

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

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

FICHA TÉCNICA

CULTIVO DE CAFÉ

Realizado con el aporte del Fondo de Adaptación

Realizado con el aporte del Fondo de Adaptación

Elaborado por:

Raffaele Vignola, PhD¹
William Watler, MSc²
Karina Poveda Coto, Lic²
Armando Vargas Céspedes, Bsc³

Con contribuciones de:

Miguel Mora Aguilar
Pavel Rivera Vargas

Coordinadora:

Mariela Morales, MSc⁴

Enero, 2018

¹ 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/Project Manager Cátedra Latinoamericana en Decisiones Ambientales para el Cambio Global (CLADA), CATIE



Para la realización de este estudio se reconoce el apoyo de funcionarios del Instituto del Café de Costa Rica (ICAFE), el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) y las empresas privadas VOLCAFE, ECOM-Orlich, Beneficio Santa Rosa, Beneficio Aquiares y Hacienda Juan Viñas, quienes aportaron significativamente al desarrollo de la investigación.

Tabla de contenido

LISTA DE ACRÓNIMOS	5
INTRODUCCIÓN	6
METODOLOGÍA	7
TIPIFICACIÓN DEL SISTEMA PRODUCTIVO DE CAFÉ	8
1. Especificaciones técnicas	8
2. Fases fenológicas del cultivo de café	9
3. Prácticas recomendadas para el manejo de la plantación.....	16
ANÁLISIS DE EXPOSICIÓN DEL CULTIVO DE CAFÉ DE ACUERDO CON LAS CONDICIONES DE SITIO Y LAS AMENAZAS CLIMÁTICAS OBSERVADAS	24
1. Ubicación espacial de las zonas productoras de café	24
2. Sistematización de información sobre sensibilidad del cultivo a eventos climáticos	25
3. Identificación de los factores de exposición a los eventos climáticos y no climáticos extremos que afectan la productividad en las regiones cafetaleras del país	27
- Región cafetalera Zona Norte	28
- Región cafetalera Valle Occidental.....	31
- Región cafetalera Valle Central.....	33
- Región cafetalera Los Santos	36
- Región cafetalera Turrialba.....	39
- Región cafetalera Pérez Zeledón	41
- Región cafetalera Coto Brus	43
4. Información complementaria a los eventos climáticos y no climáticos extremos que afectan la producción en las zonas cafetaleras del país	45
Base de datos DesInventar.....	45
Estudio: Helping smallholder coffee farmers adapt to climate change: practices recommended by experts in Central America	50
ANÁLISIS DE APTITUD AGRÍCOLA ACTUAL DEL CULTIVO DE CAFÉ BASADO EN UN MODELO EXPERTO.....	52
1. Sistematización de las condiciones agroclimáticas óptimas para el desarrollo productivo de café.....	52
2. Análisis de aptitud de café basado en metodología multicriterio	53
IDENTIFICACIÓN DE PRÁCTICAS QUE PERMITAN PREVENIR Y/O REDUCIR EL IMPACTO DE LOS EVENTOS CLIMÁTICOS EN ES SISTEMA PRODUCTIVO DE CAFÉ.....	57

1. Prácticas con valor para la reducción del impacto de eventos climáticos según la revisión de literatura	57
2. Prácticas identificadas para la reducción de impacto de eventos climáticos por fase de cultivo de acuerdo con la consulta a expertos.....	58
3. Evaluación de las prácticas identificadas y su impacto sobre el agroecosistema.....	93
4. Cuantificación de costos de las prácticas identificadas.....	97
BIBLIOGRAFÍA.....	101
ANEXOS	105
ANEXO 1. GLOSARIO DE TÉRMINOS UTILIZADOS DURANTE LA CONSULTA A EXPERTOS	105
ANEXO 2. LISTA DE EXPERTOS CONSULTADOS PARA EL DESARROLLO DEL ESTUDIO	114

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
GIZ	Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit
ICAFE	Instituto del Café de Costa Rica
IMN	Instituto Meteorológico Nacional
INEC	Instituto Nacional de Estadística y Censos
INS	Instituto Nacional de Seguros
MINAE	Ministerio de Ambiente y Energía
PM	Polvo mojable
PBAE	Programa Bandera Azul Ecológica Categoría agropecuaria
SEPSA	Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria

INTRODUCCIÓN

El café es uno de los cultivos de mayor importancia socioeconómica en Costa Rica. De acuerdo con el censo nacional agropecuario, para el 2014 un 24,3% de las fincas agropecuarias en el país están dedicadas a la producción de café y el 70,5% de estas fincas están ubicadas en las provincias de San José y Alajuela (INEC, 2015). En este sector participan alrededor de 47.182 productores, 172 beneficios, 57 exportadores y 37 tostadores. Dichas cifras representan alrededor del 8% de la fuerza laboral costarricense (ICAFE, 2016; GIZ, 2015). En términos económicos, para el 2015 el café tuvo una participación relativa de un 7,7% en el Valor Agregado de las actividades primarias del sector agropecuario del país (SEPSA, 2015), siendo uno de los cultivos de mayor aporte económico del país.

Diversos estudios ponen de manifiesto que el cambio climático está teniendo efectos adversos sobre la producción de algunos cultivos entre ellos el café, donde las variaciones en precipitación y temperatura están alterando las condiciones agroclimáticas óptimas requeridas para obtener los mayores rendimientos en los cultivos (Villalobos & Retana, 1999).

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

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

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

METODOLOGÍA

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

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

TIPIFICACIÓN DEL SISTEMA PRODUCTIVO DE CAFÉ

1. Especificaciones técnicas

El café es un cultivo originario de Etiopía cultivado por mucho tiempo por lo árabes, quienes lo llevaron a Yemen donde fue domesticado y donde se originó el café *C. arabica* var. *Typica* y *C. arabica* var. *Bourbon*. Posteriormente fue introducido en Europa, y luego a América (Mora, 2008). Generalidades taxonómicas del cultivo de café:

Cuadro 1. Generalidades taxonómicas del cultivo de café

Nombre común	Café
Nombre científico	<i>Coffea spp.</i>
Familia	Rubiácea
Centro de origen	Etiopía
Centro de domesticación	Yemen

Fuente: Mora, 2008

- **Variedades en Costa Rica**

En Costa Rica las principales variedades de uso comercial de café según el Instituto de Café de Costa Rica son Caturra, Catuaí, Híbrido F1 y Venecia (ICAFE, 2011). Estas variedades se utilizan principalmente por su alta productividad como por su calidad, debido a que gran parte del café producido en el país está destinado a la exportación. Por otro lado, el país se ha interesado por mantener altos estándares de calidad en su producción, por lo que, a través de un decreto institucional, se prohibió la siembra de café de la variedad denominada *Coffea Canephora* "Robusta". Este mandato se realizó con el fin de impedir una disminución de la calidad del café producido en Costa Rica ya que la variedad *Canephora* puede afectar los cultivares actuales al cruzarse con las variedades de alta calidad, además de tener una baja resistencia a *Hypothenemus hampei* (broca del café) (Decreto Nº 27059-MAG, 1998).

A continuación, se describe brevemente las principales variedades de uso comercial del país.

Caturra: se caracteriza por ser de porte bajo, con entrenudos cortos, tronco grueso y poco ramificado. Las ramas laterales son abundantes, cortas y con ramificación secundaria, lo que le da a la planta un aspecto vigoroso y compacto. Es una planta que se adapta fácilmente a diferentes altitudes; también cuenta con un potencial productivo muy sobresaliente, debido a que presenta entrenudos muy cortos y abundante ramificación secundaria, lo que aumenta su productividad. La densidad de siembra en el país es de 5 000 plantas por hectárea (aunque se pueden utilizar densidades más altas, esto si las condiciones son favorables para el cultivo) (ICAFE, 2011).

Catuaí: es una planta de porte pequeño y entrenudos cortos, aunque un poco más alto y ancho que la variedad Caturra. Presenta gran uniformidad genética y tiene la propiedad

de producir mucho crecimiento secundario en las bandolas, aún desde pequeña. Por esta característica de alto crecimiento de bandolas se le confiere un potencial de muy alta producción. Para esta variedad se recomienda densidades en el país no mayores a 5 000 plantas por hectárea (2,0 metros entre hileras x 1,0 metros entre plantas) (ICAFE, 2011).

Hibrido F1: esta variedad se caracteriza fenológicamente por presentar un tronco grueso, un tallo de porte medio y una copa cónica con bandolas largas, entrenudos cortos y follaje abundante. Las bandolas son agudas, con ramificación secundaria y terciaria muy marcada. El fruto es de maduración media y la producción promedio es superior en 27% respecto a las variedades Caturra y Catuaí. Los materiales seleccionados son plantas muy vigorosas y presentan tolerancia ante la Roya (*Hemileia vastatrix*). Las densidades de siembra recomendadas son iguales o un poco mayores a 4 000 plantas por hectárea (2,2 metros entre hileras x 1,1 metros entre plantas) (ICAFE, 2011).

Venecia: es una planta de porte bajo y de arquitectura cilíndrica, con espacio de entrenudos cortos, un tamaño de hoja grande y un color de brote verde. Es una variedad de alta calidad, el tamaño del grano es grande (superior a la variedad Caturra), tiene una maduración tardía de los frutos y su producción es media similar a la variedad Caturra. Por ser de maduración tardía, la variedad Venecia se recomienda ser producida en zonas donde la cosecha coincida con el periodo de mayor precipitación. Esto permite reducir las pérdidas por caída de café y optimizar la mano de obra y la infraestructura de las fincas. La densidad de siembra es mayor al ser una variedad de porte más bajo que Catuaí. Se recomienda sembrar a una densidad hasta 7 000 plantas por hectárea, dependiendo de las condiciones de clima y suelos (ICAFE, 2011).

Catimores: las variedades que pertenecen a la familia de los Catimores se originan del cruzamiento entre la variedad Caturra rojo con el Híbrido de Timor. El Híbrido de Timor se caracteriza por tener genes de resistencia a la roya (*Hemileia vastatrix*), dentro de estos Catimores está la variedad CR-95 (ICAFE, 1995). La variedad CR-95 es de porte bajo homogéneo, brote bronce, vigor y de producción alta. Se adapta bien en zonas de altitud media (Anzueto, 2013).

Obata: esta variedad se origina por el cruzamiento del cultivar Villa Sarchí con Timor. Este cultivar presenta alta resistencia a la roya; además se caracteriza por ser de maduración tardía, porte bajo, entrenudos medianos, hojas anchas, fruta grande y roja (consorcio de Investigación del Café, 2011).

2. Fases fenológicas del cultivo de café

El ciclo fenológico del café se ha dividido en siete (7) fases fenológicas, iniciando desde la fase de germinación y almácigo (fase 0) hasta el periodo de reposo / defoliación natural de la planta (fase 6). La duración del ciclo varía de acuerdo con la variedad y las condiciones de la región productiva del país.

Descripción general de las siete (7) fases fenológicas

0 - Fase de germinación y almácigo

Es el periodo de desarrollo del embrión, hasta convertirse en plántula. Para un manejo adecuado del cultivo desde la fase inicial de germinación, se debe trabajar con material libre de enfermedades. Se recomienda el uso de semillas con un porcentaje de germinación mayor al 80% y realizar un control adecuado de volcamiento causado por el hongo *Rhizoctonia solani* (Gaitán *et al.*, 2011). El almácigo puede realizarse en campo y en bolsa y, se recomienda realizarlo ocho (8) semanas antes del trasplante (ICAFE, 2011).

1 - Fase de crecimiento vegetativo

Aunque el periodo de germinación y almácigo también forma parte de un periodo de crecimiento vegetativo, se considera que el café, está en esta fase desde el momento de trasplante, hasta la inducción y desarrollo de las yemas florales. Cabe considerar que, en el café, al ser un cultivo perenne y arbustivo, las fases de crecimiento vegetativo y reproductivo transcurren simultáneamente durante el resto de vida de la planta (Arcila, 2007).

2 - Fase de desarrollo y reposo de yemas florales

Las yemas ubicadas en las axilas foliares de los nudos de las ramas del cafeto son las que dan origen a las flores. Durante el periodo de desarrollo de los botones florales en las yemas, estos van creciendo hasta alcanzar un tamaño de 4 a 6 mm. Aun estando verdes los botones florales detienen su crecimiento y entran en un periodo de reposo o latencia que puede durar alrededor de 30 días. Este periodo de latencia es inducido por exposición a estrés hídrico o a factores endógenos (Arcila, 2007).

3 - Fase de floración

La fase de floración es de gran importancia pues está relacionada directamente con la cantidad y calidad de frutos a cosechar. La latencia de los botones florales se rompe cuando se presentan lluvias; las yemas renuevan su crecimiento en forma acelerada y durante 8 a 10 días después ocurre la apertura de la flor (Arcila, 2004). En zonas donde no ocurre una estación seca definida, las yemas florales de café pueden romper la latencia en cualquier momento, ocasionando floraciones sucesivas, lo que dificulta el manejo (Rojas, 1987). Una flor abierta dura en promedio 3 días. En *Coffea arabica*, la flor se autofecunda y cuando la flor abre ya la fecundación está completa en un porcentaje mayor del 90% (Arcila, 2007).

4 - Fase de llenado de frutos

Posterior a la floración comienza el proceso de formación y crecimiento del fruto, seguido del desarrollo del endospermo, la semilla y finalmente el crecimiento máximo del grano verde, el cual se alcanza antes de la maduración (Pezzopane *et al.*, 2003). Durante el llenado de frutos se da la mayor competencia de asimilados, lo cual a su vez se refleja en menores tasas de crecimiento de la planta. Para el desarrollo de frutos la planta moviliza asimilados de todas las hojas de una rama y de ramas laterales (excepto las más tiernas) (Arcila, 2007).

5 - Fase de maduración

La maduración del fruto es un factor con gran influencia en la calidad de la cosecha, la rentabilidad y la calidad de la taza. La madurez fisiológica del fruto de café es definida como el conjunto de cambios morfológicos y fisiológicos que se dan a partir de la fecundación hasta el momento en que la semilla se encuentra en condiciones de ser cosechada. Para la cosecha de los frutos se utiliza el criterio empírico del color de la cereza, la cual al madurar muestra una mezcla de tonalidades verdes, amarillas y rojas, según el cultivar o variedad (Arcila, 2007).

6 - Fase de reposo

Posterior a la cosecha, la planta inicia un periodo de reposo, el cual se caracteriza por que la zona de producción se limita a unas pocas ramas de la parte superior de la planta y a algunos nudos de la parte apical de éstas; además, la planta está altamente defoliada (Arcila, 2007). Durante este periodo de reposo se realiza la poda de la planta. La poda se puede realizar después de varias cosechas cuando la planta ingresa en un periodo de agotamiento productivo (ICAFFE, 2011). Cabe destacar que el café puede presentar un comportamiento productivo bianual, y esta alternancia se debe a que la planta invierte un periodo importante en el crecimiento de ramas primarias lo que provoca que durante ese periodo la producción de café sea baja y para el siguiente año la producción sea alta (González, 2007).

A continuación, se ilustran las fases del ciclo fenológico ajustadas de acuerdo con cada región productiva de café en Costa Rica. Se realizaron ajustes en la duración de cada una de las fases del ciclo fenológico con base en la información facilitada por los expertos de las diferentes regiones productivas de café en Costa Rica.

Especificaciones de las fases del ciclo fenológico por región productiva

- **Región productiva de Turrialba**

De acuerdo con expertos de la región productiva de Turrialba, el ciclo del cultivo de café en esta región tiene una duración aproximada de dos años, iniciando de la fase de siembra que se realiza comúnmente entre mayo y agosto hasta la primera cosecha principal. Posterior al tercer año después de sembrado se puede realizar la poda selectiva del material que esté agotado. El proceso de germinación y desarrollo del almácigo se estima que tiene una duración de seis meses.

El desarrollo de yemas y la inducción floral se desarrollan entre los meses de noviembre-diciembre y se dan entre seis siete floraciones al año; con dos a tres floraciones principales entre los meses de enero y mayo (especialmente para la variedad Caturra). El periodo de maduración y cosecha (dependiendo de la variedad), puede iniciar entre los meses de agosto a diciembre; la poda y el reposo de las plantas se realiza después de la cosecha en los primeros meses del año (enero a febrero). En Turrialba las variedades más utilizadas son la Caturra y Catuaí, sin embargo, existe un proceso importante de introducción de variedades como la Obata, la cual es resistente a la roya.

Cuadro 2. Fases del ciclo fenológico del cultivo de café, en la región productiva de Turrialba

0 Fase		1 Fase					2 Fase		3 Fase				4 Fase			5 Fase			6 Fase								
																											
Selección y preparación de semilla		Crecimiento Vegetativo					Reposo de Yema y caída de hojas / revestimiento de botones florales		Floración principal más 2 y 4 floraciones				Llenados de fruto/granos			Maduración / Cosecha			Reposo / Defoliación natural								
Germinación y Almacigo		Crecimiento en altura y formación de bandolas primarias					Inducción y desarrollo de yemas generativas y seriales		Formación de botones florales y floración				Frutos/granos muy pequeños			Frutas/granos maduras			Auto poda de los arbustos								
Época		Época seca (Verano)			Época lluviosa (Invierno)					Época seca (Verano)					Época lluviosa (Invierno)					Época seca (Verano)							
Meses		F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F

Fuente: elaboración a partir de consultas a expertos

- Región productiva de Los Santos

De acuerdo con expertos, en la región de Los Santos el proceso de germinación y almácigo dura aproximadamente un año; el ciclo productivo desde la siembra hasta la fase de cosecha principal dura alrededor de tres a cuatro años. La siembra se realiza entre los meses de mayo- julio con las primeras lluvias. Tres años después de la siembra se da la inducción floral (la cual inicia en abril), sin embargo, esto depende de la variedad, ya que la variedad Catuaí tiene una duración de aproximadamente dos años antes de iniciar la inducción floral. El cultivo en la zona tiene tres floraciones (principal entre abril-junio) y la cosecha puede iniciar desde noviembre hasta marzo. La poda se realiza posterior a la cosecha, entre los meses de marzo y abril y se puede iniciar con la poda selectiva a los cinco años después de la siembra. En el cuadro 3 se ilustra el ajuste realizado en los meses e intervalos de duración de cada fase en la región productiva de Los Santos.

Cuadro 3. Fases del ciclo fenológico del cultivo de café, en la región productiva de Los Santos

0-----1 año-----o													-----3 años-----o												
0 Fase	1 Fase												2 Fase		3 Fase		4 Fase			5 Fase			6 Fase		
																									
Selección y preparación de semilla	Crecimiento Vegetativo												Reposo de Yema y caída de hojas / revestimiento de botones florales		Floración principal más 2 y 4 floraciones		Llenados de fruto/granos			Maduración / Cosecha			Reposo / Defoliación natural		
Germinación y Almácigo	Crecimiento en altura y formación de bandolas primarias												Inducción y desarrollo de yemas generativas y seriales		Formación de botones florales y floración		Frutos/granos muy pequeños			Frutas/granos maduras			Auto poda de los arbustos		
Época	Época seca (Verano)			Época lluviosa (Invierno)									Época seca (Verano)						Época lluviosa (Invierno)			Época seca (Verano)			
Meses	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	

Fuente: elaboración a partir de consulta a expertos

- **Región productiva de Orosi**

En esta región el ciclo fenológico dura alrededor de cuatro años desde la siembra hasta la primera cosecha principal, ya que desde el segundo año después del trasplante se dan las primeras graneas, posteriormente (entre los cuatro a cinco años) se puede realizar la poda, esto para la variedad Caturra. No obstante, se está promoviendo la renovación de plantaciones con variedades como Costa Rica 95, Marsellesa y el Híbrido F1, por lo que la duración del ciclo productivo podría variar. La fase de almácigo dura entre seis a ocho meses y se tienen de tres a cinco floraciones por año, siendo los meses de abril y mayo el pico de floración. El periodo de cosecha se inicia con la granea entre los meses de agosto-setiembre y finaliza en el mes de enero para las zonas bajas y febrero para las zonas altas. La poda se hace a finales de febrero hasta el principio de abril. En el cuadro 4 se ilustra el ajuste realizado en los meses e intervalos de duración de cada fase en la región productiva de Orosi.

Cuadro 4. Fases del ciclo fenológico del cultivo de café, en la región productiva de Orosi

0-----6 meses-----0										-----4 años-----0														
0 Fase	1 Fase		2 Fase		3 Fase		4 Fase		5 Fase		6 Fase													
																								
Selección y preparación de semilla	Crecimiento Vegetativo		Reposo de Yema y caída de hojas / revestimiento de botones florales		Floración principal más 2 y 4 floraciones		Llenados de fruto/granos		Maduración / Cosecha		Reposo / Defoliación natural													
Germinación y Almácigo	Crecimiento en altura y formación de bandolas primarias		Inducción y desarrollo de yemas generativas y seriales		Formación de botones florales y floración		Frutos/granos muy pequeños		Frutas/granos maduras		Auto poda de los arbustos													
Época	Época lluviosa (Invierno)					Época seca (Verano)					Época lluviosa (Invierno)					Época seca (Verano)								
Meses	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M

Fuente: elaboración a partir de consulta a expertos

- **Región productiva Occidental**

En esta región el ciclo productivo dura aproximadamente tres a cuatro años dependiendo de la variedad (siendo la variedad Caturra la más utilizada en la zona). El periodo de germinación y almácigo puede variar entre siete a doce meses y la siembra se realiza entre los meses de mayo-julio. En la zona se dan de una a dos floraciones y la principal ocurre entre abril y mayo. La cosecha empieza entre los meses de noviembre hasta febrero y la poda se realiza entre febrero hasta inicios de abril. En el cuadro 5 se ilustra el ajuste realizado en los meses e intervalos de duración de cada fase en la región productiva Occidental.

Cuadro 5. Fases del ciclo fenológico del cultivo de café, en la región productiva Occidental

o-----6 meses-----o o-----2 años-----o	0 Fase	1 Fase		2 Fase		3 Fase		4 Fase		5 Fase		6 Fase															
																											
	Selección y preparación de semilla	Crecimiento Vegetativo		Reposo de Yema y caída de hojas / revestimiento de botones florales		Floración principal más 2 y 4 floraciones		Llenados de fruto/granos		Maduración / Cosecha		Reposo / Defoliación natural															
	Germinación y Almácigo	Crecimiento en altura y formación de bandolas primarias		Inducción y desarrollo de yemas generativas y seriales		Formación de botones florales y floración		Frutos/granos muy pequeños		Frutas/granos maduras		Auto poda de los arbustos															
Época	Época lluviosa (Invierno)			Época seca (Verano)						Época lluviosa (Invierno)			Época seca (Verano)														
Meses	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	A	M	J	J	A	S	O	O	N	D	E	F	M

Fuente: elaboración a partir de consulta a expertos

3. Prácticas recomendadas para el manejo de la plantación

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

- a) **Siembra y establecimiento:** para el establecimiento del cultivo de café, se inicia con una limpieza del terreno por medio de chapeas, seguido por el hoyado (25-35 cm profundidad x 20 cm ancho), donde se colocan las plantas de café (los almácigos pueden tener un aproximado de seis meses de edad (ICAFE, 2011).
- b) **Uso de árboles de sombra:** los sistemas de sombra regulan el microclima y son muy beneficiosos para la plantación ya que el café es una planta sensible a los cambios bruscos de temperatura. Además, reduce la radiación, mejora el balance hídrico y aumenta la humedad relativa dentro del cafetal. También tiene impactos positivos sobre el suelo ya que mejora su fertilidad mediante el aporte de materia orgánica y el reciclaje de elementos (cuando se usan árboles de la familia de las leguminosas aumenta el aporte de nitrógeno al suelo). La hojarasca y las ramas que provienen de los árboles de sombra por desprendimiento o por arreglos de la sombra, forman una cobertura que protege el suelo de la erosión y evita la proliferación de malezas (ICAFE, 2011; Romero, 2010).
- c) **Poda:** la poda se realiza principalmente por un agotamiento productivo del café luego de varios años en producción. Existen distintas podas según el estado del cultivo y la altura de la poda puede variar dependiendo del estado de agotamiento que presenta la planta. Como lo indica ICAFE (2011), existe la poda selectiva que se hace principalmente a plantas muy agotadas y puede hacerse de forma individual. Luego la poda sistemática, en la cual se seleccionan calles completas y se podan completamente siguiendo un sistema de ciclos como se observa en el cuadro 3; y por último la poda total por lote, en la cual indistintamente del lote, se selecciona y se poda completamente. La poda total es de uso común entre los productores y se realiza cuando el cafeto manifiesta un agotamiento generalizado del tejido productor. Esta técnica permite la renovación de todo el tejido de la planta y ayuda a corregir diferentes tipos de daños que puedan sufrir las plantas, ya sea en forma individual, en grupos de plantas o en áreas mayores de cultivo (Ramírez, 2014).

Cuadro 7. Ejemplo de tres distintos ciclos de poda sistemática.

	N° de calle y el año de poda para cada ciclo					
Tipo de Ciclo	1 año	2 año	3 año	4 año	5 año	6 año
Ciclo de 3 años	1	2	3	1	2	3
Ciclo de 4 años	1	3	2	4	1	3
Ciclo de 5 años	1	3	5	2	4	1

Fuente ICAFE, 2011.

- d) **Deshija:** la práctica de deshija favorece la eficiencia productiva de la planta y se

recomienda realizarla dos o tres meses luego de la poda. Se debe seleccionar los brotes más vigorosos que se encuentren 2 o 3 cm por debajo del corte y que tengan la mayor separación posible entre sí (ICAFE, 2011).

