por presentar una buena combinación de características de estructura, textura, drenaje y adecuada cantidad de materia orgánica (MAG, 2007; Jiménez, 2009).

- Zonas agroecológicas de producción

En Costa Rica el cultivo de papa se siembra en pequeñas áreas, estas se dan principalmente en zonas altas, siendo Cartago la provincia con más área sembrada ya que representa el 78,51% de siembra en el país, seguido por Alajuela con un 18,68%, San José con un 2,20% y Heredia, Guanacaste, Puntarenas y Limón con menos del 1%, así como se muestra en 9, el número de fincas, área sembrada y total de cosecha por provincia (INEC, 2015). Además según el estudio realizado por el CNP (2015), los principales cantones productores de papa son Alvarado, Oreamuno, Cartago, Dota, Naranjo, Zarcero, Paraíso, Turrialba y El Guarco, como se muestra el cuadro 7, para el año 2014 y el 2015 hasta el mes de agosto las zonas productoras, áreas, producción y rendimientos.

Cuadro 7. Área cultivada de papa por provincias en Costa Rica.

Provincia	Área /Ha	Producción/Ton
Cartago	2.553,6	19.446,1
Alajuela	867,2	68,303,1
San José	83,5	1.871,2
Total	3.504,3	89.620,4

Fuente: CNP, 2017.

2. 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 Zona Norte de Cartago

1) FASE DE BROTAÇÃO:

- Impacto por altas temperaturas

Las altas temperaturas provoca la reducción del porcentaje de brotes de tubérculos de papa por área cultivada ya que se disminuye la disponibilidad de agua para la planta y la 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 foto-asimilados necesarios para el crecimiento vegetativo.

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

1. Riego.
2. Aplicación foliar.
3. Fertilización adecuada.
4. Uso de variedades tolerantes.

- Impacto por lluvias fuertes

Las lluvias fuertes pueden provocar erosión y pérdida de áreas efectivas por el arrastre de partículas de suelo, lo que ocasiona baja brotación, lixiviación de fertilizante y pérdida de semillas; el aumento de plagas vertebradas como la taltuza y la caída de lluvias con alta intensidad incrementa los problemas de conservación de suelos, ya que esta plaga crea micro-túneles dentro del área de siembra y almacena gran cantidad de agua que se abre paso hacia las zonas más bajas de la finca. Además, favorece la diseminación de enfermedades (hongos y bacterias) por medio del salpique de gotas en el suelo, escorrentía y el paso del personal al realizar las tareas del cultivo; así como también favorece al aumento de plagas insectiles.

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

1. Drenajes.

2. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos.
3. Ceniceros.
4. Curvas a nivel.
5. Aplicación de bactericidas.
6. Siembras a contorno.
7. Época de siembra.
8. Fertilización adecuada.
9. Trampas
10. Materia orgánica.

- Impacto por erosión y deslizamientos de tierra

La erosión ocasiona pérdida de áreas efectivas por el deslizamiento de tierra de las partes altas y se deposita en las zonas bajas de la finca. Además, provoca las pérdidas de fertilizante y semillas por el lavado del suelo.

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

1. Drenajes.
2. Subsolar el suelo.
3. Ceniceros.
4. Curvas a nivel.
5. Siembras a contorno.
6. Época de siembra.

- Impacto por lluvias prolongadas

Las lluvias prolongadas pueden provocar erosión y pérdidas de áreas efectivas por el arrastre de partículas de suelo, lo que ocasiona baja brotación y pérdida de fertilizantes. Además, favorecen el aumento de malezas que compiten por agua, luz y nutrientes; provoca la diseminación de enfermedades por medio del salpique de gotas en el suelo, escorrentía y evita que se realicen prácticas necesarias del cultivo como la aplicación de productos.

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

1. Drenajes.
2. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos.
3. Control manual o deshierba.
4. Aplicación de herbicidas.
5. Siembras a contorno.
6. Uso de variedades tolerantes.

7. Fertilización adecuada.
8. Época de aplicación.

- **Impacto por sequías prolongadas**

La disminución del recurso hídrico puede ocasionar disminución de brotes por desecación del suelo, disminuye la cantidad de estolones y pérdida de plantas que repercute en la obtención de bajos rendimientos por hectárea; la sequía puede ocasionar un incremento en la población de plagas como gusanos cortadores, áfidos y *Liriomyza*. Además, provoca atrasos fisiológicos en la planta, originados por el cierre estomático, la disminución del proceso fotosintético y bajo transporte de fotoasimilados necesarios para el desarrollo de la planta; al disminuir la nutrición, la planta queda susceptible a enfermedades bacteriales como la *Erwinia*.

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

1. Riego.
2. Aplicación foliar.
3. Fertilización adecuada.
4. Aplicación de bactericidas.
5. Aplicación de Insecticidas.
6. Época de siembra.
7. Trampas.
8. Uso de variedades tolerantes.

- **Impacto por ceniza**

La caída de ceniza en plantaciones de papa puede afectar el crecimiento de la planta, ya que al depositarse en las hojas y brotes nuevos impiden el proceso de fotosíntesis y en otros casos hasta la muerte de tejidos por quema.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de ceniza:

1. Lavado de tejidos (Bomba de aplicación).
2. Aplicación foliar (fuentes cálcicas previas).

2) FASE DE CRECIMIENTO DE BROTES LATERALES:

- **Impacto por altas temperaturas**

El incremento de las altas temperaturas puede provocar el cierre de estomas en las hojas para evitar la pérdida de agua por medio de la transpiración, lo que afecta el paso de nutrientes de las células fuente a los sumideros y atrasos en el desarrollo de la planta. La disminución en la cantidad

de agua en el suelo disponible para la planta ocasiona pérdida de fertilizante por volatilización.

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

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

- **Impacto por lluvias fuertes**

La caída de lluvias fuertes puede ocasionar la germinación y propagación de malezas que compiten con el cultivo por agua, luz y nutrientes; causa pérdida de fertilizante por lixiviación y pérdida de áreas efectivas de suelo por erosión y arrastre de partículas en la escorrentía. El exceso de humedad genera un aumento en la diseminación de enfermedades por medio del salpique de gotas en el suelo y por el paso de personal utilizado para las diversas labores del cultivo.

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

1. Siembra a contorno.
2. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos.
3. Curvas a nivel.
4. Uso de variedades tolerantes.
5. Fertilización adecuada.

- **Impacto por fuertes vientos**

Los vientos huracanados o de fuerte intensidad provocan lesiones o daños físicos en la planta de papa, puede ocasionar defoliación parcial o total de hojas; lo que repercute en el desarrollo del cultivo y la disminución en el rendimiento.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de los fuertes vientos:

1. Barreras rompevientos.
2. Aplicación foliar.
3. Fertilización adecuada.

- **Impacto por erosión y deslizamientos de tierra**

El principal impacto de deslizamientos de tierras es la pérdida de áreas efectivas y aprovechables para el cultivo, donde la capa de suelo con mayores potenciales productivos y nutrientes por lavado hacia las zonas bajas de la finca.

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

1. Drenajes.
2. Subsolar el suelo.

3. Ceniceros.
4. Curvas a nivel.
5. Siembras a contorno.

- Impacto por lluvias prolongadas

Las lluvias prolongadas pueden generar un aumento en la diseminación de enfermedades por medio del salpique de gotas en el suelo, escorrentía y por el paso de personal utilizado para las diversas labores del cultivo; Además, la caída de lluvia por días consecutivos puede atrasar en las labores de cultivo principalmente la aplicación de productos químicos preventivos. Los suelos al presentar altos porcentajes de humedad, imposibilita la labor de aporca con bueyes o caballos.

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

1. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos.
2. Época de aplicación.

- Impacto por sequías prolongadas

La baja disponibilidad de agua en el suelo ocasionada por periodos largos de sequía afecta directamente el desarrollo fisiológico de la planta por medio de la transpiración; la planta al perder agua emite el cierre de los estomas para disminuir las pérdidas, lo que provoca que se detenga el transporte y paso de nutrientes necesarios para el desarrollo de la planta. La sequía es un factor determinante para el aumento de plagas en papa, principalmente la polilla y *Liriomyza*.

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

1. Riego.
2. Fertilización adecuada.
3. Aplicación de insecticidas.
4. Materia orgánica.
5. Trampas (insectiles).
6. Uso de variedades tolerantes.

- Impacto por ceniza

La caída de ceniza en plantaciones de papa puede afectar el crecimiento de la planta, ya que al depositarse en las hojas y brotes nuevos impiden el proceso de fotosíntesis; en otros casos hasta la muerte de tejidos por quema y pérdida total de plantas.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de ceniza:

1. Lavado de tejidos (Bomba de aplicación).
2. Aplicación foliar (fuentes cálcicas previas).

3) FASE DE INICIACIÓN DE TUBÉRCULOS

- Impacto por altas temperaturas

El incremento de las altas temperaturas puede provocar el cierre de estomas en las hojas para evitar la pérdida de agua por medio de la transpiración, lo que afecta el paso de nutrientes de las células fuente a los sumideros y atrasos en el desarrollo de la planta. La disminución en la cantidad de agua en el suelo disponible para la planta ocasiona pérdida de fertilizante por volatilización.

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

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

- Impacto por lluvias fuertes

La caída de lluvias fuertes puede ocasionar pérdidas de fertilizante por lixiviación, pérdida de plantas y áreas efectivas de suelo por erosión y arrastre de partículas en la escorrentía. Además provoca el aumento de plagas como *Liriomyza* y Mosca blanca; con el exceso de humedad genera un aumento en la diseminación de enfermedades (principalmente Tizón tardío o *Erwinia*) por medio del salpique de gotas en el suelo y por el paso de personal utilizado para las diversas labores del cultivo.

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

1. Siembra a contorno.
2. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos.
3. Curvas a nivel.
4. Aplicación de bactericidas.
5. Trampas (insectiles).
6. Monitoreos.

- Impacto por fuertes vientos

Los vientos huracanados o de fuerte intensidad provocan lesiones o daños físicos en la planta de papa, puede ocasionar defoliación parcial o total de hojas; lo que repercute en el desarrollo del cultivo y la disminución en el rendimiento.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de los fuertes vientos:

1. Barreras rompevientos.
2. Aplicación foliar.
3. Fertilización adecuada.

- Impacto por lluvias prolongadas

Las lluvias prolongadas pueden generar un aumento en la diseminación de enfermedades por medio del salpique de gotas en el suelo, escorrentía y por el paso de personal utilizado para las diversas labores del cultivo; Además, la caída de lluvia por días consecutivos puede atrasar en las labores de cultivo principalmente la aplicación de productos químicos preventivos. Los suelos al presentar altos porcentajes de humedad, imposibilita la labor de aporca con bueyes o caballos.

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

1. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos.
2. Época de aplicación.

- Impacto por sequías prolongadas

La baja disponibilidad de agua en el suelo ocasionada por periodos largos de sequía afecta directamente el desarrollo fisiológico de la planta por medio de la transpiración; la planta al perder agua emite el cierre de los estomas para disminuir las pérdidas, lo que provoca que se detenga el transporte y paso de nutrientes necesarios para el desarrollo de la planta. La sequía es un factor determinante para el aumento de plagas en papa, principalmente la polilla y *Liriomyza*.

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

1. Riego.
2. Fertilización adecuada.
3. Aplicación de insecticidas.
4. Materia orgánica.
5. Trampas (insectiles).
6. Uso de variedades tolerantes.

- Impacto por ceniza

La caída de ceniza en plantaciones de papa puede afectar el crecimiento de la planta, ya que al depositarse en las hojas y brotes nuevos impiden el proceso de fotosíntesis; en otros casos hasta la muerte de tejidos por quema y pérdida total de plantas.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de ceniza:

1. Lavado de tejidos (Bomba de aplicación).
2. Aplicación foliar (fuentes cálcicas previas).
3. Soplar la ceniza con bombas de motor

4) FASE DE FLORACIÓN Y LLENADO DE TUBÉRCULOS:

- Impacto por lluvias fuertes

La caída de lluvias fuertes puede ocasionar el incremento de malezas que compiten con el cultivo por agua, luz y fertilizante; así como el aumento de plagas que afectan directamente el tubérculo como el joboto. Además provoca excesos de humedad que genera un aumento en la diseminación de enfermedades por medio del salpique de gotas en el suelo y por el paso de personal utilizado para las diversas labores del cultivo. La intensidad de la lluvia en combinación con leves vientos puede causar daños físicos y el volcamiento de plantas; lo que afecta el número y el llenado de tubérculos.

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

1. Aporca.
2. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos.
3. Fertilización adecuada.
4. Aplicación de insecticidas.
5. Trampas (insectiles).
6. Monitoreos.
7. Aplicación foliar.

- Impacto por fuertes vientos

Los vientos fuertes en fase de floración ocasiona la caída de flores; aunque según los expertos no existe ninguna relación entre la floración y la productividad del cultivo. Las lesiones, daños físicos o el volcamiento de plantas si afectan considerablemente los rendimientos en la cosecha de papa.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de los fuertes vientos:

1. Barreras rompevientos.
2. Aplicación foliar.
3. Fertilización adecuada.
4. Aporca.

- Impacto por sequías prolongadas

La baja disponibilidad de agua en el suelo ocasionada por periodos largos de sequía en esta fase del cultivo, influye directamente en la cantidad, forma, calidad y peso de los tubérculos. Conforme pasan los días sin lluvia, aumenta la cantidad de plagas especialmente la polilla; así como las enfermedades bacteriales como *Erwinia*.

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

1. Riego.
2. Fertilización adecuada.
3. Aplicación de insecticidas.
4. Aplicación de bactericidas.
5. Trampas (insectiles).
6. Aplicación foliar.
7. Monitoreo.

- **Impacto por ceniza**

La caída de ceniza en plantaciones de papa puede afectar el crecimiento de la planta, ya que al depositarse en las hojas produce el bloqueo de captación de energía lumínica esencial para el traslado de fotoasimilados de la parte vegetativa a la reproductiva (tubérculos).