Manejo de problemas fitosanitarios de Café

Control de plagas:

- Broca del café (*Hypothenemus hampei*): afecta las fases cuatro, cinco y seis del café, y ataca específicamente a los frutos verdes, maduros y sobre maduros. Es considerada la mayor plaga del cultivo, ya que al atacar el fruto se disminuye su peso, aumenta la cantidad de grano vano y la caída del fruto sin madurar (causando hasta un 80% en pérdida de producción). Los daños son provocados por las hembras del insecto que perforan los frutos generalmente por el disco y hacen una galería a través de la pulpa hasta llegar al interior del grano donde depositan sus huevos (ICAFE, 2011; Romero, 2010).

Para el combate de esta plaga se recomienda realizar trampeos, utilizando al menos veinte trampas por hectárea durante tres meses al inicio de las lluvias (mayo, junio y julio aproximadamente). Además, se pueden hacer aplicaciones del hongo *Beauveria bassiana* a una dosis de 1 kg/ha, cuando la broca está empezando a penetrar el fruto. Estas prácticas se deben manejar conjuntamente con otras prácticas adecuadas como cosecha oportuna, recolección de granos en el suelo y la repela. Como último recurso cuando el muestreo indica un ataque mayor al 5% en la plantación se utiliza el control químico, el cual es muy regulado ya que el insecto afecta en la fase de fructificación (ICAFE, 2011).

Control de enfermedades:

- Roya del café (*Hemileia vastatrix*): afecta el follaje de la planta principalmente durante el periodo de lluvias, y es considerada de las mayores enfermedades causantes de pérdidas en rendimiento (Cárdenas, 2007). El aumento de la humedad relativa y otros factores como la temperatura favorecen el desarrollo del patógeno. Los primeros síntomas de la enfermedad aparecen en la cara inferior de la hoja, por donde penetra el hongo. Se desarrollan pequeñas lesiones amarillentas que con el tiempo se vuelven coalescentes y producen uredosporas con un color anaranjado característico (ICAFE, 2011; Romero, 2010).

Para el control de esta enfermedad se realizan podas a plantas agotadas, además, se recomienda realizar la deshija al menos dos veces al año. También es importante realizar monitoreos para ver el avance de la enfermedad. Cuando se da una incidencia mayor de la enfermedad, se recomiendan aplicaciones de fungicidas dos veces al año, una con protectores en mayo y una segunda con sistémicos en setiembre (ICAFE, 2011).

- Ojo de gallo (*Mycena citricolor*): afecta el tallo, hojas, frutos e incluso ramas y se presenta con mayor importancia en las zonas altas de producción del cultivo. Esta

enfermedad se ve favorecida por condiciones de precipitación constante, alta humedad y temperaturas frescas. Los síntomas se presentan como unas pequeñas manchas redondas hundidas, de diferente tamaño, presentes en las dos caras de las hojas. Las lesiones jóvenes son de color oscuro y las viejas son de color crema, y un color pardo al final lo cual corresponde al estado avanzado de la enfermedad. En el estado avanzado el tejido afectado puede desprenderse, dejando perforaciones en las hojas (ICAFE, 2011; Cárdenas, 2007).

Dentro de las prácticas de combate se encuentran las podas del cultivo por lo menos dos veces al año, o en casos de alta incidencia, poda a las plantas afectadas; además de dos deshojas al año. También se recomienda llevar una fertilización adecuada del cultivo y el uso de arreglos de sombra. Cuando la incidencia de la enfermedad aumenta se recomienda hacer tres aplicaciones de fungicidas al año, en mayo, agosto y setiembre, respectivamente cada aplicación (ICAFE, 2011).

Control de nematodos:

- *Meloidogyne* spp: en Costa Rica se ha encontrado género de nemátodos tales como el *Meloidogyne exigua* el cual no es tan agresivo en campo, pero si forma agallas en las raíces. Además, se ha encontrado el *Meloidogyne arabicida* el cual junto a *Fusarium oxysporum* causan un daño severo llamado corchosis (ICAFE, 2010).

Para el combate se recomienda la compra de almácigos libres de nemátodos y aplicaciones preventivas a la siembra. En el café adulto sólo se hacen aplicaciones en casos excepcionales (ICAFE, 2011).

Manejo de la fertilización

Como lo menciona Meléndez y Molina (2001), el cultivo de café de alta producción es demandante de una fertilización óptima para sus estándares. Así mismo, mencionan que los nutrientes esenciales para su nutrición en orden de importancia son N>K>Mg>Ca>S>Zn=B>P. Se han estimado programas de fertilización y se ha creado una recomendación de fertilización general para el cultivo de café como lo muestra el cuadro 8. No obstante se debe considerar la disponibilidad de nutrimentos en el suelo durante el ciclo de producción del cafeto para realizar una fertilización más ajustada a los requerimientos del cultivo. Se recomienda fraccionar la fertilización en 3 o 4 aplicaciones por año, esto siguiendo las curvas de absorción del cultivo para poder aportar en cada fase fenológica los nutrientes necesarios para su debido desarrollo.

Cuadro 8. Recomendación de fertilización de suelos para café

ELEMENTO	DOSIS (kg ha⁻¹)
Nitrógeno	150 a 300
Fósforo	30 a 50
Potasio	100 a 200
Magnesio	40 a 80
Azufre	30 a 60
Boro	3 a 6 kg
Zinc	5 a 10

Fuente: Meléndez y Molina, 2001

Prácticas agrícolas por fase del cultivo

Como se mencionó en la sección anterior, existen un conjunto de prácticas generales que se recomiendan para un manejo adecuado de las plantaciones de café. En la presente sección se resume las prácticas agrícolas y de control fitosanitario que se realizan por fase de cultivo para mantener la plantación en un buen estado y para promover condiciones óptimas de producción.

Cuadro 9. Prácticas agrícolas que se realizan según las fases del cultivo

PRÁCTICAS AGRÍCOLAS	FASES DEL CICLO DEL CAFÉ						
	FASE 0 ALMÁCIGO	FASE 1 CRECIMIENTO VEGETATIVO	FASE 2 INDUCCIÓN FLORAL	FASE 3 FLORACIÓN	FASE 4 LLENADO DE FRUTOS	FASE 5 MADURACIÓN/ COSECHA	FASE 6 R EPOSO/PODA
Práctica agrícola en control de Ojo de Gallo	La semilla se trata con benomyl (Benlate 50% polvo mojable (PM) o captan (Orthocide 50 % PM) en cantidad de 2,5 gramos por kilogramo de semilla. ¹	Realizar podas a plantas agotadas o con mucha afectación. Realizar práctica de deshija ¹					Realizar podas a plantas agotadas o con mucha afectación de la enfermedad. Realizar práctica de deshija ¹ .
		Su control se basa en dos aplicaciones al año de fungicidas . Fungicidas utilizados en zonas de mayor ataque del patógeno: ¹ - Atemi (250 ml) + Cepex (1 L) por estañón de 200 L. - Silvacur (350ml) + Cepex (1 L) por estañón de 200 L. Fungicidas utilizados en zonas de menor incidencia del patógeno: a) Orios (350 ml/200L). b) Silvacur (350 ml/200L).	Su control se basa en dos aplicaciones al año de fungicidas. Fungicidas utilizados en zonas de mayor ataque del patógeno: ¹ - Atemi (250 ml) + Cepex (1 L) por estañón de 200 L. - Silvacur (350ml) + Cepex (1 L) por estañón de 200 L. Fungicidas utilizados en zonas de menor incidencia del patógeno: a) Orios (350 ml/200L). b) Silvacur (350 ml/200L).	Su control se basa en dos aplicaciones al año de fungicidas. Fungicidas utilizados en zonas de mayor ataque del patógeno: ¹ - Atemi (250 ml) + Cepex (1 L) por estañón de 200 L. - Silvacur (350ml) + Cepex (1 L) por estañón de 200 L. Fungicidas utilizados en zonas de menor incidencia del patógeno: a) Orios (350 ml/200L). b) Silvacur (350	Su control se basa en dos aplicaciones al año de fungicidas. Fungicidas utilizados en zonas de mayor ataque del patógeno: ¹ - Atemi (250 ml) + Cepex (1 L) por estañón de 200 L. - Silvacur (350ml) + Cepex (1 L) por estañón de 200 L. Fungicidas utilizados en zonas de menor incidencia del patógeno: a) Orios (350 ml/200L). b) Silvacur (350	Su control se basa en dos aplicaciones al año de fungicidas. Fungicidas utilizados en zonas de mayor ataque del patógeno: ¹ - Atemi (250 ml) + Cepex (1 L) por estañón de 200 L. - Silvacur (350ml) + Cepex (1 L) por estañón de 200 L. Fungicidas utilizados en zonas de menor incidencia del patógeno: a) Orios (350 ml/200L). b) Silvacur (350 ml/200L).	

			zonas de menor incidencia del patógeno: a) Orios (350 ml/200L). b) Silvacur (350 ml/200L).	ml/200L).			
		Realizar podas a plantas agotadas o con mucha afectación. ¹ Realizar practica de deshija. ¹					Realizar podas a plantas agotadas o con mucha afectación. ¹ Realizar practica de deshija. ¹
Práctica agrícola en control de Roya de café		Su control se basa en dos aplicaciones al año de fungicidas protectores y sistémicos. ¹ <i>Fungicidas protectores:</i> - Óxido de cobre (0,5 kg por estañón de 200 L). - Hidróxido de cobre (0,5 kg por estañón de 200 L). - Oxiclورو de cobre (1 kg por estañón de 200 L). <i>Fungicidas sistémicos:</i> - Atemi (200-250 ml por estañón de 200L) - Duett (500 ml por estañón de 200L) - Caporal (175-200 ml por estañón de 200L).	Su control se basa en dos aplicaciones al año de fungicidas protectores y sistémicos. ¹ <i>Fungicidas protectores:</i> - Óxido de cobre (0,5 kg por estañón de 200 L). - Hidróxido de cobre (0,5 kg por estañón de 200 L). - Oxiclورو de cobre (1 kg por estañón de 200 L). <i>Fungicidas sistémicos:</i> - Atemi (200-250 ml por estañón	Su control se basa en dos aplicaciones al año de fungicidas protectores y sistémicos. ¹ <i>Fungicidas protectores:</i> - Óxido de cobre (0,5 kg por estañón de 200 L). - Hidróxido de cobre (0,5 kg por estañón de 200 L). - Oxiclورو de cobre (1 kg por estañón de 200 L). <i>Fungicidas sistémicos:</i> - Atemi (200-250 ml por estañón de 200L) - Duett (500 ml por estañón de 200L) - Caporal (175-200 ml por estañón de 200L).	Su control se basa en dos aplicaciones al año de fungicidas protectores y sistémicos. ¹ <i>Fungicidas protectores:</i> - Óxido de cobre (0,5 kg por estañón de 200 L). - Hidróxido de cobre (0,5 kg por estañón de 200 L). - Oxiclورو de cobre (1 kg por estañón de 200 L). <i>Fungicidas sistémicos:</i> - Atemi (200-250 ml por estañón de 200L) - Duett (500 ml por estañón de 200L) - Caporal (175-200 ml por estañón de 200L).		

			de 200L) - Duett (500 ml por estación de 200L) - Caporal (175-200 ml por estación de 200L).				
Prácticas agrícolas en control de Broca del café				Trampeos al menos 20 trampas durante tres meses, esto al inicio de las lluvias (mayo, junio y julio aproximadamente) Aplicación del hongo <i>Beauveria bassiana</i> dosis 1 kg/ha, cuando la broca está empezando a penetrar el fruto. ^{1,2}	Trampeos al menos 20 trampas durante tres meses, esto al inicio de las lluvias (mayo, junio y julio aproximadamente) Aplicación del hongo <i>Beauveria bassiana</i> dosis 1 kg/ha, cuando la broca está empezando a penetrar el fruto. ^{1,2}	Cosecha oportuna, junta y repela Aplicación del hongo <i>Beauveria bassiana</i> 1 kg/ha, cuando la broca está empezando a penetrar el fruto. ^{1,2}	
						Como último recurso cuando al menos el muestreo indica un ataque mayor al 5% se utiliza el control químico, el cual es muy regulado ya que el insecto afecta en fructificación. ^{1,2}	
Prácticas agrícolas en control de nemátodos		A la siembra se realizan aplicaciones preventivas de: Carbofuran, Terbufos, Fenamifos. Dosis: 5 g/planta. Se deben realizar muestreos antes de realizar alguna práctica, a 20cm de profundidad cerca de raíz. ^{1,3}	Se deben realizar muestreos antes de realizar alguna práctica, a 20cm de profundidad cerca de raíz. ^{1,3}	Se deben realizar muestreos antes de realizar alguna práctica, a 20cm de profundidad cerca de raíz. ^{1,3}	Se deben realizar muestreos antes de realizar alguna práctica, a 20cm de profundidad cerca de raíz. ^{1,3}	Se deben realizar muestreos antes de realizar alguna práctica, a 20cm de profundidad cerca de raíz. ^{1,3}	Se deben realizar muestreos antes de realizar alguna práctica, a 20cm de profundidad cerca de raíz. ^{1,3}
Prácticas culturales	Se aplica el herbicida oxifluorfen (Goal 2EC) en dosis de 2,8 litros/ha. Cuando las plantas tienen sus hojas verdaderas bien	Podas en etapa vegetativa por agotamiento productivo (disminución de productividad), estas	Sistema de sombreo	Sistema de barrera rompevientos que impida la caída de flores por golpe del viento	Sistema de barrera rompevientos que impida la caída de flores por golpe del viento (Principalmente en los	Sistema de Sombreo	Podas en etapa de descanso agotamiento productivo (disminución de productividad), estas pueden ser de tipo:

	formadas, se emplea una mezcla de los herbicidas oxifluorfen (Goal 2 EC) y alaclor (Lazo 2 EC) en dosis de 715 ml /ha de cada uno, utilizando 378 litros de agua. ¹	pueden ser de tipo: selectiva por planta; sistemática con ciclos a diferente número de años o total por lote. ¹ Sistema de sombreado ¹		(Principalmente en los primeros años del cultivo) ¹ Sistema de sombreado ¹	primeros años del cultivo) ¹ Sistema de sombreado ¹		selectiva por planta; sistemática con ciclos a diferente número de años o total por lote. ¹ Sistema de sombreado. ¹
Fertilización	Cuando se presenten dos o tres hojas verdaderas se aplica: nitrato de amonio (nutran) o urea en banda a razón de 250 Kg/Ha Dos meses luego de la primera fertilización: nitrato de amonio o urea, dosis de 250 y 225 Kg/ha respectivamente. Antes de finalizar periodo lluvioso: nutrán o urea, 350 y 250 Kg/Ha respectivamente ¹	Valle Central se realizan tres fertilizaciones: - Fórmula completa (aplicada en junio- julio). - Fórmula completa (aplicada en agosto-setiembre). - “Extra Nitrógeno”; (aplicada en octubre-noviembre). ⁴ En Turrialba, Pérez Zeledón, Coto Brus (zonas más lluviosas), el programa de fertilización se adelanta 2a 3 meses, iniciando generalmente en febrero o marzo. Se recomienda fraccionar la fertilización en 4 a 5 ciclos al año. ⁴					

Fuente:

- (1) Instituto del Café de Costa Rica. (2011).
- (2) Romero Gurdián, A. (2010).
- (3) Instituto del Café de Costa Rica. (2010).
- (4) Meléndez, G., & Molina, E. (2001).

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

En esta sección se presentan los resultados del análisis de exposición del cultivo de café considerando las condiciones de sitio y las amenazas climáticas. Para esto se realizó un mapa de ubicación espacial de las zonas de mayor cobertura del cultivo de café en el territorio nacional y se identificaron los factores de exposición (los eventos climáticos y no climáticos extremos) que afectan las principales regiones productivas de café.

1. Ubicación espacial de las zonas productoras de café

El cultivo de café está distribuido en todas las provincias del país, sin embargo, la provincia de San José cuenta con la mayor superficie sembrada (30 867,7 hectáreas), representado el 36,7% de la superficie sembrada en el país. La provincia de Alajuela cuenta con 25 101,1 hectáreas sembradas (29,8%); Cartago con 10 952 hectáreas (13%); Puntarenas con 10 658,1 hectáreas (12%); Heredia con 4 673,2 hectáreas (5,5%); Guanacaste con 1 622,7 hectáreas (1,9%) y Limón con 258,3 hectáreas (0,3%) (INEC, 2015).

Los cantones con más de 4.000 hectáreas sembradas de café son Pérez Zeledón, Coto Brus, San Ramón, Naranjo y Tarrazú; y los que tienen entre 4 000 y 1 000 hectáreas sembradas son Turrialba, Buenos Aires, Dota, Cartago, Paraíso, Acosta, Aserrí, León Cortes, Alajuela, Grecia, Valverde Vega, Poás, Palmares, Atenas, Barba y Desamparados (INEC, 2015). De acuerdo con el Instituto del Café de Costa Rica⁶ (ICAFE, 2008) el país se encuentra dividido en siete regiones productividad de café (ver figura 1).

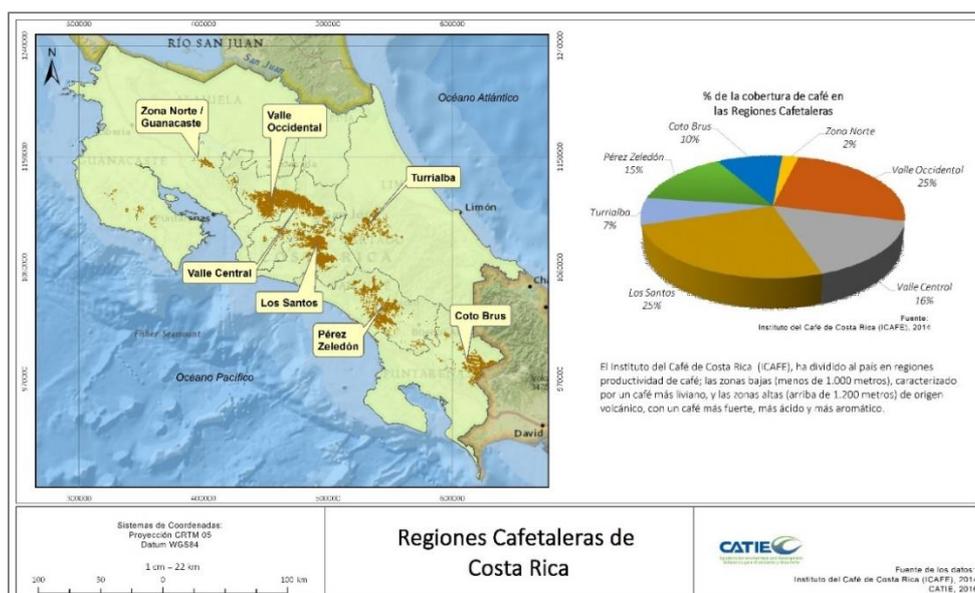


Figura 1. Regiones cafetaleras y cobertura de café de Costa Rica. Fuente: ICAFE, 2008

⁶ Instituto del Café de Costa Rica (ICAFE). (2008). Normativa de Uso y Administración para la Indicación Geográfica Café de Costa Rica. 13 p. sitio web: <http://www.icafe.cr/indicacion-geografica-cafe-de-costarica/>

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

Previo a la consulta con expertos sobre la exposición del cultivo de café ante eventos climáticos en las diferentes zonas productoras, se realizó una revisión de literatura para identificar puntos críticos relacionados con el clima en cada fase de desarrollo del cultivo de café. En el cuadro 10, se resumen los aspectos encontrados en relación con los eventos climáticos que afectan el desarrollo de la planta o que influyen directa o indirectamente en la incidencia de algún problema fitosanitario que afecte posteriormente al cultivo.

Cuadro 10. Aspectos climáticos que pueden ser críticos para el desarrollo del cultivo de café por fase del ciclo fenológico

Aspectos críticos	FASES DEL CICLO DEL CAFÉ *					
	FASE 1 CRECIMIENTO VEGETATIVO	FASE 2 INDUCCIÓN FLORAL	FASE 3 FLORACIÓN	FASE 4 LLENADO DE FRUTOS	FASE 5 MADURACIÓN/ COSECHA	FASE 6 REPOSO/PODA
Puntos críticos relacionados al clima		Estrés hídrico por épocas secas mayores a cuatro meses afectan el proceso de inducción floral. ^{1;2} El cambio repentino de clima, de época seca a lluviosa causa un estrés en la planta que la estimula a entrar en fase reproductiva (floración). ¹	Las lluvias repentinas inducen el crecimiento del botón floral. ¹		Estrés hídrico por épocas secas mayores a 4 meses o precipitaciones muy cortas tienen fuerte impacto en la fase de maduración. ^{1;2}	Estrés hídrico por épocas secas mayores a 4 meses afecta la fase de recuperación de la planta. ^{1;2}
Problemas Fitosanitarios relacionados al clima	Roya del café (<i>Hemileia vastratix</i>), se ve favorecida por temperaturas entre 20 y 24 °C ^{2;3} y puede tener gran impacto en esta fase de cultivo.		Roya del café (<i>Hemileia vastratix</i>), se ve favorecida por temperaturas entre 20 y 24 °C ^{2;3} y puede tener gran impacto en esta fase de cultivo.	Roya del café (<i>Hemileia vastratix</i>), se ve favorecida por temperaturas entre 20 y 24 °C ^{2;3} y puede tener gran impacto en esta fase de cultivo.		
	Ojo de gallo (<i>Mycena citricolor</i>), se ve favorecida por alta			Ojo de gallo (<i>Mycena citricolor</i>), se ve favorecida por alta	Ojo de gallo (<i>Mycena citricolor</i>), se ve favorecida por alta	Ojo de gallo (<i>Mycena citricolor</i>), se ve favorecida por alta

	humedad (95%), alturas mayores a 1200msnm y bajas temperaturas. ^{2,4}			humedad (95%), alturas mayores a 1200msnm y bajas temperaturas. ^{2,4}	humedad (95%), alturas mayores a 1200msnm y bajas temperaturas. ^{2,4}	humedad (95%), alturas mayores a 1200msnm y bajas temperaturas. ^{2,4}
				Broca del Café (<i>Hypothenemus hampei</i>), favorecida por temperaturas altas (20 -25 °C). ^{2,3}	Broca del Café (<i>Hypothenemus hampei</i>), favorecida por temperaturas altas (20 - 25 °C). ^{2,3}	Broca del Café (<i>Hypothenemus hampei</i>), favorecida por temperaturas altas (20 - 25 °C). ^{2,3}

* No se incluyó la fase de germinación debido a la poca información encontrada en literatura.

Fuente:

- (1) Mora, N. (2008).
- (2) Instituto del Café de Costa Rica. (2011).
- (3) Romero, A. (2010).
- (4) Cárdenas, S. (2007).

3. Identificación de los factores de exposición a los eventos climáticos y no climáticos extremos que afectan la productividad en las regiones cafetaleras del país

Para realizar el análisis de exposición se identificó y valoró el grado de impacto de los factores de exposición (eventos climáticos y no climáticos extremos) en el sistema productivo de café, así como en cada etapa fenológica del cultivo en las diferentes regiones productivas del país. Esta identificación se realizó a través de consultas personalizadas a los expertos nacionales del ICAFE e internacionales del CATIE. Los resultados fueron complementados con información secundaria existente, como, por ejemplo, la plataforma DESINVENTAR, documentos del Instituto meteorológico Nacional (IMN), ICAFE y bases de datos de los estudios de café del CATIE.

Debido a que el mantenimiento del cultivo es una de las etapas que presentan mayor exposición a eventos climáticos/no climáticos se amplía la definición del concepto:

Mantenimiento del cultivo / crecimiento vegetativo. El tiempo que va desde el momento de la siembra hasta los dos años y medio. La etapa de mantenimiento del cultivo para este análisis Incluye las siguientes actividades:

- **Siembra o establecimiento de cafetales / resiembra:** suele variar según las zonas. Es importante que la plantación esté bien establecida al llegar la época seca para que las plantas no sufran un estrés severo.
- **Fertilización preventiva / control de plagas y enfermedades:** se realiza al momento de la siembra con un fertilizante alto fosforo y un nematicida-insecticida.
- **Establecimiento y manejo de sombra temporal y permanente:** al momento de la siembra se conviene establecer la sombra. Su regulación depende de las condiciones del sitio y tipo de vegetación utilizada para la sombra.
- **Abonamiento:** la aplicación de abonos a los cafetos es de suma importancia para mantener buenas producciones y rendimientos, así como el vigor de las plantas para tolerar el ataque de las plagas.
- **Encalamiento:** en el caso de problemas de acidez, que se asocian con deficiencias de calcio, magnesio y potasio, así como una baja disponibilidad de fósforo y otros nutrimentos en general.
- **Riego durante periodos secos**
- **Establecimiento y manejo de barreras rompevientos:** se recomienda en áreas ventosas.
- **Prácticas de conservación de suelos:** siembra en contorno, barreras vegetativas, terrazas, acequias de laderas, correcciones de cárcavas.
- **Control de malezas:** los primeros dos años de establecido un cafetal se considera crítico esta actividad de manejo de las malezas ya que se requiere de un control más frecuente de éstas. Esto ayuda a controlar la erosión disminuyendo la escorrentía y a retener la humedad del suelo. Sirve, también, como materia orgánica y evita el impacto directo de las gotas de lluvia sobre la superficie del suelo, compactando la misma, lo que se traduce en una menor infiltración de agua a las capas Subterráneas o mantos acuíferos.

- **Control de plagas y enfermedades eficientes y oportunas:** principalmente de la roya, antracnosis, mancha de hierro.