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de ceniza:

1. Lavado de tejidos (Bomba de aplicación).
2. Aplicación foliar (fuentes cálcicas previas).
3. Fertilización adecuada.

5) FASE DE MADURACIÓN:

- **Impacto por lluvias fuertes**

Al aplicar quemantes sobre los tejidos verdes del cultivo de papa, el suelo queda susceptible a sufrir pérdidas por erosión y deslizamientos; al caer lluvias de fuerte intensidad ocasionan lavado de la superficie del suelo, dejando los tubérculos al descubierto y a la intemperie; incrementando los porcentajes de pérdidas por plagas (principalmente polilla), pérdidas de rendimiento por el peso y la calidad de la papa ya que se torna a la coloración verde por el impacto directo del sol.

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

1. Aporca.
2. Siembra a contorno.
3. Aplicación de insecticidas.
4. Curvas a nivel.

- **Impacto por sequías prolongadas**

La baja disponibilidad de agua en el suelo al final del ciclo ocasiona el aumento de problemas por polilla, al no poder aplicar insecticidas en el momento, las pérdidas aumentan y la calidad disminuye; ya que los tubérculos dañados no son recomendados ni para el uso de semilla.

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

1. Aplicación de insecticidas (se recomienda la aplicación preventiva).

- **BARRERAS IDENTIFICADAS POR EXPERTOS DE LA REGIÓN ZONA NORTE DE CARTAGO 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 Zona Norte de Cartago, sobre las barreras existentes para la implementación de buenas prácticas para reducir el impacto de eventos climáticos en los sistemas productivos de papa. En el cuadro 8, 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 Zona Norte de Cartago para la implementación de prácticas de adaptación.

Práctica	Barrera	Motivo
Aplicación de bactericidas	Institucional	No hay personas que instruyan al productor aparte de las casa comerciales
Aplicación de fungicidas preventivos y curativos	Económica	Aumenta los costos
Aplicación de herbicidas	Cultural	Se tiene que utilizar
Aplicación de insecticidas	Cultural	No hay conocimiento para el cambio
Aplicación foliar	Económica	Aumenta los costos
	Cultural	No se proporciona lo que necesita la planta
Aporca	Cultural	Falta asesoría a los productores
Barreras rompevientos	Cultural	Las personas no creen en el beneficio de la práctica
Ceniceros	Cultural	Las personas no creen en el beneficio de la práctica
Curvas a nivel	Institucional	Falta asesoría a los productores
Drenajes	Cultural	Falta asesoría a los productores
Época de aplicación	Cultural	Desconocimiento de la práctica

Época de siembra	Cultural	Se acostumbra a sembrar en cualquier fecha
Fertilización adecuada	Cultural	No se proporciona lo que necesita la planta
Lavado de hojas	Cultural	Desconocimiento de la práctica
Materia orgánica	Económico	Aumenta costos
Monitoreo	Cultural	Desconocimiento de la práctica
Riego	Económico	Alto costo pero la disponibilidad de agua es la principal limitante
Siembra a contorno	Cultural	Los productores aprendieron de otra forma
Subsolar el suelo	Cultural	La resiembra no le da uniformidad a la plantación
Selección de áreas sin riesgo	Cultural	Desconocimiento de la práctica
Siembra en lomillos	Cultural	Falta de conocimiento
Trampas	Cultural	No se quieren utilizar aunque sea necesario
Uso de variedades tolerantes	Uso de variedades tolerantes	Uso de variedades tolerantes

- **Región productiva Zona de Zarcero**

1) FASE DE EMERGENCIA O BROTACIÓN:

- **Impacto por altas temperaturas**

Las altas temperaturas provoca el aumento de enfermedades fungosas, reduce el porcentaje de brotes de tubérculos de papa por área cultivada; lo que genera atrasos fisiológicos en el desarrollo de la planta y la pérdida de vigor al disminuir el transporte de nutrientes y fotosintetizados necesarios para el crecimiento vegetativo.

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

1. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos.
2. Aplicación foliar.
3. Fertilización adecuada.
4. Uso de variedades tolerantes.

- **Impacto por lluvias fuertes**

La caída de fuertes lluvias en la región provoca problemas de erosión y la pérdida de áreas efectivas por arrastre de partículas de suelo; las lluvias ocasionan excesos de humedad en el suelo lo que facilita la diseminación de enfermedades que atacan los brotes nuevos y las plantas de papa recién emergidas. El lavado de suelo causa la pérdida de semillas y de fertilizantes por lixiviación;

además, favorece la diseminación de enfermedades (hongos y bacterias) por medio del salpique de gotas en el suelo, escorrentía y el paso del personal al realizar las tareas del cultivo.

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

1. Drenajes.
2. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos.
3. Ceniceros.
4. Curvas a nivel.
5. Aplicación foliar.
6. Siembras a contorno.
7. Época de siembra.

- Impacto por lluvias prolongadas

Las lluvias prolongadas pueden provocar saturación hídrica en el suelo, lo que provoca que las plantas entren anoxia, estrés y aumente la probabilidad de diseminación de enfermedades. El arrastre de partículas de suelo de las partes altas de la finca hacia las bajas produce que ocurran fuertes deslizamientos de tierra y en pequeña escala erosión pérdidas de semilla.

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

1. Drenajes.
2. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos.
3. Curvas a nivel.
4. Aplicación de insecticidas.
5. Siembras a contorno.
6. Uso de variedades tolerantes.
7. Época de aplicación.

- Impacto por sequías prolongadas

La disminución del recurso hídrico puede ocasionar la disminución de brotes por desecación del suelo, disminuye la cantidad de estolones y pérdida de plantas que repercute en la obtención de bajos rendimientos por hectárea; la sequía puede ocasionar un incremento en la población de plagas como gusanos cortadores, áfidos y *Liriomyza*. Además, provoca que la planta presente estrés hídrico por la ausencia de agua, retrasa el desarrollo fisiológico por el cierre estomático, disminuye el proceso fotosintético y disminuye el transporte de fotoasimilados; la planta al disminuir el vigor, baja las defensas y aumenta los porcentajes por problemas de enfermedades bacteriales y fungosas.

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

1. Riego.
2. Aplicación foliar.
3. Fertilización adecuada.
4. Aplicación de bactericidas.
5. Aplicación de Insecticidas.
6. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos.
7. Cosecha de agua.
8. Uso de variedades tolerantes.

2) FASE DE CRECIMIENTO DE BROTES LATERALES:

- Impacto por altas temperaturas

El incremento de las altas temperaturas puede provocar el cierre de estomas en las hojas para evitar la pérdida de agua por medio de la transpiración, lo que afecta el paso de nutrientes de las células fuente a los sumideros y atrasos en el desarrollo de la planta. La disminución en la cantidad de agua en el suelo disponible para la planta ocasiona el aumento de plagas insectiles como *liriomyza* y enfermedades.

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

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

- Impacto por lluvias fuertes

La caída de lluvias fuertes en esta fase puede causar pérdida de áreas efectivas de suelo por erosión y arrastre de partículas en la esorrentía; aumenta la germinación y propagación de malezas que compiten con el cultivo por agua, luz y nutrientes. El exceso de humedad genera un aumento en la diseminación de enfermedades por medio del salpique de gotas en el suelo y por el paso de personal utilizado para las diversas labores del cultivo.