A continuación, se presenta los resultados obtenidos por región productiva, donde finalmente se identifica el grado de afectación y los principales eventos climáticos que impactan.

- **Región cafetalera Zona Norte**

La región cafetalera identificada como Zona Norte abarca pequeñas zonas distribuidas entre las provincias de Alajuela, Guanacaste y Puntarenas. 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 del cultivo. La valoración global de los factores de exposición (eventos climáticos y no climáticos), de acuerdo con el análisis de expertos, es de 71,4 la cual se considera como alta exposición. La información recabada se resume en la figura 2.

Grado de afectación de los factores climáticos y no climáticos extremos en el sistema productivo del café:

Muy alta afectación:

- Sequía
- Fenómeno de El Niño

Alta afectación:

- Lluvias irregulares / variabilidad de las lluvias en el año
- Lluvias extremas en intensidad y tiempo
- Temperaturas extremas / variabilidad de la temperatura
- Vientos fuertes
- Fenómeno de La Niña

Afectación agroclimática en las etapas fenológicas del café:

- Germinación: alta afectación por humedad relativa, déficit hídrico, radiación solar y mano de obra.
- Preparación del terreno: muy alta afectación por radiación solar; y alta por humedad relativa, textura y mano de obra.
- Siembra: muy alta afectación por lluvia, humedad relativa, déficit hídrico y radiación solar; y alta por textura, manejo de plantación y mano de obra.
- Mantenimiento del cultivo / crecimiento vegetativo: muy alta afectación por humedad relativa, déficit hídrico, textura, manejo de plantación y mano de obra; y alta por temperatura, radiación solar y tipo de suelos.
- Hinchazón de yemas: muy alta afectación por déficit hídrico, radiación solar y manejo de plantación; y alta por temperatura, lluvia, tipos de suelos y textura.

- Botón floral: muy alta afectación por humedad relativa y mano de obra; y alta por temperatura, lluvia, déficit hídrico, radiación solar, cochinilla, roya, textura y manejo de plantación.
- Floración: muy alta afectación por lluvia, radiación solar y manejo de plantación; y alta por temperatura, altitud, humedad relativa, déficit hídrico, cochinilla, roya, tipos de suelos y mano de obra.
- Fructificación: alta afectación por temperatura, altitud, humedad relativa, viento, déficit hídrico, radiación solar, roya, tipos de suelos, textura, manejo de plantación y mano de obra.
- Maduración: muy alta afectación por altitud y roya; y alta por lluvia, humedad relativa, déficit hídrico, radiación solar, textura y mano de obra.
- Cosecha: muy alta afectación por tipo de suelos; y alta por lluvia, altitud y humedad relativa.
- Reposo: alta afectación por altitud.

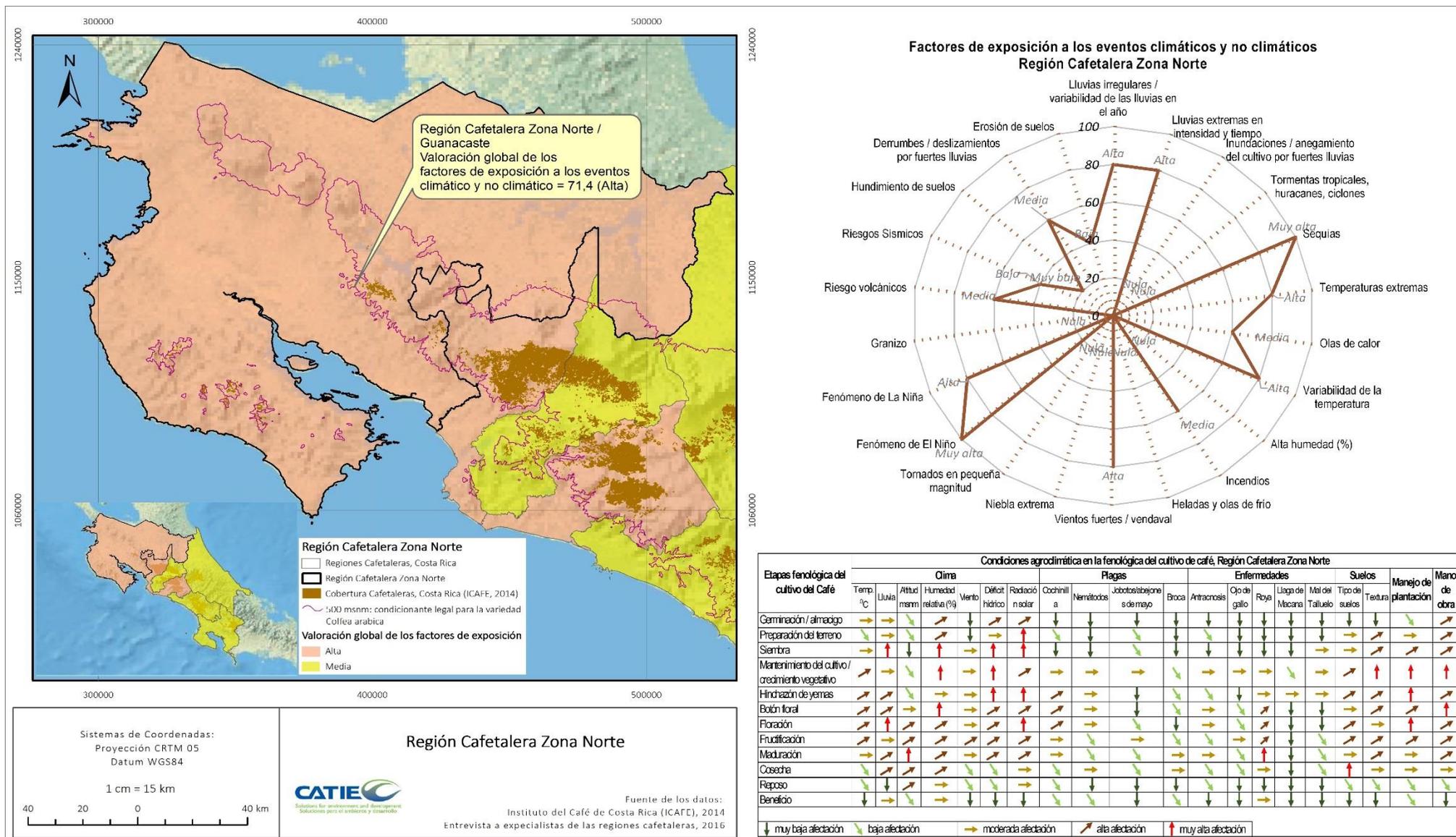


Figura 2. Mapa de exposición del cultivo de café ante eventos climáticos/no climáticos en la zona Norte de Costa Rica

- *Región cafetalera Valle Occidental*

La región cafetalera identificada como Valle Occidental abarca el área productiva de San Ramón, Palmares, Naranjo y Grecia. Los resultados muestran los principales eventos climáticos y no climáticos que tienen mayor impacto en el sistema productivo y durante el desarrollo de cada fase del cultivo. La valoración global de los factores de exposición, de acuerdo con el análisis de expertos, es de 78, la cual se considera como alta exposición. La información recabada se resume en la figura 3.

Grado de afectación de los factores climáticos y no climáticos extremos en el sistema productivo del café:

Muy alta afectación:

- Sequía
- Fenómeno de El Niño

Alta afectación:

- Lluvias irregulares / variabilidad de la temperatura
- Temperaturas extremas
- Vientos fuertes
- Riesgo volcánico
- Erosión de suelos

Afectación agroclimática en las etapas fenológicas del café:

- *Siembra*; muy alta afectación por lluvia, y alta por Jobotos o abejones de mayo.
- *Mantenimiento del cultivo / crecimiento vegetativo*; alta afectación por roya.
- *Floración*; muy alta afectación por lluvia.
- *Maduración*; alta afectación por lluvia y broca.
- *Cosecha*; alta afectación por lluvia y broca.

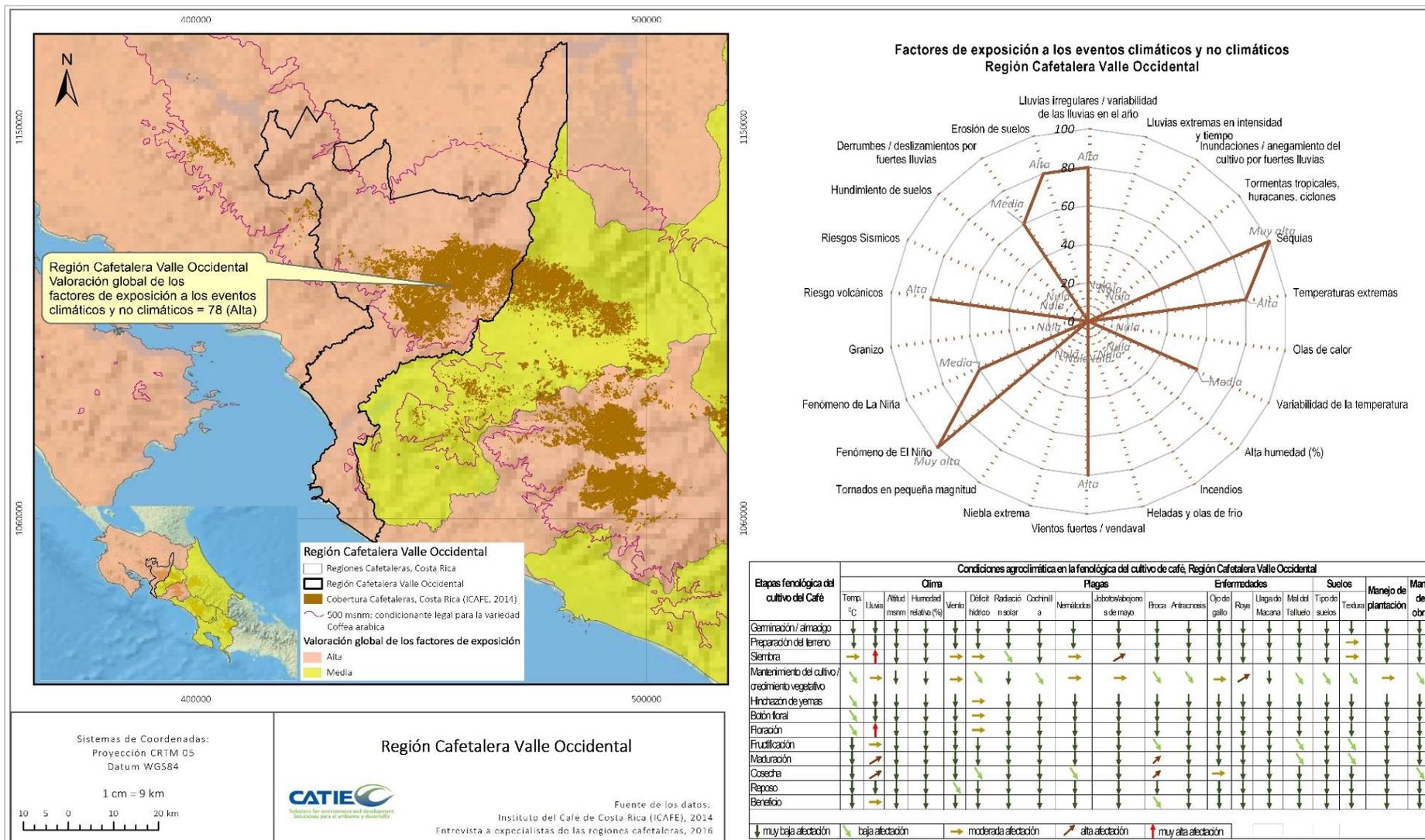


Figura 3. Mapa de exposición del cultivo de café ante eventos climáticos/no climáticos en la región Occidental de Costa Rica

- *Región cafetalera Valle Central*

La región cafetalera identificada como Valle Central la conforman las provincias San José, Heredia y Alajuela. Los resultados muestran los principales eventos climáticos y no climáticos que tienen mayor impacto en el sistema productivo y durante el desarrollo de cada fase del cultivo. La valoración global de los factores de exposición, de acuerdo con el análisis de expertos, es de 69,3, la cual se considera como media. La información recabada se resume en la figura 4.

Grado de afectación de los factores climáticos y no climáticos extremos en el sistema productivo del café:

Muy alta afectación:

- Variabilidad de la temperatura

Alta afectación:

- Lluvias irregulares / variabilidad de las lluvias en el año
- Sequías
- Temperaturas extremos y olas de calor
- Alta humedad
- Fenómeno de El Niño
- Fenómeno de La Niña
- Erosión de suelos

Afectación agroclimática en las etapas fenológicas del café:

- *Germinación;* muy alta afectación por déficit hídrico, nematodos, por Jobotos o abejones de mayo, mal del talluelo, manejo de plantación y mano de obra; y alta por cochinilla y textura.
- *Preparación del terreno;* alta afectación por mano de obra.
- *Siembra;* muy alta afectación por déficit hídrico; y alta por temperatura, viento, radiación solar y mano de obra.
- *Mantenimiento del cultivo / crecimiento vegetativo;* muy alta afectación por altitud, déficit hídrico y llaga de Macana; y alta por temperatura, Jobotos o abejones de mayo y manejo de plantación.
- *Hinchazón de yemas;* muy alta afectación por temperatura y déficit hídrico.
- *Botón floral;* muy alta afectación por temperatura, lluvia y déficit hídrico; y alta por humedad relativa, viento y radiación solar.
- *Floración;* muy alta afectación por temperatura, lluvia, viento, déficit hídrico, antracnosis y manejo de plantación; y alta por clima y radiación solar.
- *Fructificación;* muy alta afectación por déficit hídrico, radiación solar y mano de obra.

- Maduración; muy alta afectación por roya y manejo de plantación; y alta por temperatura, lluvia y déficit hídrico.
- Cosecha; muy alta afectación por manejo de plantación y alta por lluvia, radiación solar, ojo de gallo.
- Reposo; muy alta afectación por manejo de plantación y alta por lluvia y déficit hídrico.
- Beneficio; alta afectación por mano de obra.

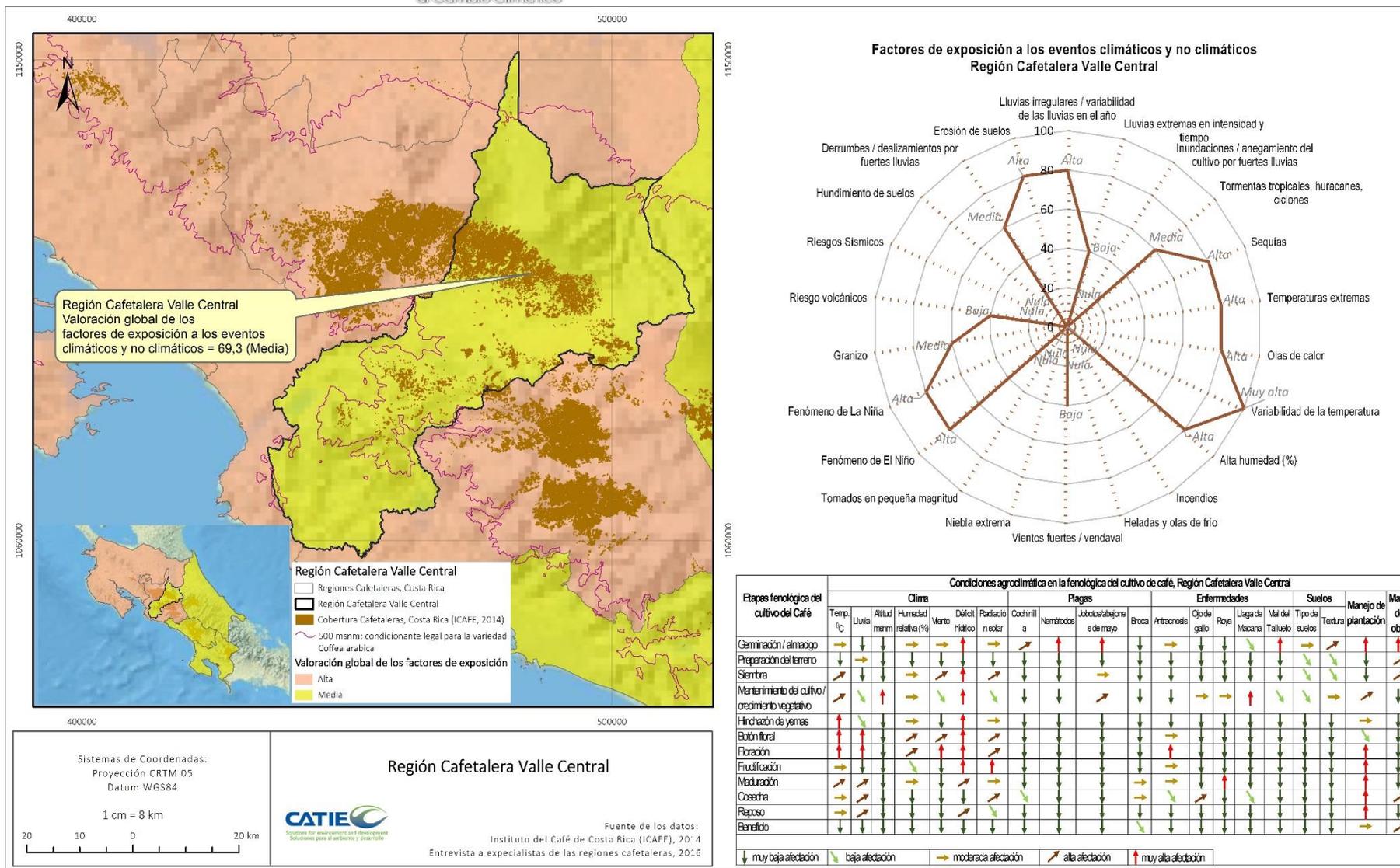


Figura 4. Mapa de exposición del cultivo de café ante eventos climáticos/no climáticos en la región Central de Costa Rica

- *Región cafetalera Los Santos*

La región cafetalera de Los Santos está comprendida por los cantones de San Pablo de León Cortés, San Marcos de Tarrazú y Santa María de Dota. Los resultados muestran los principales eventos climáticos y no climáticos que tienen mayor impacto en el sistema productivo y durante el desarrollo de cada fase del cultivo. La valoración global de los factores de exposición, de acuerdo con el análisis de expertos, es de 62,1 la cual se considera como media. La información recabada se resume en la figura 5.

Grado de afectación de los factores climáticos y no climáticos extremos en el sistema productivo del café:

Muy alta afectación:

- Lluvias extremas en intensidad y tiempo
- Fenómeno de El Niño
- Fenómeno de La Niña
- Derrumbes y deslizamiento por fuertes lluvias
- Erosión de suelos

Alta afectación:

- Lluvias irregulares / variabilidad de las lluvias en el año
- Tormentas tropicales
- Vientos fuertes

Afectación agroclimática en las etapas fenológicas del café:

- Germinación; muy alta afectación por lluvia, cochinilla, nematodos, jobotos o abejones de mayo, tipos de suelos, textura manejo de plantación, y alta por antracnosis.
- Preparación del terreno; muy alta afectación por textura, manejo de plantación y mano de obra; y alta por lluvia, déficit hídrico, tipo de suelos.
- Siembra; muy alta afectación por lluvia, déficit hídrico, textura, manejo de plantación y mano de obra; y alta por tipo de suelos.
- Mantenimiento del cultivo / crecimiento vegetativo; muy alta afectación por lluvia, broca, ojo de gallo, roya, llaga de macana, mal de talluelo, tipos de suelos, textura, manejo de plantación y mano de obra; y alta por déficit hídrico, cochinilla, nematodos, jobotos o abejones de mayo y antracnosis.
- Hinchazón de yemas; muy alta afectación por manejo de plantación y alta por lluvia, déficit hídrico, ojo de gallo y rolla.
- Botón floral; muy alta afectación por manejo de plantación y alta por temperatura, lluvia, déficit hídrico, ojo de gallo, roya.
- Floración; muy alta afectación por lluvia y manejo de plantación; y alta por temperatura., déficit hídrico, ojo de gallo y roya.

- Fructificación: muy alta afectación lluvia y manejo de plantación; y alta viento, déficit hídrico, ojo de gallo y roya.
- Maduración: muy alta afectación por lluvia, broca y manejo de plantación; y alta por viento, déficit hídrico, ojo de gallo y roya.
- Cosecha: muy alta afectación por lluvia y manejo de plantación; y alta por viento, déficit hídrico, ojo de gallo y roya.
- Reposo: muy alta afectación por manejo de plantación.
- Beneficio: alta afectación por manejo de plantación.

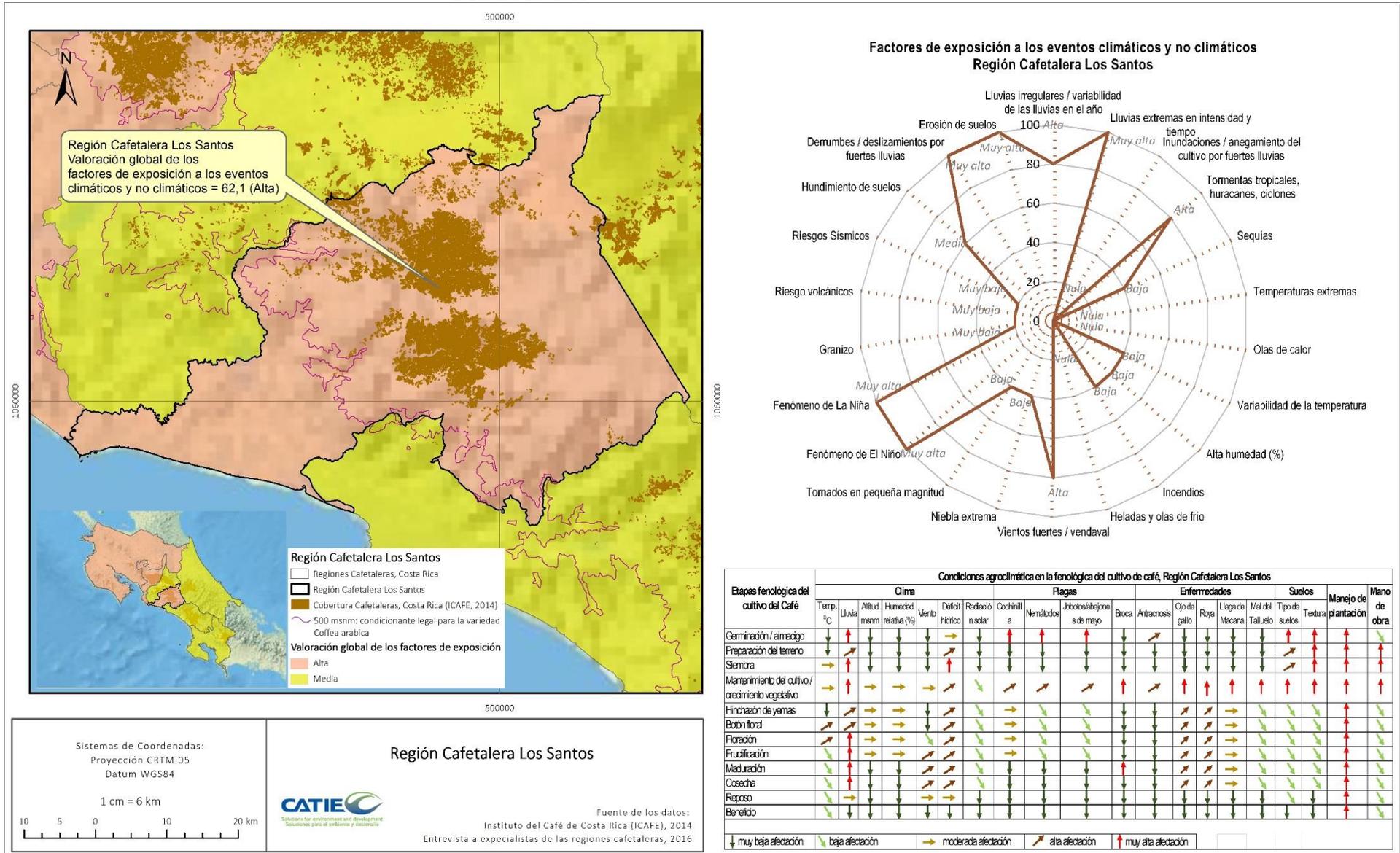


Figura 5. Mapa de exposición del cultivo de café ante eventos climáticos/no climáticos en la región de Los Santos de Costa Rica

- *Región cafetalera Turrialba*

La región cafetalera de Turrialba es una zona productiva con una maduración temprana, debido a la influencia climática de la vertiente del Atlántico y del Valle Central. Los resultados muestran los principales eventos climáticos y no climáticos que tienen mayor impacto en el sistema productivo y durante el desarrollo de cada fase del cultivo. La valoración global de los factores de exposición, de acuerdo con el análisis de expertos, es de 60 la cual se considera como media. La información se resume en la figura 6.

Grado de afectación de los factores climáticos y no climáticos extremos en el sistema productivo del café:

Muy alta afectación:

- Lluvias extremas en intensidad y tiempo
- Inundaciones / anegamiento del cultivo por fuertes lluvias
- Tormentas eléctricas
- Derrumbes / deslizamientos por fuertes lluvias

Alta afectación:

- Alta humedad
- Fenómeno de La Niña
- Erosión de suelos

Afectación agroclimática en las etapas fenológicas del café:

- Germinación; muy alta afectación por lluvia, déficit hídrico, jobotos o abejones de mayo y mal del talluelo; y alta por viento, antracnosis, ojo de gallo y roya.
- Siembra; muy alta afectación por viento, déficit hídrico y jobotos o abejones de mayo; y alta por temperatura, lluvia cochinilla y nematodos.
- Mantenimiento del cultivo / crecimiento vegetativo; muy alta afectación por viento, déficit hídrico, jobotos o abejones de mayo; y alta por temperatura, cochinilla, nematodos y roya.
- Hinchazón de yemas; muy alta afectación por lluvia, déficit hídrico y roya; y alta por temperatura, altitud y viento.
- Botón floral; muy alta afectación por lluvia, déficit hídrico y roya; y alta por temperatura y altitud.
- Floración; muy alta afectación por lluvia, déficit hídrico y roya; y alta por temperatura y altitud.
- Fructificación; muy alta afectación déficit hídrico y roya; y alta por broca.
- Maduración; muy alta afectación por déficit hídrico y roya; y alta por tempo., lluvia, altitud, radiación solar y broca.
- Cosecha; muy alta afectación por lluvia y roya; y alta por temperatura, broca y antracnosis.
- Reposo; muy alta afectación por temperatura, lluvia y radiación solar; y alta por humedad relativa.

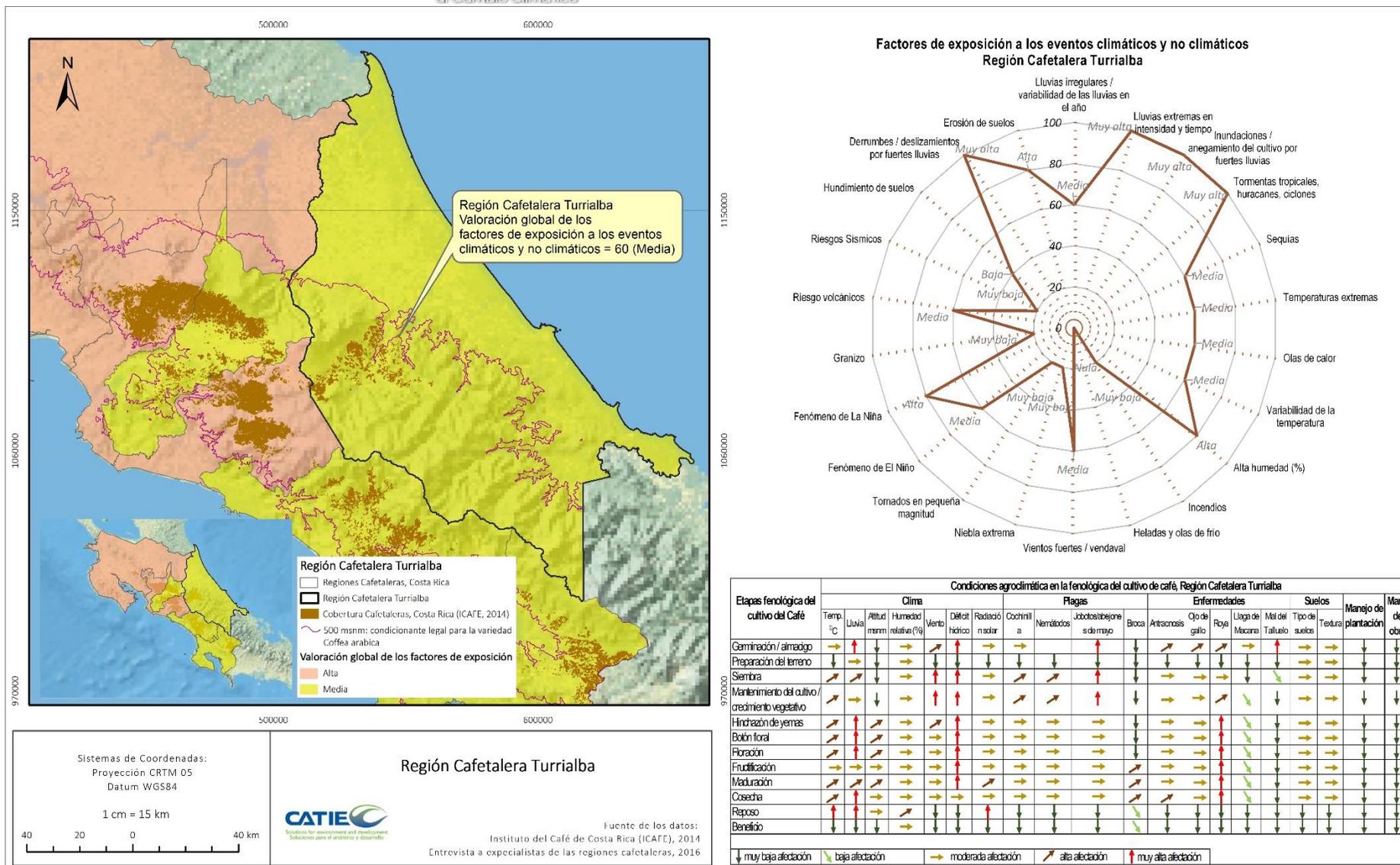


Figura 6. Mapa de exposición del cultivo de café ante eventos climáticos/no climáticos en la región de Turrialba de Costa Rica

- *Región cafetalera Pérez Zeledón*

La región cafetalera identificada como Pérez Zeledón tiene la influencia climática más del Pacífico y forma parte de la región Brunca. Los resultados muestran los principales eventos climáticos y no climáticos que tienen mayor impacto en el sistema productivo y durante el desarrollo de cada fase del cultivo. La valoración global de los factores de exposición, de acuerdo con el análisis de expertos, es de 54,7 la cual se considera como media. La información recabada se resume en la figura 7.

Grado de afectación de los factores climáticos y no climáticos extremos en el sistema productivo del café:

Los expertos no identificaron factores climáticos y no climáticos extremos con grado de afectación de alta a muy alta.

Afectación agroclimática en las etapas fenológicas del café:

- Germinación; muy alta afectación por déficit hídrico, textura y manejo de plantación; y alta por lluvia, humedad relativa, viento, radiación solar, tipos de suelos y mano de obra.
- Siembra; muy alta afectación por temperatura, déficit hídrico, tipos de suelos, texturas y manejo de plantación; y alta por lluvia, humedad relativa, radiación solar y mano de obra.
- Mantenimiento del cultivo / crecimiento vegetativo; muy alta afectación por déficit hídrico, tipos de suelos, texturas y manejo de plantación; y alta por lluvia, humedad relativa, viento y radiación solar.
- Hinchazón de yemas; muy alta afectación por manejo de plantación; y alta por lluvia, déficit hídrico, radiación solar, cochinilla, tipos de suelos, textura y mano de obra.
- Botón floral; muy alta afectación por déficit hídrico y manejo de plantación; y alta por radiación solar, tipos de suelos, textura y mano de obra.
- Floración; muy alta afectación por déficit hídrico y manejo de plantación; y alta por altitud, humedad relativa, radiación solar, tipos de suelos, textura y mano de obra.
- Fructificación; muy alta afectación por déficit hídrico, manejo de plantación y mano de obra; y alta por lluvia, altitud, humedad relativa, radiación solar, roya, tipos de suelos y textura.
- Maduración; muy alta afectación por altitud, roya y manejo de plantación; y alta por lluvia, humedad relativa, déficit hídrico, radiación solar, tipos de suelos, textura y mano de obra.
- Cosecha; muy alta afectación por altitud, roya, tipos de suelos, manejo de plantación y mano de obra; y alta por lluvia, humedad relativa, déficit hídrico, radiación solar y textura.
- Reposo; muy alta afectación por broca y alta por altitud.
- Beneficio; muy alta afectación por broca y manejo de plantación.

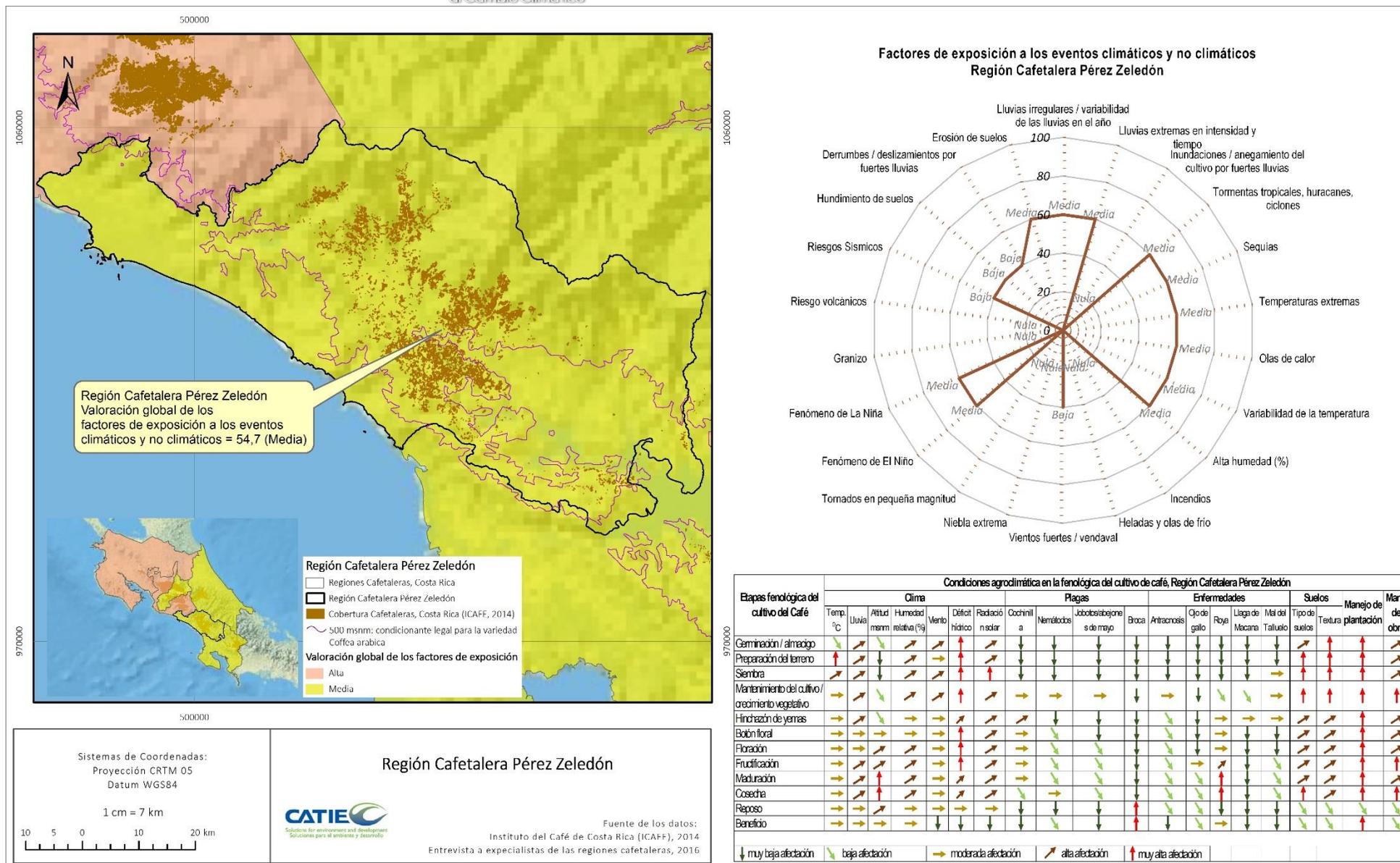


Figura 7. Mapa de exposición del cultivo de café ante eventos climáticos/no climáticos en la región de Pérez Zeledón de Costa Rica

- **Región cafetalera Coto Brus**

La región cafetalera de Coto Brus se ubica en las faldas de la Cordillera de Talamanca, que divide Costa Rica con respecto a los océanos Pacífico y Atlántico. Los resultados muestran los principales eventos climáticos y no climáticos que tienen mayor impacto en el sistema productivo y durante el desarrollo de cada fase del cultivo. La valoración global de los factores de exposición, de acuerdo con el análisis de expertos, es de 55,7 la cual se considera como media. La información recabada se resume en la figura 8.

Grado de afectación de los factores climáticos y no climáticos extremos en el sistema productivo del café:

Alta afectación:

- Lluvias irregulares / variabilidad de las lluvias en el año
- Alta humedad
- Fenómeno de El Niño
- Fenómeno de La Niña
- Erosión de suelos

Afectación agroclimática en las etapas fenológicas del café:

- Germinación; muy alta afectación por manejo de plantación y mano de obra; y alta por temperatura, lluvia, humedad relativa, déficit hídrico y radiación solar.
- Siembra; alta afectación por temperatura, déficit hídrico, nematodos y manejo de plantación.
- Mantenimiento del cultivo / crecimiento vegetativo; muy alta afectación por altitud y roya; y alta por temperatura, lluvia, humedad relativa y manejo de plantación.
- Hinchazón de yemas; muy alta afectación por temperatura y alta por lluvia, humedad relativa, déficit hídrico y manejo de plantación.
- Botón floral; muy alta afectación por temperatura y alta por lluvia, humedad relativa y déficit hídrico.
- Floración; muy alta afectación por temperatura y alta por altitud, humedad relativa y déficit hídrico.
- Fructificación; alta afectación por temperatura, lluvia, humedad relativa, déficit hídrico y manejo de plantación.
- Maduración; alta afectación por lluvia, altitud, humedad relativa, déficit hídrico, roya y manejo de plantación.
- Cosecha; alta afectación por lluvia, humedad relativa, antracnosis, roya, manejo de plantación y mano de obra.
- Reposo; alta afectación por déficit hídrico y radiación solar.

A continuación se presentan los resultados en forma espacial.

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

Como complemento a los resultados presentados producto del análisis de la información existente y consultas a los expertos nacionales e internacionales relacionados con la producción del café, se despliega a continuación un resumen de la base de datos del Sistema de Inventario de Efectos de Desastres (DesInventar) y del estudio Helping smallholder coffee farmers adapt to climate change: practices recommended by experts in Central America (Martínez-Rodríguez, *et al.* 2015).

Base de datos DesInventar⁷

La base de datos disponible del sistema de inventario de efectos de desastres (DesInventar), para Costa Rica es del periodo 1968 al 2016, y contiene el inventario histórico sobre la ocurrencia de desastres cotidianos de pequeños, medianos y grandes impactos, con base en datos preexistentes, fuentes hemerográficas y reportes de instituciones en nueve países de América Latina.

A continuación, se grafican los eventos de desastres de pequeños, medianos y grandes impactos (base de datos DesInventar) para las variables afectación agropecuaria y afectación a cultivos y bosque por hectáreas a nivel de distritos con cobertura de café según región cafetalera. Aclaración: en la base de datos DesInventar, no existe la variable con afectación al cultivo de café.

1. Región cafetalera Zona Norte

Los gráficos muestran el valor porcentual por tipos de eventos que han afectado al sector agropecuario, a los cultivos y bosques por hectáreas en los distritos con cobertura de café de la región cafetalera de la Zona Norte. Distritos: *Sierra Monte Romo, Hojancha, Huacas, Unión, Carmona, Provenir, Nicoya, Belén de Nosarita, Monte Verde, Arancibia, Aguas Zarcas, Palmera, Quesada, Venecia, Santa Cruz, Tronadora, Libano, Quebrada Honda* de las provincias de Guanacaste, Puntarenas y Alajuela.

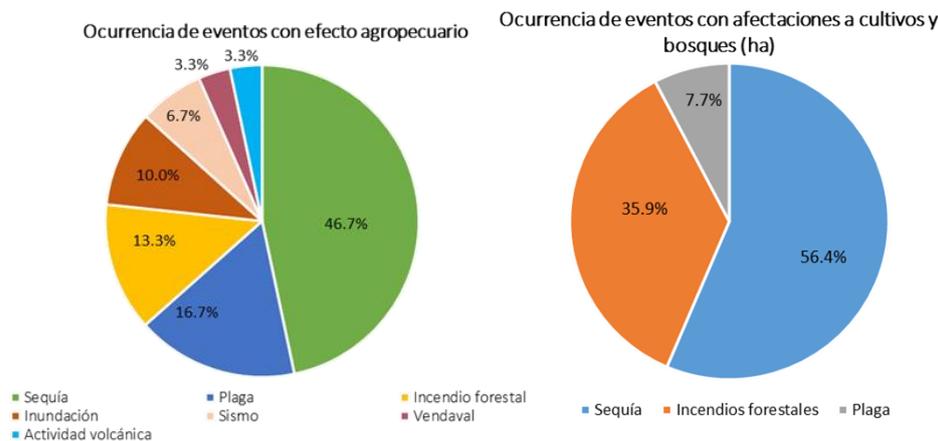


Gráfico 1. Valor porcentual por tipos de eventos que han afectado al sector agropecuario, a los cultivos y bosques por hectáreas en la región cafetalera de la zona norte.

⁷ 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>

2. Región cafetalera Valle Occidental

Los gráficos muestran el valor porcentual por tipos de eventos que han afectado al sector agropecuario, a los cultivos y bosques por hectáreas en los distritos con cobertura de café de la región cafetalera del Valle Occidental. Distritos con cobertura de café de la Región cafetalera Valle Occidental (DesInventar; ICAFE, 2008): *Ángeles, Zarcerro, Zapotal, Cirri Sur, Volio, San Pedro, Bolivar, Piedades Norte, San Isidro, Sarchi Norte, San Roque, San José, San Jerónimo, Piedades Sur, Rodriguez, Concepción, San José, Naranjo, San Juan, Alfaro, San Isidro, Sarchi Sur, San Miguel, Buenos Aires, San Rafael, Santiago, Grecia, Esquipulas, Rosario, Granja, Tacares, Puente de Piedra, Palmares, Zaragoza, San José, Candelaria, Santa Eulalia, Santiago, San Mateo, San Isidro, Mercedes, Desmonte, Atenas, Río Cuarto, Escobal, Jesús de la provincia de Alajuela.*

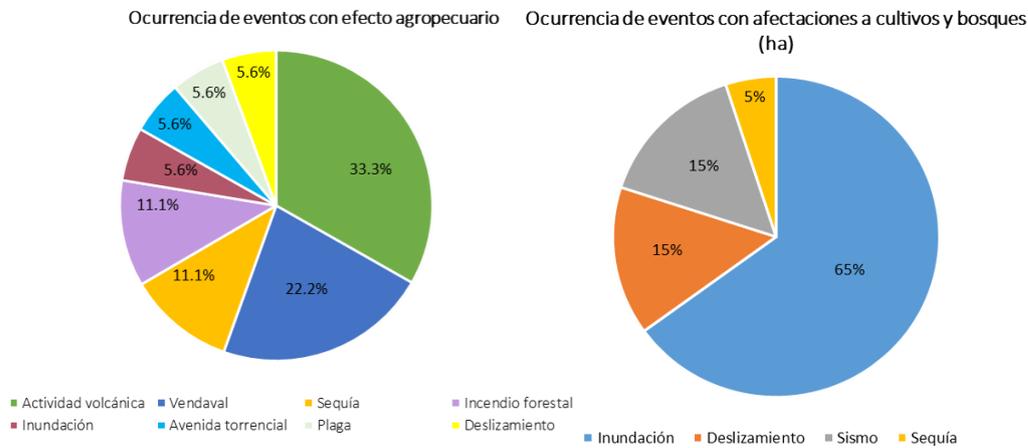


Gráfico 2. Valor porcentual por tipos de eventos que han afectado al sector agropecuario, a los cultivos y bosques por hectáreas en la región cafetalera de valle occidental.

3. Región cafetalera Valle Central

Los gráficos muestran el valor porcentual por tipos de eventos que han afectado al sector agropecuario, a los cultivos y bosques por hectáreas en los distritos con cobertura de café de la región cafetalera del Valle Central. Distritos con cobertura de café de la Región cafetalera Valle Central: *Ipis, Purral, Mata de Platano, Mercedes, Heredia, San Francisco, Ulloa, Dulce Nombre, San Ramón, Concepción, San Juan, San Rafael, Tres Rios, San Diego, Río Azul, San Rafael, Sabanilla, San Pedro, Picagres, Colón, Piedras Negras, Tabarcia, Guayabo, San Jerónimo, Trinidad, San Vicente, San Juan, San Rafael, San Pedro, Carrillos, Grifo Alto, Desamparados, San Antonio, Santiago, Barbacoas, San Rafael, Mercedes Sur, Candelarita, Concepción, San José, San Francisco, San Isidro, Uruca, Pavas, San Pablo, Ángeles, Concepción, San Josecito, Santiago, Pozos, Uruca, Piedades, Salitral, Santo Domingo, Puraba, Jesús, Santa Barbara, San Pedro, San Juan, Para, Paracito, Tures, San Miguel, San Vicente, Santo Tomas, Santa Rosa, Santo Domingo, Ipis, Purral, Mata de Platano, Mercedes, Santo Domingo, San Juan, Anselmo Llorente, Colima, San Luis de las provincias de San José, Heredia, Cartago y Alajuela.*

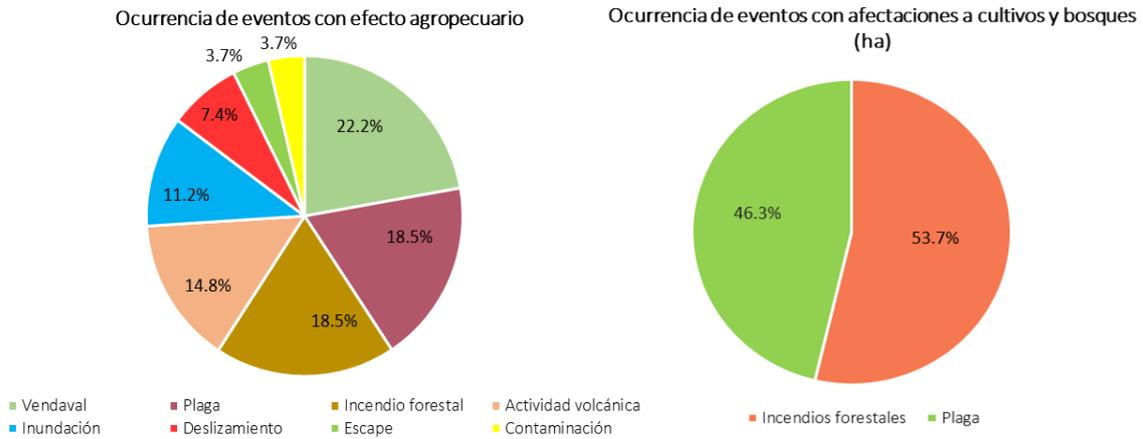


Gráfico 3. Valor porcentual por tipos de eventos que ha afectado al sector agropecuario, a los cultivos y bosques por hectáreas en la región cafetalera de valle Central.

4. Región cafetalera Los Santos

Los gráficos muestran el valor porcentual por tipos de eventos que han afectado al sector agropecuario, a los cultivos y bosques por hectáreas en los distritos con cobertura de café de la región cafetalera Los Santos. Distritos con cobertura de café de la Región cafetalera Los Santos (DesInventar; ICAFE, 2008): *Palmicha, San Ignacio, Guaitil, Cangrejal, Sabanillas, Tarbaca, Vuelta de Jorco, Monterrey, Legua, Aserri, Salitrillos, Quebradilla, Guadalupe, Aguacaliente, Corralillo, San Antonio, Gravilias, Damas, San Juan de Dios, San Miguel, Rosario, San Cristobal, Frailes, San Rafael Arriba, Patarra, Los Guido, Jardín, Santa María, Copey, Tejar, Tobosi, San Isidro, Patio de Agua, San Andrés, Santa Cruz, Llano Bonito, San Isidro, San Antonio, San Pablo, San Marcos, San Carlos, San Lorenzo* de las provincias de San José y Cartago.

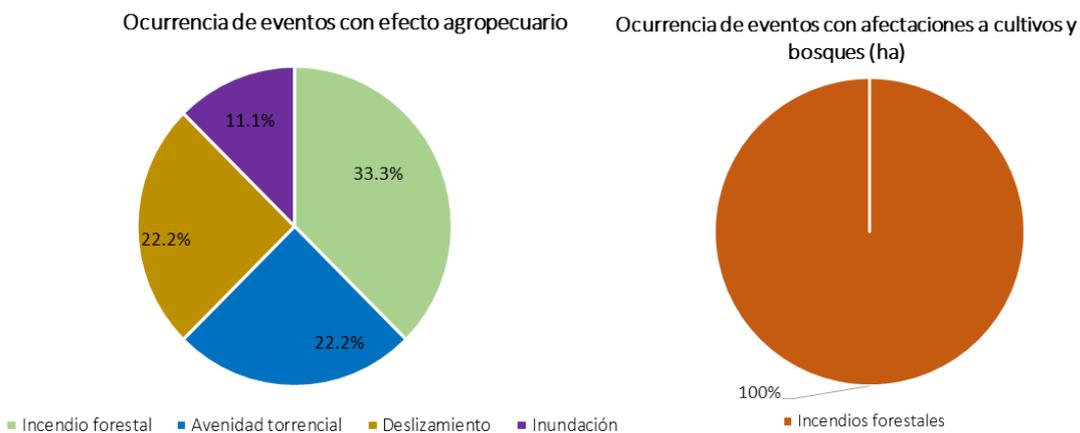


Gráfico 4. Valor porcentual por tipos de eventos que han afectado al sector agropecuario, a los cultivos y bosques por hectáreas en la región cafetalera de Los Santos.

5. Región cafetalera Turrialba

Los gráficos muestran el valor porcentual por tipos de eventos que han afectado al sector agropecuario, a los cultivos y bosques por hectáreas en los distritos con cobertura de café de la región cafetalera de Turrialba. Distritos con cobertura de café de la Región cafetalera Turrialba (DesInventar; ICAFE, 2008): *Cervantes, Juan Viñas, Tucurrique, Pejibaye, Santiago, Cachi, Orosi, Llanos de santa Lucia, Paraiso, Florida del Cantón de Sirriquí,, Santa Teresita, Santa Rosa, Pavones, Tuis, Turrialba, La Isabel, Tayutic, Tres Equis, La Siuza, Chirripó* de las provincias de Cartago y Limón.