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

1. Siembra a contorno.
2. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos.
3. Curvas a nivel.
4. Uso de variedades tolerantes.
5. Aporca.

6. Aplicación de herbicidas.
7. Ceniceros.

- **Impacto por fuertes vientos**

Los vientos huracanados o de fuerte intensidad provocan lesiones o daños físicos en la planta de papa, puede ocasionar defoliación parcial o total de hojas; lo que repercute en el desarrollo del cultivo y la disminución en el rendimiento.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de los fuertes vientos:

1. Barreras rompevientos.
2. Aplicación foliar.
3. Fertilización adecuada.
4. Aporca.

- **Impacto por erosión y deslizamientos de tierra**

El principal impacto de deslizamientos de tierras es la pérdida de áreas efectivas y aprovechables para el cultivo, donde la capa de suelo con mayores potenciales productivos y nutrientes por lavado hacia las zonas bajas de la finca.

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

1. Drenajes.
2. Subsolar el suelo.
3. Ceniceros.
4. Curvas a nivel.
5. Siembras a contorno.

- **Impacto por lluvias prolongadas**

Las lluvias prolongadas aumentan el crecimiento rápido de malezas que compiten directamente con el cultivo por nutrientes, agua y luz; pueden generar un aumento en la diseminación de enfermedades por medio del salpique de gotas en el suelo, escorrentía y por el paso de personal utilizado para las diversas labores del cultivo. Además, la caída de lluvia por días consecutivos puede atrasar en las labores de cultivo principalmente la aplicación de productos químicos preventivos. Los suelos al presentar altos porcentajes de humedad, imposibilita la labor de aporca con caballos.

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

1. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos.
2. Época de aplicación.

- **Impacto por sequías prolongadas**

El estrés hídrico que sufre la planta por la baja disponibilidad de agua en el suelo ocasiona atrasos en el desarrollo fisiológico de la planta; estas se predisponen y sensibilizan a la entrada de enfermedades y plagas. La sequía es un factor determinante para el aumento de plagas en papa, principalmente la polilla y *Liriomyza*.

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

1. Riego.
2. Fertilización adecuada.
3. Aplicación de insecticidas.
4. Época de siembra.
5. Cosecha de agua.
6. Aplicación foliar.

3) FASE DE INICIACIÓN DE TUBÉRCULOS:

- **Impacto por lluvias fuertes**

En la zona de Zarcero la principal afectación de las lluvias fuertes son las pérdidas de suelo y plantas por los grados de pendiente de la mayoría de fincas; seguido del aumento de enfermedades principalmente Tizón tardío que se disemina por medio del salpique de gotas en el suelo y por el paso de personal utilizado para las diversas labores del cultivo. En esta fase es importante la implementación de la aporca, ya que las lluvias aumentan la población de malezas y disminuyen el potencial de absorción de nutrientes para la planta.

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

1. Siembra a contorno.
2. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos.
3. Curvas a nivel.
4. Aplicación de herbicidas.
5. Ceniceros.
6. Barreras rompevientos.

- **Impacto por fuertes vientos**

Los vientos huracanados o de fuerte intensidad provocan lesiones o daños físicos en la planta de papa, puede ocasionar defoliación parcial o total de hojas; lo que repercute en el desarrollo del cultivo y la disminución en el rendimiento.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de los fuertes vientos:

1. Barreras rompevientos.
2. Aplicación foliar.
3. Fertilización adecuada.
4. Uso de variedades tolerantes.
5. Época de siembra.
6. Aporca.

- **Impacto por erosión y deslizamientos de tierra**

El principal impacto de deslizamientos de tierras es la pérdida de áreas efectivas y aprovechables para el cultivo, donde la capa de suelo con mayores potenciales productivos y nutrientes por lavado hacia las zonas bajas de la finca.

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

1. Drenajes.
2. Ceniceros.
3. Barreras rompevientos.
4. Curvas a nivel.
5. Siembras a contorno.

- **Impacto por sequías prolongadas**

La falta de agua por varios días provoca un desequilibrio de procesos y estrés hídrico dentro de la planta; se cierran los estomas para evitar la salida de agua, se reduce la transpiración y la tasa fotosintética necesaria para los procesos metabólicos. Las plantas con problemas nutricionales se ven más afectadas por las enfermedades, las plagas y la reducción en el crecimiento.

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

1. Riego.
2. Fertilización adecuada.
3. Aplicación de insecticidas.
4. Cosecha de agua.
5. Aplicación foliar.

4) FASE DE FLORACIÓN Y LLENADO DE TUBÉRCULOS:

- **Impacto por lluvias fuertes**

La caída de lluvias fuertes puede ocasionar el incremento de malezas que compiten con el cultivo por agua, luz y fertilizante; así como el aumento de plagas que afectan directamente el tubérculo como la polilla. Además provoca excesos de humedad que genera un aumento en la

diseminación de enfermedades por medio del salpique de gotas en el suelo y por el paso de personal utilizado para las diversas labores del cultivo.

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

1. Aplicación de Herbicidas.
2. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos.
3. Fertilización adecuada.
4. Aplicación de insecticidas.
5. Control biológico.

- Impacto por fuertes vientos

Los vientos fuertes en fase de floración ocasiona la caída de flores; aunque según los expertos no existe ninguna relación entre la floración y la productividad del cultivo. Las lesiones, daños físicos o el volcamiento de plantas si afectan considerablemente los rendimientos en la cosecha de papa.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de los fuertes vientos:

1. Barreras rompevientos.
2. Aplicación foliar.
3. Fertilización adecuada.
4. Aporca.
5. Época de siembra.
6. Uso de variedades tolerantes.
7. Selección de áreas sin riesgo.

- Impacto por lluvias prolongadas

Las lluvias prolongadas en esta fase aumenta la probabilidad de diseminación de enfermedades como tizón tardío; que se beneficia en condiciones de alta humedad y los productores no pueden aplicar tras la caída de lluvia por días consecutivos.

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

1. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos.
2. Época de aplicación.
3. Fertilización adecuada.
4. Aplicación foliar.
5. Aporca.

- Impacto por sequías prolongadas

El recurso hídrico es de suma importancia para el desarrollo del cultivo y la baja disponibilidad reduce considerablemente los rendimientos por hectárea; el llenado de tubérculos es escasa, la

formación no es la ideal e influye en la calidad. Además, estas condiciones climáticas favorecen la presencia de plagas importantes como la polilla y el joboto.

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

1. Riego.
2. Fertilización adecuada.
3. Aplicación de insecticidas.
4. Época de siembra.
5. Control biológico.
6. Aplicación foliar.

5) FASE DE MADURACIÓN:

- Impacto por lluvias fuertes

Al aplicar quemantes sobre los tejidos verdes del cultivo de papa, el suelo queda susceptible a sufrir pérdidas por erosión y deslizamientos; al caer lluvias de fuerte intensidad ocasionan lavado de la superficie del suelo, dejando los tubérculos al descubierto y a la intemperie; incrementando los porcentajes de pérdidas por plagas (principalmente polilla), pérdidas de rendimiento por el peso y la calidad de la papa ya que se torna a la coloración verde por el impacto directo del sol.