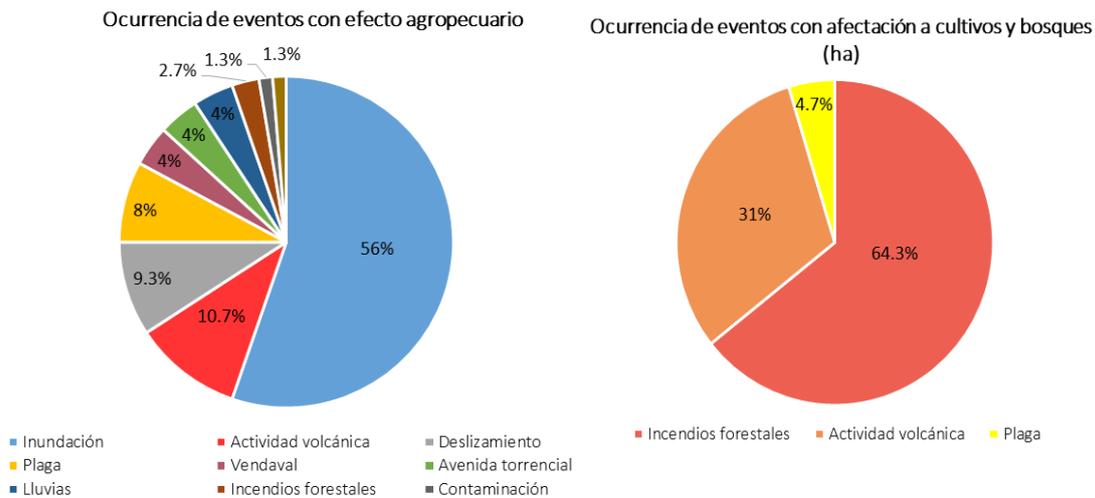


Gráfico 5. Valor porcentual por tipos de eventos que han afectado al sector agropecuario, a los cultivos y bosques por hectáreas en la región cafetalera de la zona de Turrialba

6. Región cafetalera Pérez Zeledón

Los gráficos muestran el valor porcentual por tipos de eventos que han afectado al sector agropecuario, a los cultivos y bosques por hectáreas en los distritos con cobertura de café de la región cafetalera de Pérez Zeledón. Distritos con cobertura de café de la Región cafetalera Pérez Zeledón (DesInventar; ICAFE, 2008): *Pilas, Boruca, Colinas, Buenos Aires, Volcán, Brunca, Páramo, Rivas, Río Nuevo, San Isidro del General, General, San Pedro, cajón, Barú, Daniel Flores, Platanares, Pejibayes* de las provincias de Puntarenas y San José.

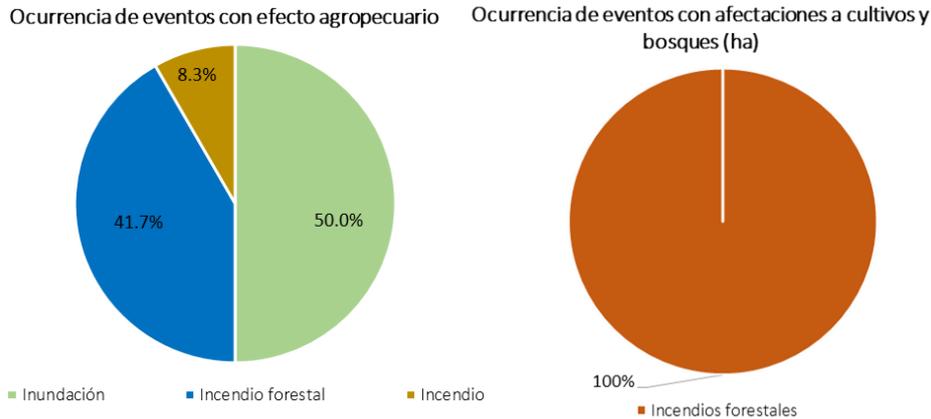


Gráfico 6. Valor porcentual por tipos de eventos que han afectado al sector agropecuario, a los cultivos y bosques por hectáreas en la región cafetalera de la zona de Pérez Zeledón

7. Región cafetalera de Coto Brus

Los gráficos muestran el valor porcentual por tipos de eventos que han afectado al sector agropecuario, a los cultivos y bosques por hectáreas en los distritos con cobertura de café de la región cafetalera de Coto Brus. Distritos con cobertura de café de la Región cafetalera Coto Brus (Desinventar; ICAFE, 2008): *Changuena, Biolley, Potrero Grande, San Vito, Limoncito, Pittier, Sabalito, Aguabuena* de las provincias de Buenos Aires y Coto Brus.

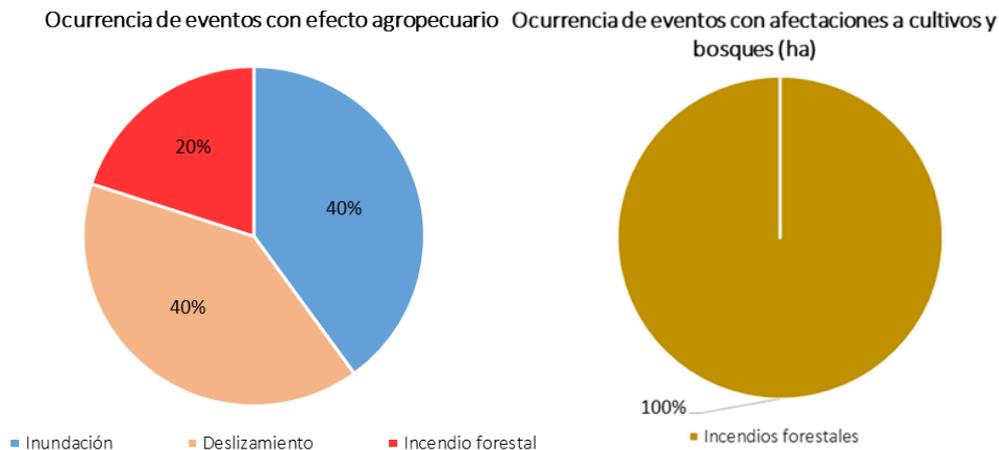


Gráfico 7. Valor porcentual por tipos de eventos que han afectado al sector agropecuario, a los cultivos y bosques por hectáreas en la región cafetalera de la zona de Coto Brus

Estudio: Helping smallholder coffee farmers adapt to climate change: practices recommended by experts in Central America⁸

El estudio presenta el número de eventos extremos específicos que afectan a los pequeños agricultores de café de Costa Rica, Guatemala y Honduras, ordenados de los más frecuentes a los menos frecuentes a través de entrevistas a expertos cafeteros de los países.

Asimismo, hace referencia a la alta vulnerabilidad al cambio climático de los pequeños agricultores de café y su dependencia a los servicios eco sistémicos que están bajo una presión creciente (Evaluación de los Ecosistemas del Milenio 2005, Fischlin *et al.*, 2007). Se espera que estos sistemas productivos sean altamente impactados por el cambio climático, por: i) la baja capacidad de adaptación ii) la alta dependencia de los cultivos de secano (Eakin 2005, Lobell *et al.*, 2008), y iii) la ubicación en lugares ambientalmente frágiles donde sus bienes están expuestos a riesgos climáticos (Morton, 2007; IFAD, 2013).

En el siguiente gráfico se muestran el número de eventos extremos específicos que afectan a los pequeños agricultores de Costa Rica de acuerdo con los resultados del estudio.

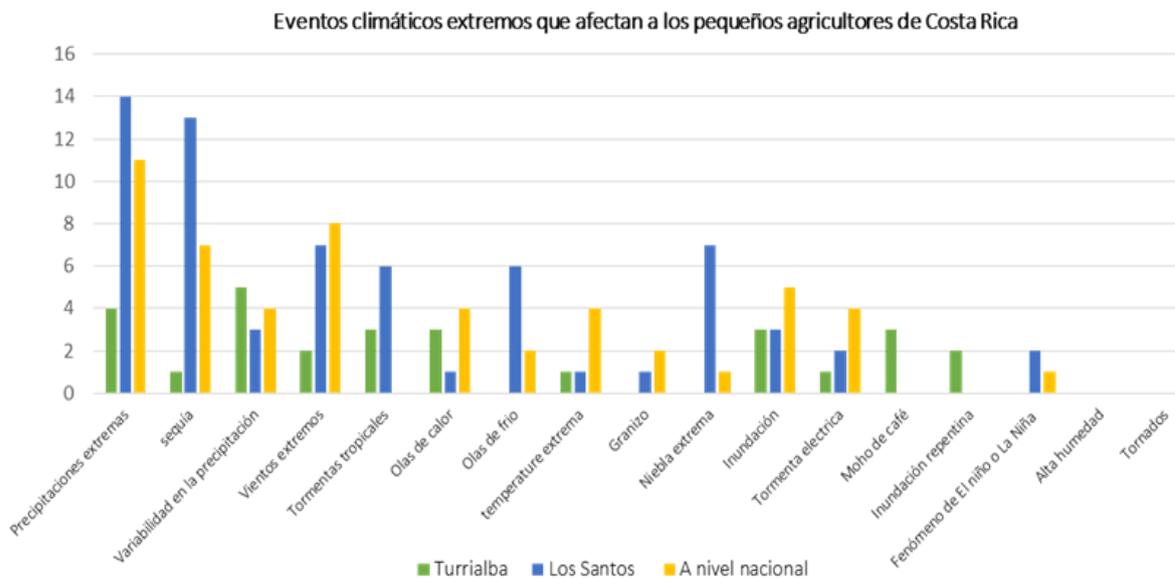


Gráfico 8. Número de expertos que mencionaron eventos extremos específicos que afectan a los pequeños agricultores de Costa Rica, ordenados de los más frecuentemente a los de menor frecuencia

Se puede observar que, para la región de Turrialba, los eventos de variabilidad de precipitación y precipitaciones extremas son los que tienen mayor impacto en los pequeños agricultores. Al comparar esto con los resultados del análisis de exposición se evidencia una congruencia entre los factores de exposición, ya que los expertos

⁸M. Ruth Martínez-Rodríguez, Celia A. Harvey, Camila Donatti, Jacques Avelino, Pavel Bautista, Bruno Rapidel, and Rafaella Vignola. (2015). Journal for submission: Agroforestry Systems.

identificaron como factores de alta incidencia las lluvias extremas y las inundaciones. Los resultados del análisis de información la base de datos DesInventar concuerdan con que las inundaciones son un factor de exposición con gran impacto en la región de Turrialba.

Por otro lado, en la región de Los Santos, como se muestra en la gráfica 8, las precipitaciones extremas, las sequías extremas, la neblina y los vientos son los eventos que más impacto sobre los pequeños agricultores. Al comparar los resultados con el análisis de exposición se mencionan también como factores de exposición las lluvias extremas, los fenómenos de El Niño y La Niña; así como la erosión de suelo y eventos de derrumbes. Los datos extraídos de DesInventar muestran que los eventos de desastre registrados con impacto en el sector agrícola en la zona de los Santos son incendios forestales, deslizamientos, avenida torrencial e inundaciones.

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

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

El cultivo de café, como lo mencionan Mora (2008); ICAFE (2011) y CATIE (2016); presenta una serie de condiciones edafoclimáticas propias de cada región cafetalera para su debido desarrollo. Entre estas condiciones se resaltan: la altitud, precipitación, meses secos, temperatura y humedad relativa, las cuales son descritas a continuación en condiciones aptitud óptima, media y deficitaria. Esta descripción obedece a una revisión exhaustiva de la información existente y a las consultas realizadas a los expertos nacionales e internaciones.

- Altitud: óptima entre los 700 - 1700 msnm, media 500 a <700 - >1700 a 2000 y deficitaria <500 - >2000 aquí es donde inician las limitaciones en el desarrollo productivo del cultivo.

- Precipitación: óptima entre los 1500 - 3000 mm anuales, media 1000 - 1500 y deficitaria <1000 - >3000. Precipitaciones menores a 1.000 mm limita el desarrollo de la planta, así como la cosecha del siguiente año, y mayores a los 3.000 mm aumentan los problemas fitosanitarios a los cuales se deberán realizar manejos agronómicos más intensivo aumentando los costos de producción.

- Sequía: óptima 4 meses, media >4 - 6 y deficitaria <4 - >6 meses. En las regiones donde las sequías son muy prolongadas, provocan defoliación de la planta.

- Temperatura: óptimas 17 - 23 °C, media 14 a <17°C - >23 a 30 °C y deficitaria <14 - >30°C. Las temperaturas menores a 14 o 10 °C pueden provocar clorosis, disminución en el crecimiento y desarrollo de la planta.

- Humedad relativa: se considera óptima por debajo del 85%. Porcentajes de humedad superiores al 85% aumentan las probabilidades de ataque de los patógenos fungosos.

- Requerimientos de suelos y agua: en Costa Rica el café se cultiva en distintas condiciones de suelos. Por ejemplo, en las regiones del Valle Central y Coto Brus los suelos son derivados de cenizas volcánicas (Andisoles e Inceptisoles), lo cuales son óptimos para el cultivo del café; en la zona sur del país predominan los suelos Ultisoles e Inceptisoles (ácidos con condiciones deficitarias) y en regiones cafetaleras del Valle Central Occidental y Guanacaste (Nicoya, Hojancha, Tilarán) son suelos de tipo Alfisol (Meléndez & Molina, 2001).

Los suelos derivados de cenizas volcánicas y los molisoles presentan las condiciones óptimas para el cultivo del café. Los suelos demasiado compactos, muy arcillosos, de escasa permeabilidad, son deficitarios para el cultivo. Los Ultisoles poseen limitaciones de tipo químico que afectan al cultivo, principalmente por la alta acidez y deficiencias de Ca y Mg. Los Alfisoles en general son suelos de buena fertilidad, pero usualmente están ubicados en zonas climáticas poco aptas para el café, como en el caso de Guanacaste donde el período seco es muy prolongado (Cabalceta *et al.*, 2010); (Meléndez & Molina, 2001).

2. Análisis de aptitud de café basado en metodología multicriterio

Para el análisis de aptitud se validaron, a través de consulta con expertos, las variables edafoclimáticas que son determinantes para el desarrollo del cultivo. Estas variables son: tipo de suelos (orden), pH, pendiente en %, altitud (msnm), precipitación media anual, meses secos y temperatura media anual. Se asignó a cada variable utilizada para determinar la aptitud, diferentes pesos de acuerdo con su importancia relativa usando una escala común. Para mejorar la distribución de la condición bajo la cual se establece el sistema productivo del café en el país, se determinaron tres escenarios, los cuales se desarrollarían el café (óptimo, medio y deficitario) (cuadro 11).

Cuadro 11. Variables de aptitud agrícola actual del cultivo de CAFÉ, Costa Rica

Condición	Óptimo							Medio							Deficitario						
	Tipo suelos, orden	pH	Pend. (%)	Altitud (msnm)	Precip. (mm)	Sequia (mes)	Temp. °C	Tipo suelos, orden	pH	Pend. %	Altitud (msnm)	Precip. (mm)	Sequia (mes)	Temp. °C	Tipo suelos, orden	pH	Pend. %	Altitud (msnm)	Precip. (mm)	Sequia (mes)	Temp. °C
Valores Nacionales	Andisols, Mollisols,	5,5 - 6,5	10 - 30%	700 - 1700	1500 - 3000	4	17 - 23	Alfisols, Alfisols/Entisols, Alfisols/Inceptisols, Andisols/Ultisols, Entisols/Andisols, Entisols/Inceptisols, Inceptisols, Inceptisols/Andisols, Mollisols/Alfisols, Mollisols/Inceptisols,	5,0 a <5,5 - >6,5 a 6,6	>30 - 35%	500 a <700 - >1700 a 2000	1000 - 1500	>4 - 6	14 a <17 - >23 a 30	Sin restricción	<5,0 - >6,6	>35%	<500 - >2000	<1000 - >3000	<4 - >6	<14 - >30
Peso ponderado	10	10	12	20	18	12	18	*las variables son las más relevantes para el desarrollo del café de acuerdo a expertos nacionales, no obstante, es posible incluir / excluir variables de acuerdo a su criterio de experto y según escala de trabajo													

Fuente: elaboración propia a partir de las consultas a expertos nacionales y regionales

Se realizó un mapa de aptitud actual de café bajo un análisis multicriterio con las siete variables ponderadas. Todas las capas de suelo se convirtieron en raster, manteniendo un marco de trabajo similar en todas las capas. La resolución espacial es de 30 metros.

Posterior a la rasterización espacial y a la aplicación del modelo, se obtuvo un mapa de aptitud actual, donde se definen zonas de aptitud deficitaria, baja, media, muy buena y óptima (figura 9).

Es importante considerar que, debido a la limitación existente en la actualización y generación de información edáfica y climática del país, se utilizó la información disponible la cual se encuentra en una escala 1:200000, la cual puede generar mucha incertidumbre. Se recomienda tener presente que, al usar esta información con escalas muy pequeñas, se pueden producir errores.

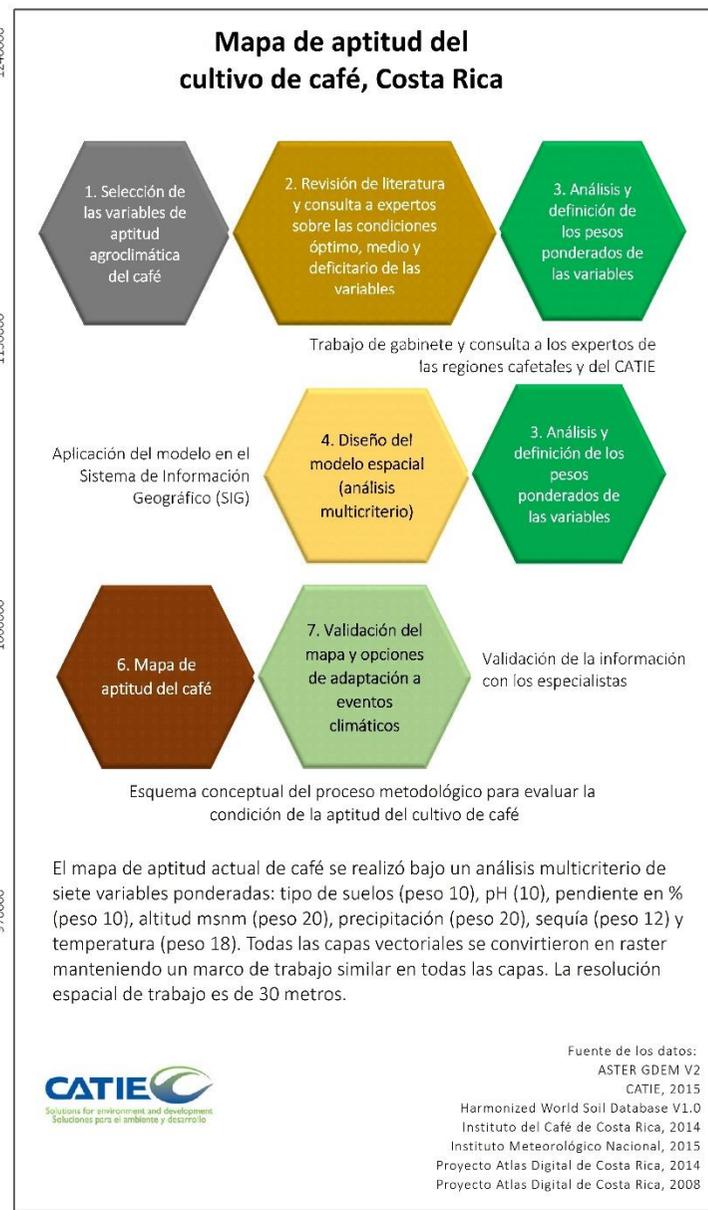
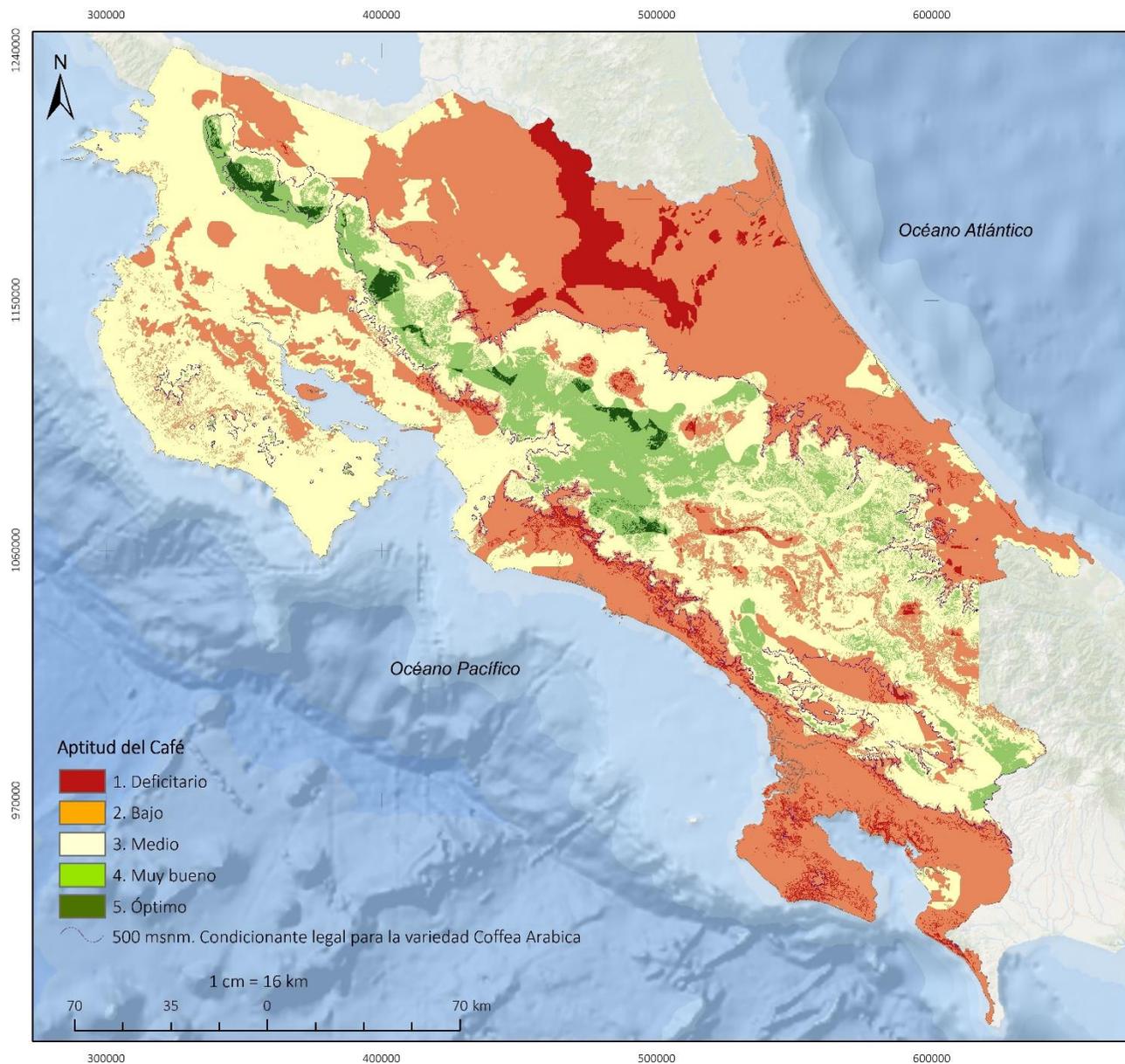


Figura 9. Mapa de aptitud del cultivo de café en Costa Rica

Como se observa en la figura 9, las zonas de mayor aptitud para el desarrollo del cultivo de café se encuentran en la región del Valle Central, Valle Occidental y la zona de Los Santos. Por otro lado, las zonas de menor aptitud concuerdan con las zonas costeras del país y la zona Norte. En el cuadro 12 se resume el porcentaje de cobertura de café que se encuentra en los diferentes rangos de aptitud, de acuerdo con la región productiva.

Cuadro 12. Porcentaje de aptitud por área productiva en Costa Rica

Región Cafetalera, Costa Rica	Área total, en km ²	Área por aptitud, en km ²				
		Deficitario	Bajo	Medio	Muy bueno	Óptimo
Coto Brus	89,5	0	2,26	77,8 (86,9%)	7,4	0
Pérez Zeledón	138,3	0,023	27,41	94 (67,9%)	16,9	0
Los Santos	233,5	0	0,31	30,4	182,1 (77,9%)	20,74
Turrialba	68,5	0,015	2,59	46,2 (67,4%)	19,7	0
Valle Central	148,9	0	0	28,1	97,8 (65,6%)	23,03
Valle Central Occidental	236,2	0	0,91	54,3	178,8 (75,7%)	2,19
Zona Norte	22,9	0,003	0,88	15,45 (67,2%)	8,4	0,03
	937,80	0,04	34,36	346,25	511,10	45,99

Fuente: elaboración propia a partir de análisis multicriterio

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

Para la identificación de prácticas que permitan reducir o prevenir el impacto de los eventos climáticos en el café inicialmente se realizó una sistematización de información bibliográfica sobre prácticas recomendadas para el cultivo que reducen los efectos de 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 se identificaron las prácticas que se realizan para reducir los impactos en cada fase.