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

1. Aporca.
2. Siembra a contorno.
3. Cosecha oportuna.
4. Curvas a nivel.

- Impacto por lluvias prolongadas

Al aplicar quemantes sobre los tejidos verdes del cultivo de papa, el suelo queda susceptible a sufrir pérdidas por erosión y deslizamientos; al caer lluvias de manera prolongada ocasionan lavado de la superficie del suelo, dejando los tubérculos al descubierto y a la intemperie; incrementando los porcentajes de pérdidas por plagas (principalmente polilla), pérdidas de rendimiento por el peso y la calidad de la papa ya que se torna a la coloración verde por el impacto directo del sol.

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

1. Aporca.
2. Siembra a contorno.
3. Cosecha oportuna.
4. Curvas a nivel.

- **BARRERAS IDENTIFICADAS POR EXPERTOS DE LA ZONA DE ZARCERO 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 Zona de Zarcero, sobre las barreras existentes para la implementación de buenas prácticas para reducir el impacto de eventos climáticos en los sistemas productivos de papa. En el cuadro 9, 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 Zona de Zarcero para la implementación de prácticas de adaptación.

Práctica	Barrera	Motivo
Aplicación de bactericidas	Económico	Aumenta los costos
Aplicación de fungicidas preventivos y curativos	Económica	Falta de dinero
Aplicación de herbicidas	Económico	Aumenta los costos
Aplicación de insecticidas	Económico	Falta de dinero
Aplicación foliar	Económica	Aumenta los costos
	Cultural	Tradición de utilizar foliares sin tener cuenta las necesidades
Aporca	Cultural	Falta de tiempo para hacerlo profundo
Barreras rompevientos	Cultural	No se utilizan porque las fincas son alquiladas
Ceniceros	Cultural	El productor no sabe las ventajas de realizar estas prácticas de conservación
Control biológico	Cultural	Los productores quieren ver efectos inmediatos
Cosecha de agua	Cultural	Se cree que no se necesita
Cosecha oportuna	Cultural	Falta de conocimiento
Curvas a nivel	Cultural	Se utilizan malas prácticas
Drenajes	Cultural	El productor no sabe las ventajas de realizar estas prácticas de conservación
Época de aplicación	Cultural	Nunca se ha utilizado
Época de siembra	Cultural	No se tiene más alternativas
Fertilización adecuada	Económico	Aumenta los costos
Selección de áreas sin riesgo	Cultural	No se tiene más alternativas
Trampas	Cultural	Falta conocimiento
Riego	Cultural	Algunos no tienen acceso y nunca se ha necesitado en la región
	Económico	La inversión es alta y no hay disponibilidad de agua
Siembra a contorno	Cultural	se utilizan malas prácticas

3. 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:

3.1 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 papa se resume en el siguiente cuadro:

Cuadro 10. Valoración de las prácticas agrícolas identificadas basada en criterio experto, considerando los indicadores seleccionados.

PRÁCTICAS	Recurso hídrico	Manejo y conservación de suelos
Aplicación de bactericidas	*	*
Aplicación de fungicidas preventivos y curativos	*	*
Aplicación de herbicidas	*	*
Aplicación de insecticidas	*	*
Aplicación foliar	*	*
Aporca	**	***
Barreras rompevientos	***	***
Ceniceros	**	***
Control biológico	***	***
Cosecha oportuna	*	*
Cosecha de agua	***	***
Curvas a nivel	**	***
Drenajes	**	***
Época de siembra	NA	NA
Fertilización adecuada	**	**
Materia orgánica	***	***
Monitoreo	NA	NA
Riego	***	***
Selección de áreas sin riesgo	*	***
Siembra a contorno	*	***
Siembra en lomillos	*	***
Subsolar el suelo	**	***
Trampas	NA	NA
Uso de variedades tolerantes	NA	NA
<p>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</p>		
<p>Fuente: elaboración a partir de revisión de literatura y la normativa para programa Bandera Azul Ecológica Categoría agropecuaria (PBAE, 2016).</p>		

4. Cuantificación de costos de las prácticas identificadas

Se realizó la cuantificación de los costos de implementación de las prácticas identificadas a través de las consultas con expertos, con el fin de tener el monto aproximado que se requeriría invertir para llevar a cabo las prácticas mencionadas. La tabla de costos de prácticas basada en fuentes primarias (productores, almacenes), y en fuentes secundarias.

Cuadro 11. 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 papa.

Práctica	Costo/ha	Unidad	Descripción	Documentabilidad
Aplicación de fungicidas protectores y curativos (opción 1)	23.400,00	Colones/ aplicación	Costo por hectárea del fungicida (i.a dimetomorfo+ mancozeb), sin el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Facturas y registro
Aplicación de fungicidas protectores y curativos (opción 2)	36.900,00	Colones/ aplicación	Costo por hectárea del fungicida (i.a fenamidona+ propamocarb), sin el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Facturas y registro
Aplicación de fungicidas protectores y curativos (opción 3)	28.400,00	Colones/ aplicación	Costo por hectárea del fungicida (i.a Cimoxanil+ Mancozeb), sin el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Facturas y registro
Aplicación de fungicidas protectores y curativos (opción 4)	46.500,00	Colones/ aplicación	Costo por hectárea del fungicida (i.a famoxadona+ cimoxanilo), sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Facturas y registro
Aplicación de fungicidas protectores y curativos (opción 5)	22.000,00	Colones/ aplicación	Costo por hectárea del producto fungicida (i.a metalaxil-M+mancozeb), sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Facturas y registro
Aplicación de bactericidas (opción 1)	7.680,00	Colones/ aplicación	Costo por hectárea del bactericida (i.a Gentamicina), sin el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Facturas y registro
Aplicación de bactericidas (opción 3)	9.460,00	Colones/ aplicación	Costo por hectárea del producto bactericida (i.a Kasugamicina), sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Facturas y registro
Aplicación de bactericidas (opción 3)	4.350,00	Colones/ aplicación	Costo por hectárea del bactericida (i.a Estreptomycina+ Terramicina), sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Facturas y registro
Aplicación de herbicidas (opción 1)	5.670,00	Colones/ aplicación	Costo por hectárea del herbicida (i.a Paraquat) para el control de malezas antes de la siembra de papa, sin el costo	Registros y facturas

			de mano de obra y equipo de aplicación.	
Aplicación de herbicidas (opción 2)	17.500,00	Colones/ aplicación	Costo por hectárea del herbicida (i.a Metribuzina) que se aplica 15 días antes de la cosecha al cultivo para eliminar la materia verde de la planta, sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Aplicación de insecticidas (opción 1)	17.400,00	Colones/ aplicación	Costo por hectárea del insecticida (profenofos), sin el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Aplicación de insecticidas (opción 2)	14.981,60	Colones/ aplicación	Costo por hectárea del insecticida (i.a Lambdacihalotrina y tiametoxam), sin el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Aplicación de insecticidas (opción 3)	14.666,00	Colones/ aplicación	Costo por hectárea del producto insecticida (i.a Oxamil), sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Aplicación de insecticidas (opción 4)	42.000,00	Colones/ aplicación	Costo por hectárea del producto insecticida (i.a Hidrogenoxalato de tioclam), sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Aplicación de insecticidas (opción 5)	7.200,00	Colones/ aplicación	Costo por hectárea del insecticida (i.a Bifentrina) para el control de hormigas, sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Aplicación de insecticidas (opción 6)	8.800,00	Colones/ aplicación	Costo por hectárea del producto insecticida (i.a Clorfirifos), sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Aplicación foliar (opción 1)	12.624,00	Colones/ aplicación	Costo por hectárea del producto Agro-K (Potasio), sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Aplicación foliar (opción 2)	20.240,00	Colones/ aplicación	Costo por hectárea del producto (Potasio+aminoácidos), sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Aplicación foliar (opción 3)	11.000,00	Colones/ aplicación	Costo por hectárea del producto (Aminoácidos), sin el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Aplicación foliar (opción 4)	9.746,00	Colones/ aplicación	Costo por hectárea del producto foliar (Nitrógeno, fosforo y potasio), sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Aplicación foliar	20.400,00	Colones	Costo por hectárea del producto	Registros y

(opción 5)		/aplicación	(Enraizador) para estimular el desarrollo de raíces y estolones, sin costo de mano de obra y equipo de aplicación.	facturas
Aplicación foliar (opción 6)	3.600,00	Colones/ aplicación	Costo por hectárea del producto (coadyudante) para mejorar los efectos de los productos aplicados y que bajen directamente a la raíz y al estolón, sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Fertilizaciones adecuadas (opción 1)	481.100,00	Colones/ aplicación	Costo de aplicación de fertilizantes en el cultivo de papa durante el ciclo fenológico; la primera fertilización se realiza en la siembra con 12-24-12 (alta en fósforo) y la segunda se realiza a los dos meses con 19-4-19 alta en potasio	Registros y facturas
Fertilizaciones adecuadas (opción 2)	555.000,00	Colones/ aplicación	Costo de aplicación de fertilizantes en el cultivo de papa durante el ciclo fenológico; la primera fertilización se realiza en la siembra con 12-24-12 (alta en fósforo) y la segunda se realiza a los dos meses con 15-3-31 alta en potasio	Registros y facturas
Fertilizaciones adecuadas (opción 3)	474.500,00	Colones/ aplicación	Costo de aplicación de fertilizantes en el cultivo de papa durante el ciclo fenológico; la primera fertilización se realiza en la siembra con 10-30-10 (alta en fósforo) y la segunda se realiza a los dos meses con 15-3-31 alta en potasio	Registros y facturas
Fertilizaciones adecuadas (opción 4)	548.400,00	Colones/ aplicación	Costo de aplicación de fertilizantes en el cultivo de papa durante el ciclo fenológico; la primera fertilización se realiza en la siembra con 10-30-10 (alta en fósforo) y la segunda se realiza a los dos meses con 19-4-19 alta en potasio	Registros y facturas
Fertilizaciones adecuadas (opción 5)	766.800,00	Colones/ aplicación	Costo de aplicación de fertilizantes en el cultivo de papa durante el ciclo fenológico; la primera fertilización se realiza en la siembra con Hidrocomplex y la segunda se realiza a los dos meses con Hidrocomplex	Registros y facturas
Monitoreo	3.600,00	Colones/ labor	Costo por realizar Monitoreo de plagas y enfermedades para el cultivo de papa en 10.000 m ² .	Registros
Subsolar el suelo	68.000	Colones/ labor	Costo por hectárea del alquiler de un subsolador para descompactar el suelo. La duración aproximada es de 4 horas/Ha.	Registro

Cuadro 12. Costo colones/ hectárea de la implementación de las prácticas adicionales que se identificaron para la reducción de impacto de eventos climáticos en papa.

Práctica	Costo/ha	Unidad	Descripción	Documenta- bilidad
Barreras rompevientos (opción 1)	150.000	Colones/ labor	Costo de mano de obra y establecimiento de árboles de olivo para la barrera rompevientos, el cual se refiere al costo de sacar hijos vigorosos de árboles y la siembra de 100 metros lineales.	Registros
Barreras rompevientos (opción 2)	160.000	Colones/ labor	Costo de mano de obra y establecimiento árboles de trueno para la barrera rompevientos y la siembra en los linderos en 100 metros lineales (el costo se hace solo una vez, después se realiza mantenimiento).	Registros
Control biológico (opción 1)	24.240,00	Colones/ aplicación	Costo por hectárea del producto biológico Metharrizium para el control de enfermedades, sin el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Control biológico (opción 2)	16.914,00	Colones/ aplicación	Costo por hectárea del producto biológico Bacillus propilae para el control de patógenos, sin el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Control manual o deshierba	130.000,00	Colones/ labor	Costo total de 10 jornales para realizar deshierba manual en una hectárea de papa	Registros
Época de siembra	ND	ND	ND	Registro
Cosecha de agua	198.490	Colones/ sistema	Costo de mano de obra para la preparación del reservorio de agua de aproximadamente 3,5 metros de altura, 3 metros de ancho y 4 metros de largo; además del costo del plástico negro reforzado para evitar la infiltración del agua.	Registros y facturas
Selección de áreas sin riesgo	ND	ND	ND	ND
Siembras a contorno (opción 1)	108.000	Colones/ labor	Costo de mano de obra (azada o pala) para la siembra a contorno en zonas de alta pendiente para evitar la escorrentía, pérdida de nutrientes y suelo.	Registros
Siembras a contorno (opción 2)	35.000	Colones/ labor	Costo de implementación de surcado para la siembra a contorno con el uso de caballo en zonas de alta pendiente para evitar la escorrentía, la pérdida de nutrientes y suelo.	Registros

Siembras a contorno (opción 3)	35.000	Colones/labor	Costo de implementación de surcado para la siembra a contorno con el uso de bueyes en zonas de alta pendiente para evitar la escorrentía, la pérdida de nutrientes y suelo.	Registros
Trampas (opción 1)	57.000,00	Colones/labor	Costo por hectárea para la compra de 5 trampas para atrapar taltuzas; estas se movilizan en toda la finca dependiendo de la población.	Registros y facturas
Trampas (opción 2)	7.000,00	Colones/labor	Costo por hectárea para la compra de 6 trampas para monitorear las poblaciones de polilla; estas se colocan alrededor del área de siembra.	Registros y facturas
Riego	2.939.409,00	Colones/sistema	Costo de mano de obra y materiales del sistema de riego para una hectárea (100x100). La distancia entre aspersores y entre laterales es de 4 metros, ya que el aspersor utilizado cubre 2,7 metros y su traslape sería uniforme. El tubo utilizado para los elevadores tiene una longitud de 6 metros y cada elevador es de 1 metro de altura. La capacidad de la bomba utilizada es de medio caudal (esta puede cambiar dependiendo de la topografía del terreno y donde esté localizado la fuente de agua). Se emplea mangueras de poliducto de 2" como tubo principal y manguera de poliducto de 1" para los laterales.	Registros y facturas
Uso de datos climáticos		Colones/labor	Costo de la compra de una estación meteorológica para utilizar datos del clima.	Registros