1. Prácticas con valor para la reducción del impacto de eventos climáticos según la revisión de literatura

Cuadro 13. Prácticas para la reducción del impacto de eventos climáticos (clima) en el cultivo de café según la revisión de literatura

ASPECTOS CRÍTICOS	FASES DEL CICLO DEL CAFÉ					
	FASE 1 CRECIMIENTO VEGETATIVO	FASE 2 INDUCCIÓN FLORAL	FASE 3 FLORACIÓN	FASE 4 LLENADO DE FRUTOS	FASE 5 MADURACIÓN/ COSECHA	FASE 6 REPOSO/PODA
Puntos críticos relacionados al clima		Uso de sistemas de sombreado, ya que estos crean un microclima que reduce el efecto de los cambios bruscos de temperatura. ¹	Uso de sistemas de riego para necesidades de agua en floración. ¹		Uso de riego en épocas de sequías extensas ¹	Uso de riego en épocas de sequías extensas ¹
Problemas Fitosanitarios relacionados al clima: Roya del café	Uso de sistemas de , ya que crean un microclima que reduce el efecto de los cambios bruscos de clima y ayuda a tener temperaturas más estables y óptimas para el cultivo. ^{1;2}		Uso de sistemas de sombreado, ya que crean un microclima que reduce el efecto de los cambios bruscos de clima y ayuda a tener temperaturas más estables y óptimas para el cultivo. ^{1;2}	Uso de sistemas de sombreado en el cultivo ya que crean un microclima que reduce el efecto de los cambios bruscos de clima y ayuda a tener temperaturas más estables y óptimas para el cultivo. ^{1;2}		
Problemas Fitosanitarios: Ojo de Gallo	Uso de sistemas de drenaje que disminuyan la humedad en el suelo. ^{1;2}			Uso de sistemas de drenaje que disminuyan la humedad en el suelo. ^{1;2}	Uso de sistemas de drenaje que disminuyan la humedad en el suelo. ^{1;2}	Uso de sistemas de drenaje que disminuyan la humedad en el suelo. ^{1;2}
Problemas Fitosanitarios relacionados al clima: Broca del café				Uso de sistemas de sombreado en el cultivo ya que crean un microclima que reduce el efecto de los cambios bruscos de clima y ayuda a tener temperaturas más estables y óptimas para el cultivo. ^{1;2}	Uso de sistemas de sombreado en el cultivo ya que crean un microclima que reduce el efecto de los cambios bruscos de clima y ayuda a tener temperaturas más estables y óptimas para el cultivo. ^{1;2}	Uso de sistemas de sombreado en el cultivo ya que crean un microclima que reduce el efecto de los cambios bruscos de clima y ayuda a tener temperaturas más estables y óptimas para el cultivo. ^{1;2}

Bibliografía: Instituto del Café de Costa Rica. (2011). Romero, A. (2010).

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

Esta sección resume los resultados de las consultas realizadas en las diferentes regiones productivas de café en Costa Rica. La información recabada contiene los principales eventos climáticos que afectan las diferentes fases del cultivo de café, así como las prácticas que los expertos recomiendan realizar para reducir o prevenir los impactos que generan los eventos sobre el cultivo. Para un entendimiento de los términos de eventos climáticos y prácticas, 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 DE TURRIALBA

FASE DE GERMINACIÓN Y ALMÁCIGO:

- Impacto por lluvias fuertes

Las lluvias fuertes afectan el desarrollo del almácigo al ocasionar erosión y pérdida de la capa fértil de suelo, impactando los almácigos al suelo. También ocasiona un retraso fisiológico en el desarrollo de la planta (plantas de aspecto poco vigoroso de follaje verde pálido) y un posible aumento de enfermedades debido a que las condiciones de alta humedad favorecen el crecimiento de patógenos.

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

1. Prácticas de conservación de suelo cuando se realiza almácigo al suelo, tipo terrazas.
2. Drenajes.
3. Aplicación de fungicidas protectores y curativos (especialmente para controlar al hongo *Rhizoctonia solani*).
4. Manejo de almácigo en ambiente protegido.

- Impacto por lluvias intermitentes

Las lluvias intermitentes pueden afectar al cultivo provocando un atraso fisiológico en su desarrollo y promover el desarrollo de enfermedades como la “Chasparria” (*Cercospora coffeicola*).

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de lluvias intermitentes y fuera de estación:

1. Aplicación de fungicidas protectores y curativos (especialmente para controlar a la Chasparria se utilizan fungicidas como Carbendazina).

- Impacto por lluvias prolongadas

Las lluvias prolongadas pueden llegar a promover el desarrollo de enfermedades debido al anegamiento en el área de almácigo y a que imposibilita el desarrollo de prácticas culturales para el manejo del cultivo.

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

1. Drenajes.
2. Aplicación de fungicidas protectores y curativos.

3. Manejo de almácigo en ambiente protegido.

- Impacto por altas temperaturas

Las altas temperaturas pueden afectar el proceso de germinación, provocando un atraso fisiológico en el desarrollo de la planta; provoca quema de las plantas y desecación del suelo y un posible aumento de enfermedades (el aumento de temperatura en combinación con cambios drásticos de humedad en combinación de una pobre fertilización puede favorecer a la aparición de Chasparria).

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

1. Manejo de almácigo en ambiente protegido.
2. Riego en el almácigo.
3. Árboles de sombra para la regulación del microclima y para la incorporación de materia orgánica a través de las podas.
4. Aplicación de fungicidas protectores y curativos.

- Impacto por sequías prolongadas:

Cuando la planta de café está sometida a una alta deficiencia hídrica, sufre un atraso fisiológico ya que esta detiene su crecimiento, pierde follaje y en última instancia se marchita y muere.

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

1. Riego en el almácigo.
2. Árboles de sombra.

- Impacto por fuertes vientos:

Los fuertes vientos provocan desecación, daños físicos en la planta y volcamiento.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por fuertes vientos:

1. Barreras rompevientos.
2. Riego almácigo.

- Impacto por inundaciones:

Se han registrado impactos por inundaciones durante la fase de almácigo en la región productiva de Turrialba, las cuales han ocasionado la pérdida de plantas.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por fuertes vientos:

1. No ubicar plantaciones cerca de ríos con una misma altitud o de áreas vulnerables a inundaciones.

- Impacto por erosión y deslizamiento de tierra

El lavado, arrastre o pérdida de un suelo provoca la reducción de la capa arable y de la fertilidad del suelo.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por fuertes vientos:

1. Manejo de almácigo en ambiente protegido.

FASE DE CRECIMIENTO EN ALTURA Y FORMACIÓN DE BANDOLAS

- Impacto por lluvias fuertes:

Durante esta fase, las lluvias fuertes provocan un atraso fisiológico en el desarrollo de la planta, así como un posible aumento de enfermedades que en condiciones de alta humedad proliferan en el cultivo (chasparria, ojo de gallo, roya). También se relaciona la erosión de suelo y la lixiviación de fertilizante con la presencia de este evento climático.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por lluvias fuertes:

1. Árboles de sombra.
2. Drenajes.
3. Aplicación de fungicidas protectores y curativos.
4. Coberturas vivas.

- Impacto por lluvias intermitentes:

Las lluvias intermitentes y fuera de estación pueden provocar un atraso fisiológico en el desarrollo de la planta, así como un aumento de enfermedades.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por lluvias intermitentes y fuera de estación:

1. Árboles de sombra.
2. Aplicación de fungicidas protectores y curativos.

- Impacto por lluvias prolongadas:

Las lluvias prolongadas provocan un retraso en el desarrollo del cultivo, caída de hojas, clorosis e hipoxia⁹. También favorece las condiciones para el desarrollo de enfermedades y promueve el aumento de malezas (ya que el banco de semillas de malezas, al exponerse a ciertos grados de humedad, rompe la latencia y emergen las plántulas que compiten con el cultivo).

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

1. Aplicación de fungicidas protectores y curativos.
2. Aplicación de herbicidas (posterior al periodo de lluvias).
3. Árboles de sombra (sistemas agroforestales para mejorar la infiltración).
4. Drenajes

- Impacto por altas temperaturas:

Las altas temperaturas pueden ocasionar un atraso en el desarrollo del cultivo debido al estrés fisiológico (la tasa de fotosíntesis disminuye al aumentar la temperatura de las hojas debido al cierre de los estomas para evitar la deshidratación). También puede provocar el aumento de enfermedades al combinarse con periodos de alta humedad.

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

1. Riego campo.
2. Árboles de sombra (para regular el microclima).
3. Cobertura viva.

⁹ *Hipoxia* es el efecto que se produce cuando se da una disminución de oxígeno disponible, lo cual puede suceder cuando se sobresatura el suelo con agua. Las raíces no tienen la suficiente oxigenación, afectando el desarrollo radicular y por ende el crecimiento de la planta (Bailey-Serres, J., & Voesenek, L.; 2008).

4. Barreras rompevientos (presencia de árboles en linderos).
5. Aplicación de fungicidas protectores y curativos.

- Impacto por sequías prolongadas:

Los periodos de déficit hídrico causan un retraso en el desarrollo fisiológico, defoliación, la pérdida de plantas y la volatilización de fertilizantes (la humedad del suelo es un factor determinante para evitar la volatilización de fertilizantes nitrogenados en aplicaciones superficiales).

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

1. Riego campo (para promover el desarrollo fisiológico y para brindar la humedad adecuada al momento de aplicar fertilizantes).
2. Árboles de sombra.
3. Aplicación de rizobacterias (las rizobacterias son utilizadas como mejoradores de suelos, además aumenta el sistema radical, la disponibilidad de agua y nutrientes, especialmente por su efecto en la solubilización de fósforo).

- Impacto por fuertes vientos:

Los fuertes vientos provocan el volcamiento de las plantas y pueden generar reseca de hojas, lesiones físicas y pérdida de follaje, provocando un atraso en el desarrollo del cultivo.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por fuertes vientos:

1. Barreras rompevientos.
2. Árboles de sombra.
3. Variedades tolerantes (se recomienda el uso de variedades resistentes a la defoliación por efecto del viento).

- Impacto por inundaciones:

Las inundaciones en la región han ocasionado la pérdida de plantas.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por inundaciones:

1. No ubicar plantaciones cerca de ríos con una misma altitud o de áreas vulnerables a inundaciones.

- Impacto por erosión y deslizamiento de tierra

La erosión afecta la fertilidad del suelo y por ende la disponibilidad de nutrientes para el desarrollo del cultivo.

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

1. Terrazas
2. Coberturas vivas
3. Drenajes
4. Barreras rompevientos
5. Árboles de sombra

FASE DE INDUCCIÓN Y DESARROLLO DE YEMAS

- Impacto por lluvias fuertes:

Las lluvias fuertes ocasionan en esta fase de cultivo un estrés hídrico por exceso de humedad que puede provocar una disminución de la inducción floral y la formación de yemas, el aborto de yemas florales y un aumento de la susceptibilidad a enfermedades como la antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*).

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por lluvias fuertes:

1. Drenajes.
2. Árboles de Sombra.
3. Aplicación de fungicidas protectores y curativos.
4. Fertilización adecuada.

- Impacto por lluvias intermitentes:

Las lluvias intermitentes y fuera de estación generan un ambiente propicio para el desarrollo de enfermedades.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por lluvias intermitentes y fuera de estación:

1. Aplicación de fungicidas protectores y curativos.

- Impacto por lluvias prolongadas:

Las lluvias prolongadas afectan en esta fase fenológica al reducir el potencial productivo de la planta por exceso de humedad y por ende reduce la calidad del grano y la productividad. También promueve el aumento de enfermedades y la proliferación de malezas.

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

1. Aplicación de fungicidas protectores y curativos
2. Aplicación de herbicidas
3. Fertilizaciones adecuadas
4. Árboles de sombra

- Impacto por altas temperaturas:

Las altas temperaturas ocasionan en esta fase un atraso de la floración ya que puede generar quema de yemas, producción de yemas no viables o aborto de yemas florales.

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

1. Coberturas vivas.
2. Árboles de sombra.

- Impacto por sequías prolongadas:

Las sequías prolongadas provocan un atraso en el desarrollo de yemas florales (la planta invierte la energía en auto-regular su temperatura en vez de continuar con su desarrollo fenológico), además de que la planta seca y aborta las yemas florales existentes.

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

1. Árboles de sombra.
2. Riego campo.
3. Fertilizaciones adecuadas.

- Impacto por fuertes vientos:

Los fuertes vientos pueden provocar el desprendimiento de yemas florales durante esta etapa fenológica.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por fuertes vientos:

1. Barreras rompevientos.

- Impacto por inundaciones:

Las inundaciones en la región han ocasionado la pérdida de plantas.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por inundaciones:

1. No ubicar plantaciones cerca de ríos con una misma altitud o de áreas vulnerables a inundaciones.

- Impacto por erosión y deslizamiento de tierra

La erosión afecta las características físicas y químicas del suelo, por ende, afecta la disponibilidad de nutrientes requeridos para el desarrollo del cultivo.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por erosión y deslizamientos de tierra.

1. Terrazas
2. Coberturas vivas
3. Drenajes
4. Barreras rompevientos
5. Árboles de sombra

FASE DE FLORACIÓN

- Impacto por lluvias fuertes:

Esta distribución de lluvias es en alto grado responsable de los volúmenes y la relación porcentual de las floraciones. El exceso hídrico reduce y atrasa (atrasa el proceso de “cuaje”) la floración, además de provocar la caída de flores existentes, favorecer la presencia de enfermedades en el cultivo (especialmente la *antracnosis*) y promover la erosión y lavado de nutrientes.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por lluvias fuertes:

1. Coberturas vivas.
2. Árboles de sombra.
3. Aplicación de fungicidas protectores y curativos.
4. Fertilizaciones adecuadas.

- Impacto por lluvias intermitentes y fuera de estación:

Las lluvias intermitentes pueden provocar la pérdida de floración o floraciones fuera de temporada y promover la presencia de enfermedades.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por lluvias intermitentes y fuera de estación:

1. Aplicación de fungicidas protectores y curativos.

- Impacto por lluvias prolongadas:

El exceso de humedad provocado por un periodo de lluvias prolongadas, provoca un estrés hídrico en las plantas que reduce su potencial productivo y un aumento de enfermedades (que ocasionan la pérdida de yemas florales) y de malezas.

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

1. Aplicación de fungicidas protectores y curativos.
2. Aplicación de herbicidas.
3. Árboles de sombra.
4. Fertilizaciones adecuadas.

- Impacto por altas temperaturas:

Las altas temperaturas pueden provocar algún problema fisiológico en el desarrollo de la flor (yemas no viables, flores estrella o mala formación de flores). También puede ocasionar la quema, secamiento y el aborto de flor.

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

1. Árboles de sombra.

- Impacto por sequías prolongadas:

El déficit hídrico durante la fase de floración puede provocar el atraso de la floración ya que la distribución de la lluvia determina los periodos de floración del café, si el periodo de déficit es muy prolongado, no permiten la apertura floral y puede ocasionar el aborto y quema de flores. También puede favorecer la presencia de plagas y enfermedades (siendo especialmente peligroso la presencia de Broca).

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

1. Árboles de sombra.
2. Uso de trampas y control biológico para la broca.
3. Riego campo

- Impacto por fuertes vientos:

Los fuertes vientos pueden ocasionar la caída de flores, afectando posteriormente la cantidad de grano por planta.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por fuertes vientos:

1. Barreras rompevientos
2. Árboles de sombra

- Impacto por inundaciones:

Las inundaciones en la región han ocasionado la pérdida de plantas.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por inundaciones:

1. No ubicar plantaciones cerca de ríos con una misma altitud o de áreas vulnerables a inundaciones.

- Impacto por erosión y deslizamiento de tierra

Eventos como los deslizamientos ocasionan la pérdida de suelo fértil y por ende reduce la disponibilidad de nutrientes para la planta.

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

1. Terrazas.

2. Coberturas vivas.
3. Drenajes.
4. Barreras rompevientos.
5. Árboles de sombra.

FASE DE LLENADO DE FRUTOS

- Impacto por lluvias fuertes

Las lluvias fuertes en esta fase ocasionan la caída del fruto, la lixiviación de fertilizantes y el aumento de enfermedades como la chasparria, el ojo de gallo y la roya.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por lluvias fuertes:

1. Aplicación de fungicidas protectores y curativos, así como el uso de controladores biológicos.
2. Terrazas.
3. Fertilizaciones adecuadas.
4. Árboles de sombra.

- Impacto por lluvias intermitentes:

Las lluvias intermitentes y fuera de estación pueden ocasionar un aumento en el desarrollo de enfermedades en el cultivo.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por lluvias intermitentes y fuera de estación:

1. Aplicación de fungicidas protectores y curativos.

- Impacto por lluvias prolongadas:

El exceso de humedad por lluvias prolongadas favorece el desarrollo de enfermedades, así como la aparición de malezas en el cafetal.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por lluvias prolongadas.

1. Aplicación de fungicidas protectores y curativos.
2. Aplicación de herbicidas.

- Impacto por altas temperaturas:

Debido a la poca asimilación de nutrientes que provocan las altas temperaturas, el desarrollo y llenado del fruto se ve afectado el desarrollo. Además, genera una maduración inestable (perjudicando la producción). La proliferación de la plaga de la broca también se ve favorecida con las altas temperaturas.

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

1. Árboles de sombra.
2. Trampas y control biológico.
3. Riego campo.
4. Coberturas vivas.
5. Fertilizaciones adecuadas.

- Impacto por sequías prolongadas:

Las sequías prolongadas tienen un efecto directo sobre la calidad y productividad del cultivo. Puede ocasionar bajo desarrollo y llenado de frutos. Además de aumentar la

susceptibilidad al ataque de broca.

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

1. Aplicación de fungicidas protectores y curativos.
2. Uso de trampas y control biológico.
3. Riego campo.
4. Árboles de sombra.

- Impacto por fuertes vientos:

Los fuertes vientos durante el periodo de llenado pueden provocar la caída de frutos y defoliación (afectando la translocación de nutrientes). También puede favorecer la dispersión de enfermedades como la antracnosis y la Chasparria.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por fuertes vientos:

1. Barreras rompevientos.
2. Árboles de sombra.

- Impacto por inundaciones:

Las inundaciones en la región han ocasionado la pérdida de plantas.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por inundaciones:

1. No ubicar plantaciones cerca de ríos con una misma altitud o de áreas vulnerables a inundaciones.

- Impacto por erosión y deslizamiento de tierra

La erosión afecta la fertilidad del suelo y por ende la disponibilidad de nutrientes para el desarrollo del cultivo.

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

1. Terrazas.
2. Coberturas vivas.
3. Drenajes.
4. Barreras rompevientos.
5. Árboles de sombra.

FASE DE MADURACIÓN

- Impacto por lluvias fuertes:

Las lluvias fuertes durante este periodo ocasionan la caída del fruto y la pudrición del grano. También puede ocasionar el desarrollo de granos de agua¹⁰. Por otro lado, las lluvias fuertes complican la realización de prácticas culturales y de manejo de la plantación ya que puede afectar los caminos de las fincas.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por lluvias fuertes:

1. Árboles de sombra.
2. Coberturas vivas.
3. Cosecha oportuna.

¹⁰ Se refiere a la hinchazón del grano de café por el efecto de la lluvia el grano absorbe una gran cantidad de agua y tiende a reventarse (Entrevista a experto).

- Impacto por lluvias intermitentes:

Las lluvias intermitentes y fuera de estación generan un ambiente propicio para el desarrollo de enfermedades.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por lluvias intermitentes y fuera de estación:

1. Aplicación de fungicidas protectores y curativos.

- Impacto por lluvias prolongadas:

Las lluvias prolongadas ocasionan la caída y un bajo desarrollo del fruto. También puede ocasionar el desarrollo de granos de agua y la proliferación de enfermedades y malezas. Por otro lado, las lluvias fuertes complican la realización de prácticas culturales y de manejo de la plantación ya que puede afectar los caminos de las fincas.

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

1. Drenajes.
2. Aplicación de fungicidas protectores y curativos.
3. Aplicación de herbicidas.
4. Árboles de sombra.

- Impacto por altas temperaturas:

La temperatura alta puede tener impacto en el desarrollo y maduración del fruto al afectar adversamente la fotosíntesis, la respiración y las relaciones hídricas en la planta.

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

1. Coberturas vivas.
2. Cosecha oportuna.
3. Árboles de sombra.

- Impacto por sequías prolongadas:

Los periodos de sequías prolongadas pueden perjudicar el desarrollo normal del fruto, reduciéndole su calidad y pudiendo ocasionar una sobre maduración y caída del fruto. Puede presentarse también el secamiento de la pulpa.

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

1. Riego campo.
2. Árboles de sombra.

- Impacto por fuertes vientos:

Los fuertes vientos durante el periodo de maduración provocan la caída de frutos

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por fuertes vientos:

1. Barreras rompevientos.

- Impacto por inundaciones:

Las inundaciones en la región han ocasionado la pérdida de plantas.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por inundaciones:

1. No ubicar plantaciones cerca de ríos con una misma altitud o de áreas vulnerables a inundaciones.

- Impacto por erosión y deslizamiento de tierra

La erosión afecta la fertilidad del suelo y por ende la disponibilidad de nutrientes para el desarrollo del cultivo.

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

1. Terrazas.
2. Coberturas vivas.
3. Drenajes.
4. Barreras rompevientos.
5. Árboles de sombra.

FASE DE PODA

- Impacto por lluvias fuertes:

Las lluvias fuertes pueden afectar a la planta ya que el exceso de humedad en combinación con un corte inadecuado, favorecen el aumento de enfermedades.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por lluvias fuertes:

1. Aplicación de fungicidas protectores y curativos (se recomienda el tratamiento de los cortes con soluciones con cobre).

- Impacto por lluvias intermitentes:

Las lluvias intermitentes y fuera de estación generan un ambiente propicio para el desarrollo de enfermedades.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por lluvias intermitentes y fuera de estación:

1. Aplicación de fungicidas protectores y curativos (se recomienda el tratamiento de los cortes con soluciones con cobre).

- Impacto por altas temperaturas:

Durante la fase de reposo, las altas temperaturas pueden provocar un estrés en la planta, el cual retarda la recuperación del vigor de la planta y puede afectar algunos tejidos (al reducirse la eficiencia para hacer la fotosíntesis, se puede reducir el desarrollo de las bandolas).

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

1. Riego campo.
2. Árboles de sombra (los sistemas agroforestales reducen la temperatura media y el estrés de las plantas).
3. Coberturas vivas (para mantener la humedad de suelo).

- Impacto por sequías prolongadas:

Las sequías prolongadas ocasionan un atraso en la recuperación del cafeto, ya que debilita las plantas y atrasa la regeneración de nuevos tejidos.

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

1. Riego campo.
2. Árboles de sombra.

- Impacto por fuertes vientos:

Los vientos fuertes durante esta etapa pueden ocasionar daños mecánicos en el tejido vegetal, asimismo favorecen la incidencia de plagas y enfermedades.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por fuertes vientos:

1. Barreras rompevientos (el uso de barreras de tres filas con diferentes estratos ej. pasto vetiver para el control de suelo, árboles de Poró para mejorar la nutrición y árboles maderables).

- Impacto por inundaciones:

Las inundaciones en la región han ocasionado la pérdida de plantas.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por inundaciones:

1. No ubicar plantaciones cerca de ríos con una misma altitud o de áreas vulnerables a inundaciones.

- Impacto por erosión y deslizamiento de tierra

Eventos como los deslizamientos ocasionan la pérdida de suelo fértil.

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

1. Coberturas vivas
2. Árboles de sombra
3. Barreras rompevientos

• REGIÓN PRODUCTIVA DE LOS SANTOS

FASE DE GERMINACIÓN Y ALMÁCIGO:

- Impacto por altas temperaturas

Las altas temperaturas en la fase de almácigo ocasionan un déficit hídrico que provocan estrés y atrasos fisiológicos en la planta de café.

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

1. Riego en almácigo.
2. Manejo del almácigo en ambiente controlado.

- Impacto por fuertes vientos

Los fuertes vientos provocan la quema de hojas en almácigos, daños físicos a la planta y en ciertos casos una defoliación extrema que impide la translocación de nutrientes para el desarrollo de la planta de café. Además, los vientos son catalogados como fuente de diseminación que influye en el aumento de enfermedades.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por fuertes vientos:

1. Barreras rompevientos.
2. Aplicación de fungicidas protectores y curativos

- Impacto por lluvias fuertes

La caída de lluvias fuertes en el cultivo de café provoca el aumento de enfermedades debido a la sobresaturación de agua en el suelo; además expone a la planta al ataque de plagas (cochinilla, nemátodos o jobotos) y dificulta la realización de labores preventivas o curativas que disminuyan el impacto de la enfermedad.

Prácticas

recomendadas para reducir/prevenir el impacto por lluvias fuertes:

1. Aplicación de fungicidas protectores y curativos.
2. Barreras rompevientos.
3. Manejo del almácigo en ambiente controlado.

- Impacto por sequías prolongadas

Las sequías prolongadas en almácigos de café provocan déficit hídrico que disminuye la tasa de germinación, perjudica el desarrollo de planta (atrasos fisiológicos), marchitamiento y casos extremos pérdidas de plantas.

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

1. Riego almácigo.
2. Manejo de almácigo en ambiente controlado.
3. Árboles de sombra.

- Impacto por erosión y deslizamiento de tierra

El desgaste de las capas de suelo ocasionados por erosión provoca un detrimento en la disponibilidad de nutrientes necesarios para el desarrollo del cultivo.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por erosión y deslizamiento de tierras.

1. Siembras a contorno.

FASE DE CRECIMIENTO EN ALTURA Y FORMACIÓN DE BANDOLAS:

- Impacto por altas temperaturas

Las altas temperaturas pueden provocar pérdidas de plantas principalmente en el almácigo recién trasplantado; ya que causa un aumento en la caída de hojas (defoliación) por desecación y estrés fisiológico que disminuye el desarrollo de la planta.