BIBLIOGRAFÍA

- Avilés J., Piedra R. (2016) Manual del cultivo de papa en Costa Rica. Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria. 94p.
- Babilonia R. 2011. Impactos del cambio climático en la distribución espacial de las zonas de aptitud potencial del cultivo de la papa (*Solanum tuberosum*) en la cuenca del río Reventazón, Costa Rica. Centro Agronómico Tropical e Investigación y Enseñanza (CATIE) Turrialba, Costa Rica.
- Barquero M., Gómez L., Brenes A. 2005. Resistencia al tizón tardío (*Phytophthora infestans*), en clones promisorios de papa en Costa Rica. San José, Costa Rica.
- Consejo Nacional de Producción (CNP). 2015. Informe del censo nacional de la papa 2014-2015. San José, Costa Rica.
- Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC). 2015. VI Censo Nacional Agropecuario; Resultados Generales. San José, Costa Rica.
- Jiménez M. 2009. Diseño de un Manual de Buenas Prácticas Agrícolas para el Cultivo de Papa en la Finca Paso Ancho S.A. Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC). Cartago, Costa Rica.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). 2007. Caracterización de la papa, Cartago, Costa Rica. Cartago, Costa Rica.
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI). 2012. Manual de observaciones Fenológicas. Perú.
- Vásquez V., Montero M., Rivera C. 2004. Efecto de la infección de PVX y PVY en la producción de *Solanum tuberosum* en invernadero con los cultivares Floresta y Granola.
- Vindas, L. 2013. Demanda por papa congelada obliga a empresas a importar más (en línea). El Financiero, San José, Costa Rica; 5 may. Consultado 21 nov. 2017. Disponible en http://www.elfinancierocr.com/negocios/papas-CNP-industria_alimentaria_0_292770739.html.

ANEXOS

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

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 (IMN, 2009).

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 (IMN, 2009).

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

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) (Aviles & Piedra, 2016). 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:

- dimetomorfo+ mancozeb (1,5L/Ha)
- fenamidona+ propamocarb (0,5L/Ha)
- Cimoxanil+ Mancozeb (2Kg/Ha)
- famoxadona+ cimoxanilo (0,6Kg/Ha)
- metalaxil-M+mancozeb (1,5Kg/Ha)

Aplicación de bactericidas: práctica que consiste en la aplicación de sustancias activas o preparadas que contienen una o más sustancias activas destinadas para eliminar, contrarrestar, neutralizar o controlar organismos de origen bacteriano que puede presentar un efecto nocivo para los cultivos (ACEBIÑO, 2011). Los productos más utilizados son:

- Gentamicina (0,5Kg/Ha)
- Kasugamicina (2L/Ha)
- Estreptomicina+ Terramicina (0,5Kg/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 papa, el control de malezas es muy importante en las primeras tres fases por la competencia de agua, luz y nutrientes (Jiménez, 2009). Después de preparar el suelo se aplica un herbicida de contacto o pos-emergente para controlar la maleza germinada y

evitar la nacencia de malezas; ya después de los primeros dos meses se realiza la aporca antes de que el cultivo se expanda y no permita la entrada de luz para el desarrollo de plantas arvenses. Al final del ciclo se aplica Sencor para eliminar los tejidos vegetativos verdes para facilitar la cosecha. Los productos más utilizados son:

- Paraquat (2L/Ha)
- Metribuzina (0,6L/Ha)

Aplicación de insecticidas: consiste en la utilización de productos químicos para controlar problemas de plagas que afecta al cultivo principalmente los insectiles. 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 (MAG, 2007). Los productos más utilizados son:

- Lambdacihalotrina y tiametoxam (0,2 L/Ha)
- profenofos (1L/Ha)
- Hidrogenoxalato de tioclam (1L/Ha)
- Oxamil (1L/Ha)
- Bifentrina (0,2L/Ha)
- Clorpirifos (1L/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 y 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).

Los productos más utilizados son:

- Agro-K (2L/Ha)
- Kadostim (1L/Ha)
- Crop up (1L/Ha)
- NPK (1L/Ha)
- Foltro (2L/Ha)

Aporca: consiste en agregar suelo desde los entre surcos hasta la base de la planta para formar un lomillo más alto alrededor de 35cm de alto. Uno de los principales objetivos de esta práctica es no permitir que los estolones puedan emerger a la superficie para formar nuevos tallos en lugar de tubérculos; así como también evitar la entrada de plagas principalmente de polilla. La práctica se puede realizar de forma manual con el uso de herramientas como palas o azadas y por tracción animal con caballos o bueyes; esta última se recomienda por la profundidad de práctica y la altura del lomillo. Otras de la ventajas de la aporca es mejorar el drenaje, la aireación, fomenta el desarrollo de raíces, disminuye la pérdida por tubérculos verdes, conserva la humedad y aumenta la eficiencia en el control de malezas (Avilés & Piedra, 2016).

Barreras rompevientos: se refiere a la siembra de plantas perennes en los linderos de la finca o sobre una curva a nivel que no compitan con el cultivo. Una de las funciones es interceptar el agua de lluvia, disminuyendo la velocidad de escorrentía sobre la superficie y la pérdida de suelo (Mendez *et al*, 2000). Otra de las funciones es disminuir la velocidad del viento para evitar erosión eólica, daños mecánicos en plantas y regular las condiciones de microclima; además se puede utilizar una hilera de árboles con buen soporte y densidad moderada o de 3 hileras para mantener tres diferentes estratos: estrato alto con árboles

maderables de porte alto, estrato medio con árboles fijadores de nitrógeno o arbustos de porte medio y estrato bajo con arbustos pequeños o plantas que permitan una doble función como el vetiver; obteniendo una barrera más compacta y con mayor nivel de protección (Elías de Melo, consulta personal, 8 de febrero de 2017).

Ceniceros: 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).

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).

Cosecha oportuna: consiste en cosechar los tubérculos en los periodos establecidos para evitar la pérdida de calidad por enfermedades, plagas o daños físicos principalmente por la pigmentación verde que se torna las papas al estar en contacto con el sol (Consulta productores, 16 de septiembre de 2017).

Cosecha de agua: es la aplicación de prácticas sostenibles para la captación del agua de lluvia, mediante la construcción de obras u estructuras de almacenamiento. La cosecha de agua se puede realizar en el suelo, ubicando un pozo (aproximadamente 3,5 metros de altura, 3 metros de ancho y 4 metros de largo) en un lugar estratégico donde la caída de agua favorezca llenar el reservorio; además de utilizar plástico negro reforzado para evitar la infiltración del agua, así como la siembra de vetiver alrededor para evitar la erosión de

suelo. Otra alternativa es aprovechar la caída de agua de los techos (bodegas, comedores, ranchos, etc) mediante el uso de canoas, que llevan el agua a una cisterna plástica con capacidad de 5000 L o más (INTA, 2013).

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).

Época de siembra: hace referencia a la programación adecuada de las labores del cultivo de tal forma que se ajuste a las condiciones climáticas favorables. La siembra se recomienda realizarla con el inicio de las primeras lluvias, ya que en este periodo las condiciones favorables de humedad y temperatura del suelo son beneficiosas para la germinación (Heros, 2013).