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

1. Riego campo.
2. Fertilización adecuada.

- Impacto por erosión y deslizamiento de tierra

La pérdida de tierra por erosión disminuye las capacidades físico-químicas del suelo; reduciendo la cantidad de materia orgánica, la retención de agua, la disminución de nutrientes, la exposición de raíces y la pérdida de plantas.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por erosión y deslizamiento de tierra:

1. Barreras rompevientos (material vegetativo).
2. Árboles de sombra.
3. Terrazas.
4. Siembras a contorno.
5. Drenajes.

- Impacto por fuertes vientos

Los

vientos fuertes generan lesiones o daños físicos en la planta como el volcamiento, defoliación, quema de tallos y bandolas. Además, provoca un atraso fisiológico que se ve reflejado en la producción al año posterior al evento.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por fuertes vientos:

1. Barreras rompevientos.
2. Árboles de sombra.

- Impacto por lluvias fuertes

Las lluvias fuertes provocan una disminución en el desarrollo vegetativo por excesos de agua en el suelo; aunado al aumento de problemas fitosanitarios en el cultivo de café (principalmente de enfermedades) y pérdidas de suelo por erosión.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por lluvias fuertes:

1. Aplicación de fungicidas protectores y curativos.
2. Drenajes.
3. Árboles de sombra.
4. Coberturas vivas.

- Impacto por lluvias intermitentes y fuera de estación

La caída de lluvias intermitentes provoca un aumento en las enfermedades en café (principalmente roya).

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por lluvias intermitentes y fuera de estación:

1. Aplicación de fungicidas protectores y curativos.

- Impacto por lluvias prolongadas

Las lluvias prolongadas favorecen las condiciones para el desarrollo de enfermedades y el exceso de agua en el suelo predisponen a las plantas por estrés hídrico.

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

1. Drenajes.
2. Aplicación de fungicidas protectores y curativos.

- Impacto por neblina

La presencia de neblina en el cultivo reduce la entrada de luz y crea un microclima idóneo para el desarrollo de enfermedades y disminuye la tasa fotosintética de la planta.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por neblina:

1. Fertilización adecuada
2. Aplicación de fungicidas protectores y curativos.

- Impacto por sequías prolongadas

Los cultivos de café expuestos a periodos prolongados con sequía presentan atrasos fisiológicos en el desarrollo de las plantas por la falta de agua (estrés hídrico), afecta el crecimiento vegetativo por deshidratación, marchitamiento y casos extremos pérdidas de plantas.

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

1. Riego campo.
2. Árboles de sombra.

3. Fertilización adecuada.

FASE DE INDUCCIÓN Y DESARROLLO DE YEMAS:

- Impacto por alta temperatura

Las altas temperaturas en campo provocan estrés en la planta por el déficit hídrico y aumentan el porcentaje de aborto de yemas florales por el secamiento de los botones florales e interrumpen el crecimiento de la unidad floral.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por alta temperatura:

1. Árboles de sombra.
2. Riego en campo.

- Impacto por erosión y deslizamiento de tierra

La pérdida de tierra por erosión disminuye las capacidades físico-químicas del suelo; reduciendo la cantidad de materia orgánica, la retención de agua, la disminución de nutrientes, la exposición de raíces y la pérdida de plantas.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por erosión y deslizamiento de tierra:

1. Barreras rompevientos (material vegetativo).
2. Árboles de sombra.
3. Terrazas.
4. Siembras a contorno.
5. Drenajes.

- Impacto por fuertes vientos

Los fuertes vientos provocan defoliaciones en la planta que disminuye la tasa de fotoasimilados necesarios para la inducción; además influye directamente en el desprendimiento del pedúnculo y el aborto de la flor.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por fuertes vientos:

1. Barreras rompevientos.
2. Árboles de sombra.

- Impacto por lluvias fuertes

Las lluvias son necesarias para el proceso de inducción floral y un exceso o fuertes caídas de lluvias provocarían estrés en las plantas y disminución en el proceso del cuaje.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por lluvias fuertes:

1. Árboles de sombra.

- Impacto por lluvias prolongadas

El exceso de agua por lluvias prolongadas provoca un atraso en la floración, disminuye el proceso del cuaje y aumenta las posibilidades que la flor no sea viable por la interrupción del desarrollo de la unidad floral.

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

1. Árboles de sombra
2. Riego campo

- Impacto por sequías prolongadas

Las sequías prolongadas ocasionan atrasos en los procesos de inducción floral y el aborto de yemas; el bajo porcentaje de humedad en el suelo provoca que los botones florales se sequen y reduzcan el porcentaje de cuaje y deformación de flores.

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

1. Riego campo.
2. Árboles de sombra.
3. Fertilización adecuada.

FASE DE FLORACIÓN:

- Impacto por altas temperaturas

Las altas temperaturas y el estrés hídrico pueden ocasionar alteraciones en el desarrollo de la fase de floración, secamiento de botones florales, quema y aborto de flores.

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

1. Riego campo.

- Impacto por erosión y deslizamiento de tierra

La pérdida de tierra por erosión disminuye las capacidades físico-químicas del suelo; reduciendo la cantidad de materia orgánica, la retención de agua, la disminución de nutrientes necesario para la formación de la unidad floral.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por erosión y deslizamiento de tierra:

1. Barreras rompevientos (material vegetativo).
2. Árboles de sombra.
3. Terrazas.
4. Siembras a contorno.
5. Drenajes.

- Impacto por fuertes vientos

Los fuertes vientos provocan el desprendimiento del pedúnculo de la flor (caída de flores) reduciendo la carga fructífera de la planta.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por fuertes vientos:

1. Barreras rompevientos.
2. Árboles de sombra.

- Impactos por lluvias fuertes

Las lluvias fuertes ocasionan aborto de flores por el impacto de la gota y el exceso de humedad provoca el aumento de enfermedades en la flor; ocasionando aborto y caída de la unidad floral.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por lluvias fuertes:

1. Árboles de sombra.
2. Aplicación de fungicidas protectores y curativos.

- Impacto por lluvias intermitentes y fuera de estación

La variabilidad en la caída de las lluvias promueve el desarrollo de enfermedades en la flor, principalmente la antracnosis (*Colletotrichum coffeanum*) que aumenta la caída de flores.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por lluvias intermitentes y fuera de estación:

1. Aplicación de fungicidas protectores y curativos.

- Impactos por lluvias prolongadas

La caída de lluvias consecutivas aumenta el desarrollo de enfermedades por los excesos de humedad y el impacto de las gotas; aunado a esto no permite realizar labores preventivas que reduzcan el impacto en esta fase.

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

1. Árboles de sombra.
2. Aplicación de fungicidas protectores y curativos.

- Impacto por sequías prolongadas

El déficit hídrico que ocasiona las sequías prolongadas provocan un estrés fisiológico dentro de la planta de café, la cual reduce el proceso de cuaje, quema y aborto de flores.

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

1. Riego campo.
2. Árboles de sombra.

FASE DE LLENADO DE FRUTOS:

- Impacto por alta temperatura

Las altas temperaturas provocan una disminución en la producción de fotoasimilados necesarios para el llenado de frutos; lo que ocasiona baja producción y baja calidad de grano.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por alta temperatura:

1. Riego campo.

- Impacto por erosión y deslizamiento de tierra

La pérdida de tierra por erosión disminuye las capacidades físico-químicas del suelo; reduciendo la cantidad de materia orgánica, la retención de agua, la disminución de nutrientes necesarios para el desarrollo y llenado del fruto de café.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por erosión y deslizamiento de tierra:

1. Barreras rompevientos (material vegetativo).
2. Árboles de sombra.
3. Terrazas.
4. Siembras a contorno.
5. Drenajes

- Impacto por lluvias prolongadas

Las lluvias prolongadas provocan la lixiviación del fertilizante necesario para el desarrollo y buena nutrición de la planta en la fase de llenado de frutos.

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

1. Árboles de sombra.

- Impacto por sequías prolongadas

Las sequías prolongadas causan déficit hídrico y en la fase de llenado puede comprometer la producción de café debido a su potencial efecto en el desarrollo y calidad del grano. Provoca secamiento de granos tiernos, aumento de enfermedades y pérdidas de fertilizante por volatilización.

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

1. Fertilización adecuada.
2. Riego campo.
3. Árboles de sombra.
4. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos.

FASE DE MADURACIÓN:

- Impacto por erosión y deslizamiento de tierra

La erosión y deslizamientos de suelo provocan pérdidas de nutrientes y plantas, y en la fase de maduración afecta principalmente en la destrucción de caminos y la dificultad de transportar la cosecha de la finca al receptor de café.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por erosión y deslizamiento de tierra:

1. Drenajes.
2. Barreras rompevientos (material vegetativo).
3. Árboles de sombra.

- Impacto por fuertes vientos

Los fuertes vientos pueden provocar atrasos fisiológicos en el desarrollo de la planta, deshidratación de los frutos (granos pasas) y el desprendimiento del grano de café, disminuyendo la producción fructífera de la planta.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por fuertes vientos:

1. Barreras rompevientos.

- Impacto por lluvias fuertes

El impacto de las gotas por lluvias fuertes provoca el desprendimiento del fruto; ocasionando pérdidas en el rendimiento y en calidad de taza por la sobremaduración y caída del fruto.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por lluvias fuertes:

1. Árboles de sombra.
2. Cosecha oportuna.

- Impacto por lluvias intermitentes y fuera de estación

Las lluvias intermitentes promueven el desarrollo de enfermedades y la caída de granos en la fase de maduración.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por lluvias intermitentes y fuera de estación:

1. Árboles de sombra.

- Impacto por lluvias prolongadas

Las lluvias prolongadas causan pérdidas en rendimientos productivos por el exceso de agua que provocan la caída y pérdida de calidad del grano.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por lluvias fuertes:

1. Árboles de sombra
2. Cosecha oportuna

- Impacto por sequías prolongadas

La sequía prolongada favorece al aumento de enfermedades de follaje y de grano de café (*Cescospora coffeicola*), el cual provoca la caída de frutos maduros, baja calidad y una reducción de la producción.

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

1. Árboles de sombra.
2. Cosecha oportuna.
3. Aplicación de fungicidas protectores y curativos.

FASE DE PODA:

- Impacto por lluvias fuertes

Las lluvias fuertes pueden provocar el aumento de enfermedades que atacan los brotes nuevos y no permiten el desarrollo de la planta.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por lluvia fuerte:

1. Poda oportuna (meses secos).

- Impacto por fuertes vientos

Los fuertes vientos después de la poda pueden ocasionar la caída de brotes nuevos y defoliar a la planta.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por fuertes vientos:

1. Barreras rompevientos.

- Impacto por sequías prolongadas

La sequía prolongada provoca un desbalance hídrico en la planta que afecta el desarrollo de la planta, la deshidrata y le puede ocasionar defoliación total de la planta.

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

1. Riego campo.

- REGIÓN PRODUCTIVA DE OROSI

FASE DE GERMINACIÓN Y ALMÁCIGO:

- Impacto por altas temperaturas

Las altas temperaturas durante la fase de germinación y desarrollo del almácigo provocan un atraso fisiológico en el crecimiento de la planta y puede ocasionar un amarillamiento de las hojas.

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

1. Riego en almácigo.

- Impacto por lluvias fuertes

Las lluvias fuertes en la zona ocasionan que durante esta fase el cultivo pueda estar más susceptible a enfermedades. Además, puede provocar el lavado y erosión del suelo, ocasionando que las plantas sembradas en almácigo en campo queden con las raíces expuestas, e incluso puede ocasionar la pérdida de plantas.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por lluvias fuertes:

1. Aplicación de fungicidas protectores y curativos.
2. Árboles de sombra.
3. Drenajes.
4. Barreras rompevientos.

- Impacto por lluvias prolongadas

Las lluvias prolongadas generan un estrés en la planta por el exceso de humedad, además de favorecer el desarrollo de enfermedades, especialmente fungosas.

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

1. Drenajes
2. Aplicación de fungicidas protectores y curativos

- Impacto por sequías prolongadas

La sequía prolongada genera un atraso en el desarrollo de la planta debido al estrés hídrico al que se ve sometida, ocasionándole la pérdida de follaje, un lento desarrollo y en condiciones extremas la pérdida de plantas.

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

1. Riego almácigo.

FASE DE CRECIMIENTO EN ALTURA Y FORMACIÓN DE BANDOLAS:

- Impacto por altas temperaturas

Las altas temperaturas ocasionan que las plantas de café reduzcan su crecimiento debido a que la planta cierra sus estomas para evitar perder humedad y turgencia. Además de la pérdida de turgencia, puede ocasionar quemadura de hojas y defoliación, así como la pérdida total de plantas.

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

1. Riego campo.
2. Árboles de sombra.

- Impacto por lluvias fuertes

Las lluvias fuertes generan impacto en la zona principalmente debido a la pérdida de suelo por erosión y el daño en los caminos, lo que dificulta el desarrollo de actividades culturales. También puede ocasionar la pérdida de plantas.

Prácticas

recomendadas para reducir/prevenir el impacto por lluvias fuertes:

1. Drenajes
2. Árboles de sombra
3. Terrazas
4. Siembras a contorno
5. Barreras rompevientos

- Impacto por lluvias prolongadas

Las lluvias prolongadas pueden llegar a promover el desarrollo de enfermedades debido al exceso de humedad en el ambiente.

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

1. Aplicación de fungicidas protectores y curativos.

- Impacto por sequías prolongadas

Las sequías prolongadas provocan un atraso fisiológico en el desarrollo de la planta, ya que aumenta la tasa de respiración de las plantas y el cierre de estomas, ocasionando una reducción en la asimilación de CO₂.

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

1. Riego campo.
2. Árboles de sombra.

- Impacto por erosión y deslizamiento de tierra

La erosión y deslizamiento de tierra en la finca ocasiona la pérdida de plantas y de la capa fértil de suelo, así como la destrucción de caminos, lo que dificulta el manejo.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por erosión y deslizamiento de tierra:

1. Drenajes.
2. Barreras rompevientos.
3. Siembras a contorno.

- Impacto por granizos

La caída de granizos puede causar daños físicos en las plantas, ya que quiebra las bandolas y genera perforaciones en las hojas.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por granizos:

1. Árboles de sombra.

- Impacto por lluvias intermitentes y fuera de estación

De acuerdo con los expertos, las lluvias intermitentes en la zona se han relacionado con procesos de erosión de suelo y de exposición de raíces del café.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por lluvias intermitentes y fuera de estación:

1. Barreras vivas (se recomienda el uso de plantas como Vetiver o Zotacaballo).

FASE DE INDUCCIÓN Y DESARROLLO DE YEMAS:

- Impacto por alta temperatura

Durante esta fase, las altas temperaturas pueden ocasionar el aborto de las yemas florales y dificultar el proceso de “cuaje” de la inflorescencia.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por alta temperatura:

1. Árboles de sombra.

- Impacto por fuertes vientos

Los fuertes vientos pueden generar la caída o desprendimiento de yemas florales.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por fuertes vientos:

1. Árboles de sombra.

- Impacto por sequías prolongadas

Las sequías, al igual que las altas temperaturas, pueden ocasionar el aborto de las yemas florales y dificultar el proceso de “cuaje” de la inflorescencia. También puede atrasar el periodo de floración y tener efectos adversos sobre la cantidad de flores que se desarrollan.

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

1. Riego campo.
2. Árboles de sombra.
3. Cobertura viva.
4. Fertilización adecuada.

- Impactos por lluvias fuertes

Las lluvias fuertes ocasionan en esta fase de cultivo un estrés hídrico por exceso de humedad que puede provocar una disminución de la inducción floral y el aborto de yemas florales. También puede ocasionar la erosión de suelo y la pérdida de plantas.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por lluvias fuertes:

1. Árboles de sombra.
2. Siembras a contorno.
3. Drenajes.

- Impacto por lluvias prolongadas

Las lluvias prolongadas pueden ocasionar la caída y el daño de las yemas florales, debido al estrés por exceso de humedad que sufre la planta.

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

1. Árboles de sombra.

- Impacto por erosión y deslizamiento de tierra

La erosión y deslizamientos de suelo provocan pérdidas de nutrientes y plantas.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por erosión y deslizamiento de tierra:

1. Drenajes.
2. Siembras a contorno.
3. Barreras rompevientos.

FASE DE FLORACIÓN:

- Impacto por altas temperaturas

Las altas temperaturas pueden provocar algún problema fisiológico en el desarrollo de la flor, la quema y el aborto de flor.

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

1. Árboles de sombra.

- Impacto por erosión y deslizamiento de tierra

Los deslizamientos de tierra y la erosión de suelo pueden generar la pérdida de plantas.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por erosión y deslizamiento de tierra:

1. Siembras a contorno.
2. Drenajes.
3. Barreras rompevientos.

- Impacto por fuertes vientos

Los fuertes vientos pueden ocasionar la caída de flores, lo que repercute negativamente en la productividad de la planta.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por fuertes vientos:

1. Barreras rompevientos.
2. Árboles de sombra.

- Impactos por lluvias fuertes

Las lluvias fuertes, al igual que los fuertes vientos, tienden a botar las flores, lo que reduce posteriormente la cantidad de granos producidos por la planta. También la humedad favorece el desarrollo de enfermedades, especialmente fungosas.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por lluvias fuertes:

1. Árboles de sombra.
2. Cobertura viva.
3. Aplicación de fungicidas protectores y curativos.

- Impacto por lluvias intermitentes y fuera de estación

Las lluvias intermitentes pueden tener un gran impacto sobre todo en el manejo del cultivo, ya que las lluvias intermitentes ocasionan que los periodos de cosecha no sean uniformes (al darse periodos de lluvia, posterior al periodo de sequía, provoca que las yemas florales maduras salgan de la latencia y florezcan). Esto genera altos costos de mano de obra, ya que se requiere personal para realizar las “repelas” o cosechas. Estas lluvias también pueden favorecer el desarrollo de enfermedades.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por lluvias intermitentes y fuera de estación:

1. Árboles de sombra.
2. Aplicación de fungicidas protectores y curativos.

- Impactos por lluvias prolongadas

Las lluvias prolongadas promueven el aborto o caída de las flores. También favorecen el desarrollo de enfermedades como la roya y el ojo de gallo.

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

1. Árboles de sombra.
2. Aplicación de fungicidas protectores y curativos (se recomienda el control biológico con *Lecanicillium sp.* para el control de la roya).
3. Cobertura viva.

- Impacto por sequías prolongadas

La sequía prolongada puede provocar el atraso de la floración ya que la distribución de la lluvia determina los periodos de floración del café. Si el periodo de déficit es muy prolongado puede ocasionar el aborto de flores y tener consecuencias negativas posteriormente en el periodo de desarrollo del grano.

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

1. Riego campo.
2. Árboles de sombra.

FASE DE LLENADO DE FRUTOS:

- Impacto por alta temperatura

Las altas temperaturas provocan una disminución en la producción de fotoasimilados necesarios para el llenado de frutos; lo que ocasiona baja producción y baja calidad de grano.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por alta temperatura:

1. Árboles de sombra

- Impacto por erosión y deslizamiento de tierra

Eventos de deslizamiento de tierras pueden ocasionar la pérdida de áreas productivas.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por erosión y deslizamiento de tierra:

1. Barreras rompevientos
2. Siembras a contorno.
3. Drenajes

- Impacto por sequías prolongadas

Las sequías prolongadas pueden ocasionar la deshidratación del fruto, lo que conlleva a una baja calidad del grano y a una reducción en la productividad de la plantación.

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

1. Fertilización adecuada.
2. Riego campo.
3. Árboles de sombra.

- Impacto por lluvias fuertes

Las lluvias fuertes pueden ocasionar la caída del fruto, lo que tiene incidencia en la productividad. Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por lluvias fuertes:

1. Árboles de sombra.
2. Cobertura viva.

- Impacto por fuertes vientos

Los vientos fuertes ocasionan deshidratación del fruto y pérdida de calidad.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por fuertes vientos:

1. Barreras rompevientos.

FASE DE MADURACIÓN:

- Impacto por altas temperaturas

Las altas temperaturas pueden ocasionar la caída del grano de café debido al estrés que provoca en la planta.

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

1. Riego campo.
2. Árboles de sombra.

- Impacto por erosión y deslizamiento de tierra

El principal impacto de este evento es la pérdida de plantas debido al movimiento de tierra.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por erosión y deslizamiento de tierra:

1. Siembras a contorno
2. Drenajes
3. Barreras rompevientos

- Impacto por fuertes vientos

Los fuertes vientos durante esta fase ocasionan la caída del fruto.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por fuertes vientos:

1. Barreras rompevientos.
2. Árboles de sombra.
3. Cosecha oportuna.

- Impacto por lluvias fuertes

Las lluvias fuertes pueden generar la caída de frutos maduros, así como un aumento de enfermedades.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por lluvias fuertes:

1. Árboles de sombra.
2. Cosecha oportuna.
3. Aplicación de fungicidas protectores y curativos.

- Impacto por lluvias intermitentes y fuera de estación

Las lluvias intermitentes pueden ocasionar la caída de los granos maduros y también puede afectar el proceso de maduración, ocasionando una pérdida de calidad de la cosecha.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por lluvias intermitentes y fuera de estación:

1. Cosecha oportuna.
2. Fertilización adecuada.

- Impacto por lluvias prolongadas

Las lluvias prolongadas promueven el desarrollo de enfermedades en la planta y la caída de granos en la fase de maduración.

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

1. Cosecha oportuna

- Impacto por sequías prolongadas

Las sequías prolongadas pueden ocasionar la caída o aborto del fruto debido al estrés hídrico que sufre la planta. También puede afectar la calidad de la cosecha al provocar la deshidratación del fruto.

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

1. Árboles de sombra.
2. Riego campo.

FASE DE PODA:

- Impacto por lluvias fuertes

Las lluvias fuertes pueden generar la pérdida de plantas debido al estrés hídrico por exceso de humedad. Este evento puede ocasionar hipoxia en las raíces y la pérdida de brotes nuevos (los brotes con el exceso de humedad son abortados por la planta).

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por lluvia fuerte:

1. Drenajes.
2. Poda de sombra.
3. Árboles de sombra.

- Impacto por lluvias prolongadas

Las lluvias prolongadas generan un ambiente de estrés hídrico por exceso de humedad, que, dependiendo de la gravedad, puede ocasionar la pérdida de plantas.

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

1. Drenajes.

- Impacto por erosión y deslizamiento de tierra

La erosión y deslizamientos de suelo provocan pérdidas de nutrientes existentes en el suelo y la posible pérdida de plantas.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por erosión y deslizamiento de tierra:

1. Terrazas.

• **REGIÓN PRODUCTIVA OCCIDENTAL**

FASE DE GERMINACIÓN Y ALMÁCIGO:

- Impacto por altas temperaturas

Las altas temperaturas pueden afectar los tejidos de las plantas en almácigo (principalmente las hojas), provocando un marchitamiento en la planta y quema de hojas por el sol. La quema por sol es común en almácigos en sistemas bajo sombra y

quedan

expuestas directamente a la energía solar.

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

1. Riego en almácigo.
2. Manejo del almácigo en ambiente controlado.

- Impacto por fuertes vientos

Los fuertes vientos provocan la caída de hojas en almácigos y ciertos casos una defoliación extrema que impide la translocación de nutrientes para el desarrollo de la planta de café.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por fuertes vientos:

1. Barreras rompevientos.

- Impacto por lluvias prolongadas

La caída de lluvias en forma continua provoca el aumento de enfermedades en café debido a la sobresaturación de agua en el suelo y la dificultad de realizar labores preventivas o curativas que disminuyan el impacto de la enfermedad.

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

1. Manejo del almácigo en ambiente controlado.

- Impacto por sequías prolongadas

Los almácigos de café expuestos a periodos prolongados con déficit hídrico presentan atrasos fisiológicos en el desarrollo de la planta, pérdida de vigor, marchitamiento y casos extremos pérdidas de plantas.

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

1. Riego almácigo.

FASE DE CRECIMIENTO EN ALTURA Y FORMACIÓN DE BANDOLAS:

- Impacto por altas temperaturas

Las altas temperaturas en el campo disminuyen la tasa fotosintética necesaria para el desarrollo de la planta (cierre estomático); provocando un estrés fisiológico, desecación y muerte de la planta de café (principalmente por el traspaso de almácigo a campo).

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

1. Riego campo.
2. Árboles de sombra.

- Impacto por erosión y deslizamiento de tierra

La pérdida de tierra por erosión disminuye las capacidades físico-químicas del suelo; reduciendo la cantidad de materia orgánica, la retención de agua, la disminución de nutrientes y la pérdida de plantas.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por erosión y deslizamiento de tierra:

1. Barreras rompevientos (material vegetativo).

- Impacto por fuertes vientos

Los vientos fuertes generan atrasos en el desarrollo de las plantas; ya que provoca lesiones o daños físicos como el volcamiento, quebradura de tallos y bandolas.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por fuertes vientos:

1. Barreras rompevientos.

- Impacto por lluvias fuertes

Las lluvias fuertes originan problemas fitosanitarios en el cultivo de café, principalmente enfermedades.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por lluvias fuertes:

1. Aplicación de fungicidas protectores y curativos.

- Impacto por granizos

La caída de granizos puede causar daños físicos en las plantas, ya que quiebra las bandolas y genera perforaciones en las hojas.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por granizos:

1. Árboles de sombra.