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 (Avilés & Piedra, 2016).

Según Consulta a expertos 2017, en las aplicaciones de fertilizantes, se emplean productos como:

- La primera fertilización se realiza en la siembra con fórmulas altas en fósforo como 10-30-10, 12-24-12 o 8-40-12.
- La segunda fertilización se utiliza en la aporca con fórmulas altas en potasio como Hidrocomplex, 19-4-19-3-1.8-0.1 o 15-3-31.

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).

Lavado de hojas: la práctica se refiere a la utilización de equipos de aplicación de productos químicos; se usan bombas de motor con turbina para eliminar la deposición de cenizas por medio del viento. También se utiliza las bombas de motor solo con agua pura para lavar la ceniza de hojas y tallos; así evitar la quema de tejidos verdes (Consulta a expertos 2017).

Monitoreo: 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 (Serrano & Morales, 2017).

Reservorios: se refiere al almacenamiento de agua en reservorios que permite al productor agropecuario, tener un suministro del recurso en el verano, las sequías o veranillos que se presentan en invierno. Los reservorios se pueden construir para almacenar aguas de esorrentía provenientes de quebradas y ríos o para capturar aguas llovidas, lo que se puede definir como cosecha de agua de lluvia. Para el caso de Costa Rica los principales tipos de reservorios son: reservorios represa o dique, reservorios excavados y reservorios tipo estanque; cada uno de ellos con sus diferentes variantes (Salinas, 2010).

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 papa en Costa Rica, el riego utilizado es por aspersión; aunque es muy poco utilizado en Zarcero, ya que es una zona de altas condiciones de precipitación (Consulta a expertos, 2017).

Selección de áreas sin riesgo para el cultivo: consistió en seleccionar las áreas aptas para el cultivo, considerando la evaluación de factores biofísicos, el suelo, el clima y relieve de las mismas. El objetivo es ofrecer al cultivo los requerimientos fundamentales para su adecuado desarrollo así como de reducir la incidencia de eventos climáticos y no climáticos que podrían estar afectando al mismo (Ceballos & López, 2010).

Siembras a contorno: consiste en hacer surcos o hileras del cultivo en contra de la pendiente siguiendo las curvas a nivel. Se recomienda para cualquier clase de cultivo cuando la pendiente del terreno es mayor al 5%. Al realizar la siembra y marcado a contorno las demás labores como limpieza aporques entre otros se deben realizar de la misma manera o en la misma dirección. Esta práctica tiene como objetivo oponerse al paso del agua principalmente agua de lluvia que no logra filtrarse en el suelo, disminuyendo su velocidad, de esta forma se reduce el arrastre y lavado de del mismo suelo y de sus nutrientes. Una

de las formas más sencillas es trazar una curva a nivel guía en el área de siembra y realizar las demás siguiendo esta (Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA), 2011).

Subsolar el suelo: se basa en el paso 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 (Aviles & Piedra, 2016). El uso de trampas en el cultivo de papa se realiza principalmente para el control de taltuzas que dañan las raíces tuberosas y disminuyen la calidad; estas son atrapadas con cebos y encerradas, ya que para cumplir con los parámetros de la ley animal (Consulta a expertos, 2017).

Uso de variedades mejoradas: es la utilización de plantas genéticamente mejoradas para aumentar el desarrollo del cultivo, semillas de alta calidad que mejoren la competitividad, que estén libres de enfermedades y plagas; además, que mantengan características de resistencia o tolerancia a eventos climáticos como sequías, excesos de humedad entre otros (Brenes & Gomez, 2009).

Literatura citada

- Avilés J., Piedra R. (2016) Manual del cultivo de papa en Costa Rica. Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria. 94p.
- Brenes A., Gomez L. (2009) La variedad de papa Desirée en Costa Rica. Agronomía costarricense 33(1): 155-156. ISSN: 0377-9424. 2p.
- Carrasco L. (2009) Efecto de la radiación ultravioleta-B en plantas. IDESIA. Chile. 18p.
- Carballo M., Guaharay F. (2004). Control biológico de plagas agrícolas (primera ed.). Managua, Nicaragua: CATIE.
- 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
- Serrano I., Morales I. (2017) Plan de acción en agrocadena de papa. Programa Nacional de Papa. SEPSA.7p.
- FAO (2000). Manual de prácticas integradas de manejo y conservación de suelos. Boletín de tierras y aguas de la FAO. Roma, Italia. 234p.
- Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA). (2011). Guía sobre prácticas de conservación de suelos. La Lima, Honduras: FHIA.
- 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.

Heros, E. (2013). Guía técnica; Manejo integrado en el cultivo del arroz. AGROBANCO, San Martín, Perú. Obtenido de <http://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/006-a-arroz.pdf>

INTA (2013) Tecnologías para cosechar agua. Edición N° 18. Managua, Nicaragua. 8p

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

IMN (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 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 (IMN). (2009) Cambio climático. Segunda comunicación, Costa Rica. Ministerio del Ambiente, Energía y Telecomunicaciones (MINAET). Departamento de Investigación Dirigida. San José, Costa Rica. 262p.

Jiménez M. 2009. Diseño de un Manual de Buenas Prácticas Agrícolas para el Cultivo de Papa en la Finca Paso Ancho S.A. Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC). Cartago, Costa Rica.

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

Méndez, E., Beer, J., Faustino, J., & Otárola, A. (2000). Plantación de árboles en línea (segunda ed.). Turrialba, Costa Rica: CATIE.

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

Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). 2007. Caracterización de la papa, Cartago, Costa Rica. Cartago, Costa Rica. 61p.

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.

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.

Salinas, A. (2010). Manual de especificaciones técnicas básicas para la elaboración de estructuras de captación de agua de lluvia (SCALL) en el sector agropecuario de Costa Rica y recomendaciones para su utilización. Universidad Nacional de Costa Rica. Nicoya: CEMEDE.

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



minae
MINISTERIO DE AMBIENTE Y ENERGIA



Hacia un Desarrollo Bajo
en Emisiones y Resiliente
al Cambio Climático



ADAPTATION FUND



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

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

	Nombre	Perfil	Provincia	Contacto
1	Dagoberto Gómez	Productor	Cartago	86511381
2	Alvaro Aguilar	Productor	Cartago	25301693
3	Edgar Arias	Productor	Cartago	88656278
4	Jeannette Avilés	Técnico	Cartago	83217580
5	Roberto Sandoval	Productor	Cartago	88894985
6	Jorge Gómez	Productor	Cartago	83154670
7	Bolívar Méndez	Productor	Cartago	88413639
8	Adrián Leandro	Productor	Cartago	88432754
9	José Huertas	Productor	Alajuela	89879112
10	Armando Rodríguez	Productor	Alajuela	88412615
11	Hijalmar Alvarado	Productor	Alajuela	83191742
12	Melvin Rodriguez	Productor	Alajuela	83545293
13	Omar Rojas	Técnico	Alajuela	88555526
14	Didier Alvarado	Productor	Alajuela	84506983
15	Héctor Campos	Técnico	Alajuela	hcampos@mag.go.cr