- Impacto por sequías prolongadas

Los cultivos de café expuestos a periodos prolongados con sequía presentan un estrés hídrico que originan atrasos fisiológicos en el desarrollo de las plantas, afecta el crecimiento, deshidratación, marchitamiento y casos extremos pérdidas de plantas.

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

1. Riego campo.
2. Árboles de sombra.

FASE DE INDUCCIÓN Y DESARROLLO DE YEMAS:

- Impacto por alta temperatura

Las altas temperaturas en el campo disminuyen el porcentaje de humedad en el suelo ocasionando estrés en la planta; aunado a esto provoca el aborto de yemas florales por el secamiento de los botones florales e interrumpen el crecimiento de la unidad floral.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por alta temperatura:

1. Árboles de sombra.

- Impacto por fuertes vientos

La fase de inducción es afectada por los fuertes vientos, ya que provoca el desprendimiento del pedúnculo y por ende el aborto de la flor.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por fuertes vientos:

1. Barreras rompevientos.

- Impacto por lluvia deficiente

Para que se realice el proceso de inducción floral necesita algunos días de lluvia para romper la latencia y renovar el crecimiento; si la cantidad de lluvia no alcanza las necesidades hídricas probablemente no ocurra la fecundación (se arroja el grano).

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por lluvia deficiente:

1. Riego en campo.
2. Árboles de sombra.

- Impacto por sequías prolongadas

Las sequías prolongadas en campo disminuyen el porcentaje de humedad en el suelo ocasionando estrés en la planta; el déficit hídrico reduce el proceso de cuaje, atraso de la floración y el aborto de yemas por el secamiento de los botones florales o unidad floral.

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

1. Riego campo.
2. Árboles de sombra.

FASE DE FLORACIÓN:

- Impacto por fuertes vientos

Los fuertes vientos provocan el desprendimiento del pedúnculo de la flor (caída de flores) reduciendo la carga fructífera de la planta.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por fuertes vientos:

1. Barreras rompevientos.

- Impactos por lluvias fuertes

La cantidad y fuerza de la caída de lluvias determinan el porcentaje de floración por el aumento o exceso de humedad y se disminuye considerablemente el proceso de cuaje de la flor; además el fuerte impacto de la gota provoca la caída de la flor.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por lluvias fuertes:

1. Árboles de sombra.

- Impactos por lluvias prolongadas

La fase de floración se ve afectada por excesos de humedad originadas por la caída de lluvias consecutivas (4 días o más); ya que disminuye el proceso de cuaje y el aborto de la flor.

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

1. Árboles de sombra.

- Impacto por bajas temperaturas

Las bajas temperaturas al igual que las altas temperaturas reducen el porcentaje de floración (en menos medida que las altas); provoca disminución en el proceso de cuaje, la unidad floral es diminuta y no crece.

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

1. Fertilización adecuada.

- Impacto por granizos

La caída de granizos puede causar daños físicos en las plantas; en fase de floración afecta principalmente en la caída o aborto de flores.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por granizos:

1. Árboles de sombra.

- Impacto por sequías prolongadas

El déficit hídrico en fase de floración ocasiona un estrés dentro de la planta, el cual

reduce el proceso de cuaje y el aborto de flores.

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

1. Riego campo.

FASE DE LLENADO DE FRUTOS:

- Impacto por alta temperatura

Las altas temperaturas provocan el aumento de enfermedades principalmente roya (variedades susceptibles); afectando la translocación de nutrientes necesarios para el llenado del fruto.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por alta temperatura:

1. Aplicación de fungicidas protectores y curativos.

- Impacto por lluvias fuertes.

La fase de llenado de frutos se puede ver afectado por exceso hídrico, lo que provoca que el grano no crezca, llegue a una maduración temprana y se reviente en estado lechoso (grano verde).

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por lluvias fuertes:

1. Drenajes.
2. Árboles de sombra.

- Impacto por lluvias prolongadas

La fase de llenado de frutos se puede ver afectado por exceso hídrico, lo que provoca que el grano no crezca, llegue a una maduración temprana y se reviente en estado lechoso (grano verde).

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

1. Drenajes.
2. Árboles de sombra.

- Impacto por sequías prolongadas

El déficit hídrico en fase de llenado puede comprometer la producción de café en relación con el desarrollo y calidad del grano; provoca secamiento de granos tiernos, granos vacíos (no se desarrolla el endospermo) y pérdida de propiedades organolépticas.

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

1. Fertilización adecuada.
2. Riego campo.
3. Árboles de sombra.

FASE DE MADURACIÓN:

- Impacto por erosión y deslizamiento de tierra

La erosión y deslizamientos de suelo se dan por la relación de un conjunto de eventos que en la fase de maduración afecta principalmente en la destrucción de caminos y la dificultad de transportar la cosecha de la finca al receptor de café.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por erosión y deslizamiento de tierra:

1. Drenajes.
2. Barreras rompevientos (material vegetativo).

- Impacto por fuertes vientos

Los fuertes vientos provocan el desprendimiento del grano de café, disminuyendo la producción fructífera de la planta.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por fuertes vientos:

1. Barreras rompevientos.

- Impacto por lluvias fuertes

Las lluvias fuertes afectan el rendimiento del cultivo de café, ya que provoca pérdidas en la calidad de taza por la sobremaduración, se revienta el grano (exceso de llenado) y caída del fruto.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por lluvias fuertes:

1. Árboles de sombra.
2. Cosecha oportuna.
3. Variedades tolerantes.

- Impacto por lluvias prolongadas

El exceso de agua por lluvias prolongadas provoca que el grano se revienta antes del punto de maduración, la caída de granos, pérdida de calidad y disminuyen el rendimiento del cultivo.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por lluvias fuertes:

1. Árboles de sombra.
2. Cosecha oportuna.

- Impacto por granizos

La caída de granizos puede causar daños físicos en la planta y en fase de maduración provoca principalmente la caída de granos de café.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por granizos:

1. Árboles de sombra.
2. Cosecha oportuna.

FASE DE PODA:

- Impacto por lluvia fuerte

La susceptibilidad de enfermedades en las plantas aumenta en la fase de podas por la regeneración de tejidos en la planta; las lluvias fuertes provocan un incremento de enfermedades y no permiten el desarrollo de la planta.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por lluvia fuerte:

1. Aplicación de fungicidas protectores y curativos.

- Impacto por tormenta eléctrica

Las tormentas eléctricas provocan pérdidas de plantas principalmente por la caída de rayos en la plantación.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por lluvia fuerte:

1. Árboles de sombra.

- Impacto por granizos

La caída de granizos puede causar daños físicos en la planta principalmente cuando se realizan podas selectivas, ya que la planta queda expuesta a cierto grado de vulnerabilidad. Mientras que en poda total de plantas el daño es menor cuando se realiza la práctica.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por granizos:

1. Árboles de sombra

- **REGIÓN PRODUCTIVA CENTRAL**

FASE DE GERMINACIÓN Y ALMÁCIGO:

- Impacto por lluvias intermitentes

Las lluvias intermitentes y fuera de estación pueden afectar al cultivo provocando un atraso fisiológico en su desarrollo y promover el desarrollo de enfermedades.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de lluvias intermitentes y fuera de estación:

1. Aplicación de fungicidas protectores y curativos.

FASE DE CRECIMIENTO EN ALTURA Y FORMACIÓN DE BANDOLAS:

- Impacto por fuertes vientos

Los vientos fuertes generan atrasos en el desarrollo de las plantas, ya que provoca lesiones o daños físicos como el volcamiento, quebradura de tallos y bandolas. Además, puede tener un efecto negativo sobre el suelo debido a la erosión que puede causar al levantar y transportar partículas de las capas superficiales de suelo.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por fuertes vientos:

1. Barreras rompevientos.
2. Coberturas vivas.
3. Fertilización adecuada.

- Impacto por lluvias fuertes

Las lluvias fuertes promueven el desarrollo de problemas fitosanitarios en el cultivo de café, principalmente enfermedades.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por lluvias fuertes:

1. Aplicación de fungicidas protectores y curativos.
2. Fertilización adecuada.

- Impacto por granizos

La caída de granizos puede causar daños físicos en las plantas, ya que genera perforaciones en las hojas.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por granizos:

1. Árboles de sombra.

- Impacto por sequías prolongadas

El cultivo de café expuesto a periodos prolongados de sequía sufre de estrés hídrico que origina atrasos fisiológicos en el desarrollo de la planta, afecta el crecimiento, provoca deshidratación, marchitamiento y en casos extremos pérdida de plantas.

Prácticas

recomendadas para reducir/prevenir el impacto por sequías prolongadas:

1. Riego campo.
2. Fertilización adecuada.

- Impacto por tormentas eléctricas

Las tormentas eléctricas provocan lesiones en las plantas y en casos extremos ocasiona la pérdida total de plantas.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por tormentas eléctricas:

1. Resiembra.

FASE DE INDUCCIÓN Y DESARROLLO DE YEMAS:

- Impacto por fuertes vientos

Los fuertes vientos pueden generar la caída o desprendimiento de yemas florales. También puede ocasionar erosión de suelo debido al arrastre de las partículas de la capa superficial.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por fuertes vientos:

1. Árboles de sombra.
2. Barreras rompevientos.

- Impactos por lluvias fuertes

Las lluvias fuertes ocasionan en esta fase de cultivo un atraso fisiológico debido al atraso en el proceso de inducción floral y un posible aborto de yemas florales.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por lluvias fuertes:

1. Fertilización adecuada.

- Impacto por sequías prolongadas

Las sequías pueden ocasionar el aborto de las yemas florales y dificultar el proceso de "cuaje" de la inflorescencia debido al déficit hídrico.

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

1. Riego campo.

- Impacto por tormentas eléctricas

Las tormentas eléctricas provocan lesiones en las plantas y en casos extremos ocasiona la pérdida total de plantas.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por tormentas eléctricas:

1. Resiembra.

FASE DE FLORACIÓN:

- Impacto por fuertes vientos

Los fuertes vientos provocan el desprendimiento de la flor, así como erosión de suelo por el arrastre de las partículas de suelo de la capa superficial.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por fuertes vientos:

1. Barreras rompevientos.
2. Árboles de sombra.

- Impactos por lluvias fuertes

La cantidad y fuerza de la caída de lluvias determinan el porcentaje de floración por el aumento o exceso de humedad y se disminuye considerablemente el proceso de cuaje de la flor; además el fuerte impacto de la gota provoca la caída de la flor.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por lluvias fuertes:

1. Árboles de sombra.

- Impacto por lluvias intermitentes y fuera de estación

De acuerdo con los expertos, las lluvias intermitentes en la zona ocasionan un aumento de enfermedades que afectan el desarrollo de la planta, especialmente de tipo fungosas.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por lluvias intermitentes y fuera de estación:

1. Aplicación de fungicidas protectores y curativos.

- Impacto por granizos

La caída de granizos puede causar daños físicos en las plantas, ya que genera perforaciones en las hojas.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por granizos:

1. Árboles de sombra.

- Impacto por sequías prolongadas

Las sequías pueden ocasionar un atraso en el proceso de floración e incluso puede llegar a provocar el aborto de las flores.

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

1. Riego campo.

- Impacto por tormentas eléctricas

Las tormentas eléctricas provocan daños físicos en las plantas y en casos extremos ocasiona la pérdida total de plantas.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por tormentas eléctricas:

1. Resiembra.

FASE DE LLENADO DE FRUTOS:

- Impactos por lluvias fuertes

La cantidad y fuerza de la caída de lluvias pueden ocasionar la caída de los frutos de café, lo que puede afectar su productividad.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por lluvias fuertes:

1. Árboles de sombra.

- Impacto por lluvias intermitentes y fuera de estación

Las lluvias intermitentes en la zona pueden ocasionar un bajo desarrollo del fruto (debido a una maduración temprana o estrés hídrico).

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por lluvias intermitentes y fuera de estación:

1. Fertilización adecuada.

- Impacto por granizos

La caída de granizos puede causar daños físicos en las plantas, ya que genera perforaciones en las hojas.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por granizos:

1. Árboles de sombra.

- Impacto por sequías prolongadas

Debido al estrés hídrico que provocan los periodos de sequías, puede ocasionar un bajo desarrollo y la desecación del fruto, lo que afecta posteriormente su producción.

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

1. Riego campo.

- Impacto por tormentas eléctricas

Las tormentas eléctricas provocan daños físicos en las plantas, lo cual puede afectar la fotosíntesis y el llenado de frutos. En casos extremos las tormentas ocasionan la pérdida total de plantas.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por tormentas eléctricas:

1. Resiembra.

FASE DE MADURACIÓN:

- Impacto por lluvias fuertes

Las lluvias fuertes afectan el rendimiento del cultivo de café, ya que provoca pérdidas por caída del fruto.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por lluvias fuertes:

1. Árboles de sombra.

- Impacto por lluvias intermitentes y fuera de estación

Las lluvias intermitentes provocan una reducción de la calidad del grano ya que este puede reventarse antes del punto de maduración; además ocasiona la caída de granos, pérdida de calidad y disminuyen el rendimiento del cultivo.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por lluvias intermitentes y fuera de estación:

1. Fertilización adecuada.

- Impacto por tormentas eléctricas

Las tormentas eléctricas provocan daños físicos en las plantas, lo cual puede afectar la fotosíntesis y la caída de frutos. En casos extremos las tormentas ocasionan la pérdida total de plantas.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por tormentas eléctricas:

1. Resiembra.

FASE DE PODA:

- Impacto por fuertes vientos

Los fuertes vientos después de la poda pueden ocasionar la caída de brotes nuevos

y defoliar
a la planta.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por fuertes vientos:

1. Barreras rompevientos.

- Impacto por tormentas eléctricas

Las tormentas eléctricas provocan daños físicos en las plantas, lo cual puede afectar los brotes nuevos. En casos extremos las tormentas ocasionan la pérdida total de plantas.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por tormentas eléctricas:

1. Resiembra.

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 a través de la valoración para cada uno de los programas:

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 café se resume en el siguiente cuadro:

Cuadro 14. Valoración de las prácticas agrícolas identificadas basada en criterio experto, considerando los indicadores seleccionados del Programa de Bandera Azul Ecológica categoría agropecuaria.

PRÁCTICAS	Recurso hídrico	Manejo y conservación de suelos
Aplicación de herbicidas ^{11, 12}	*	*
Aplicación de fungicidas curativos y protectantes	*	*
Árboles de sombra ^{2,13}	***	***
Barreras rompevientos ^{2, 3}	***	***
Coberturas vivas ^{3,14}	***	***
Cosecha oportuna	NA	NA
Drenajes ¹⁵	**	***
Fertilizaciones adecuadas	*	*
Manejo de almácigo en ambiente protegido	***	**
Poda de sombra	*	***
Riego almácigo ²	***	***
Riego en campo ²	***	***
Uso de Hidroretenedores	***	NA
Siembras a contorno	*	***
Terrazas	*	***
Uso de trampas ⁴	NA	**
Control biológico ⁴	***	***
Variedades tolerantes	**	**
Acequias	**	***
Cosecha de agua	***	**
Poda planta	NA	**
Resiembra	NA	**
Aplicación de rizobacterias	**	***
No ubicar plantaciones cerca de ríos con una misma altitud o de áreas vulnerables a inundaciones	NA	***
Escala utilizada: * la práctica implica poco impacto/aporte positivo sobre el indicador ** la práctica implica moderado impacto/aporte positivo sobre el indicador *** la práctica implica mucho impacto/aporte positivo sobre el indicador NA no aplica/no se tiene información suficiente		

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

¹¹ (Salazar & Hincapié, 2007).

¹² (Zaccagnini et al., 2014) (De Melo, consulta personal el 8 de febrero de 2017).

¹³ (OFN, 2013).

¹⁴ (Gliessman, 2002).

¹⁵ (CENICAFE, 2011).

CLASIFICACIÓN DE LAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS IDENTIFICADAS EN EL ESTUDIO DE ACUERDO CON LOS CRITERIOS DE INVERSIONES ESTABLECIDOS POR EL PROGRAMA DE RECONOCIMIENTO DE BENEFICIOS AMBIENTALES PARA LA PRODUCCIÓN AGROPECUARIA SOSTENIBLE

El Programa de reconocimiento de beneficios ambientales para la producción agropecuaria sostenible, desarrollado por el Ministerio de Agricultura y Ganadería, lista una serie de prácticas consideradas como “inversiones” que el productor puede realizar para promover la producción agropecuaria sostenible y para las cuales el programa hace un reconocimiento económico al productor.

En esta sección se realizó el análisis para indicar en qué categoría de inversión, de acuerdo con los criterios establecido por el programa de reconocimiento de beneficios ambientales, se encuentran las prácticas identificadas en el estudio. Las categorías de inversión mencionadas son las que se encuentran en el documento: *“Normativa para la aplicación y asignación de reconocimiento de los beneficios ambientales, Programa de Reconocimiento de Beneficios Ambientales para la Producción Agropecuaria Sostenible”*.¹⁶

Las categorías de inversión se definen a continuación:

- **Inversiones tipo 1.**
Son de interés del agricultor individualmente; benefician directa y claramente la productividad de las actividades productivas de la finca; y su retorno económico es de corto plazo
- **Inversiones tipo 2.**
Son de interés del agricultor individualmente; no benefician directa o claramente la productividad de las actividades productivas; y su retorno económico es de mediano o largo plazo.
- **Inversiones tipo 3.**
Son de interés de un grupo de agricultores; benefician directa y claramente la productividad de las actividades o los ingresos de las fincas; y el retorno económico es de corto o mediano plazo
- **Inversiones tipo 4.**
Son de interés colectivo. Su ejecución beneficia a un grupo de productores, la comunidad, o la sociedad y son opciones importantes cuanto se tiene un problema que sobrepasa los límites de la finca y su solución requiere compartir acciones con los vecinos o con la comunidad. Su retorno es en largo plazo y muchas veces no es claramente visible o fácilmente cuantificable.
Este tipo de inversiones generan beneficios ambientales como: reducción de la contaminación; aumento de la infiltración del agua en el perfil del suelo; reducción de la erosión; conservación de la biodiversidad; y fijación de carbono.

¹⁶ Consultado en: http://www.mag.go.cr/acerca_del_mag/programas/dsorea-incentivos-ambientales.html

En el siguiente cuadro se resume la evaluación de las prácticas identificadas en el estudio utilizando los criterios de “tipo de inversión” definidos por el programa de reconocimiento de beneficios ambientales para la producción agropecuaria sostenible.

Cuadro 15. Clasificación de prácticas por el tipo de inversión de acuerdo con los parámetros establecidos por el programa de reconocimiento de beneficios ambientales para la producción agropecuaria sostenible del Ministerio de Agricultura y Ganadería¹⁷

PRÁCTICAS	Inversiones tipo 1	Inversiones tipo 2	Inversiones tipo 3	Inversiones tipo 4
Aplicación de herbicidas ^a		X		
Aplicación de fungicidas curativos y protectantes ^a		X		
Árboles de sombra			X	
Barreras rompevientos			X	
Coberturas vivas		X		
Drenajes				X
Fertilizaciones adecuadas ^b		X		
Manejo de almácigo en ambiente protegido	X			
Riego almácigo	X			
Riego en campo	X			
Siembras a contorno	X			
Terrazas		X		
Uso de trampas ^c		X		
Control biológico ^d		X		X
Variedades tolerantes	X			
Acequias				X
Cosecha de agua		X		X
Aplicación de rizobacterias ^d		X		X
<p>a. la aplicación de herbicidas, fungicidas y protectantes se considera como una inversión tipo 2 si el productor, invierte en equipo para la aplicación uniforme y calibrada de agroquímicos.</p> <p>b. se considera como inversión enmiendas orgánicas o químicas para corregir problemas de productividad o contaminación de las fincas.</p> <p>c. se considera como una inversión el uso de equipo para la aplicación de bio-abonos o biocontroladores.</p> <p>d. los costos de los fertilizantes, biofertilizantes y biocontroladores que se utilicen en la producción bajo un modelo de producción más sostenible, no son inversiones y por lo tanto no son sujeto de reconocimiento ambiental. Para el caso de uso de controladores y microorganismos, se consideraría una inversión si el productor o productora desarrolla infraestructura y adquiere equipo de uso individual para la fabricación de bio-controladores y bioabonos (inversión tipo 2). Si esto ocurre de forma colectiva, es decir la infraestructura y equipo es de uso grupal se convierte en inversión tipo 4.</p>				

Fuente: elaboración propia a partir de la normativa para la aplicación y asignación de reconocimiento de los beneficios ambientales, (MAG, s.f)

¹⁷ Las prácticas de: cosecha oportuna, poda de sombra, poda de planta, resiembra, uso de hidrotenedores y no ubicar plantaciones cerca de ríos con una misma altitud o de áreas vulnerables a inundaciones, no se incluyen en la evaluación ya que estas son prácticas requeridas para el desarrollo adecuado de la plantación y no clasifican como inversión.

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 (tabla oficial de costos del ICAFE²³).

Cuadro 16. 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 café.

Práctica	Costo /Ha	Unidad	Descripción	Documentabilidad
Aplicación de fungicidas protectores y curativos (opción 1)	49.012	Colones/ aplicación	Costo de mano de obra y productos (Silvacur y Benomyl) preventivos en la fase de crecimiento vegetativo.	Registros y facturas
Aplicación de fungicidas protectores y curativos (opción 2)	46.645	Colones/ aplicación	Costo de mano de obra y productos (Atemi y Vertice) preventivos o curativos en la fase de crecimiento vegetativo y floración. Se realizan tres aplicaciones de fungicidas al año.	Registros y facturas
Aplicación de fungicidas protectores y curativos (opción 2)	42.895	Colones/ aplicación	Costo de mano de obra y productos (Esfera y Vertice) preventivos o curativos en la fase de crecimiento vegetativo y floración. Se realizan tres aplicaciones de fungicidas al año.	Registros y facturas
Aplicación de herbicidas (opción 1)	40.260	Colones/ aplicación	Costo de mano de obra y aplicación de Glifosato para el control de malezas. Se realizan tres aplicaciones de herbicidas al año.	Registros y facturas
Aplicación de herbicidas (opción 2)	44.670	Colones/ aplicación	Costo de mano de obra y aplicación de Paraquat en mezcla con Oxiflufen para el control de malezas. Se realizan tres aplicaciones de herbicidas al año.	Registros y facturas
Cosecha oportuna	500.000	Colones/ labor	La cosecha de café es pagada por cajuelas y va depender de la velocidad y técnica de cada recolector de café; el promedio nacional de recolección de café es de 500 cajuelas (25 fanegas) y cada cajuela se paga alrededor de los 1000 colones.	Registros
Drenajes	19.422	Colones/ labor	Costo de mano de obra para la preparación de drenajes; el costo de preparación puede aumentar por la cantidad de drenajes que se planifiquen dentro de la hectárea.	Registros
Fertilizaciones adecuadas	105.231	Colones/ aplicación	Costo de mano de obra y aplicación de fórmula completa en la etapa de llenado de fruto, se realizan 2 fertilizaciones: la primera entre los meses de mayo-junio y la segunda en agosto (CICAFE)	Registros y facturas
Fertilizaciones adecuadas	54.261	Colones/ aplicación	Costo de mano de obra y aplicación de Nitrato de amonio en la etapa de maduración, aproximadamente entre los meses de Octubre-Noviembre (CICAFE)	Registros y facturas
Uso de trampas	4.642	Colones/ aplicación	Costo de mano de obra utilizada para la colocación de trampas y las feromonas (difusores) atrayentes para la broca.	
Variedades tolerantes	1.000.000	Colones/ aplicación	Costo por 5000 plantas/Ha, la variedad no difiere en el precio, sin importar la resistencia o no resistencia el precio va ser el mismo.	Registros y facturas
Acequias	40.422	Colones/ labor	Costo de preparación de canales proyectados en los linderos de la finca en forma transversal a la pendiente para la salida del agua.	Registros
Poda de planta	46.977	Colones/	Costo de mano de obra para la poda (selectiva) de plantas de	Registros

²³ Basado en la información de ICAFE sobre Costo de producción agrícola de café fruta cosecha 2015-2016. Consultado en: http://www.icafe.cr/wp-content/uploads/informacion_mercado/costos_actividad/produccion/CPACAlta1516.pdf

		labor	café en una hectárea	
Resiembra	61.653	Colones /labor	Costo de mano de obra y resiembra de plantas de café, se estima un 5% de pérdidas por hectárea que representa aproximadamente 250 plantas por año.	Registros

Cuadro 17. Costo colones/ hectárea de la implementación de las prácticas adicionales que se identificaron para la reducción de impacto de eventos climáticos en café.

Práctica	Costo /Ha	Unidad	Descripción	Documenta- bilidad
Árboles de sombra (opción 1)	48.555	Colones/ labor	Costo de mano de obra y establecimiento de árboles de sombra, el cual se refiere al costo de sacar hijos vigorosos de árboles (especialmente poró) y la siembra en campo.	Registros
Árboles de sombra (opción 2)	326.555	Colones/ labor	Costo de mano de obra y establecimiento de árboles de sombra, el cual se refiere al costo de árboles maderables en almácigo (Laurel, eucalipto, cenizaro, roble) y la siembra en campo de 278 árboles a una densidad de 6x6.	Registros
Árboles de sombra (opción 3)	187.555	Colones /labor	Costo de mano de obra y establecimiento de árboles de sombra, el cual se refiere al costo de árboles en almácigo (especialmente Inga, madero negro) y la siembra en campo de 278 árboles a una densidad de 6x6..	Registros
Árboles de sombra (opción 4)	257.055	Colones/ labor	Costo de mano de obra y establecimiento de árboles de sombra, el cual se refiere al costo de árboles en asocio (maderables y no maderables) almácigo (especialmente Inga, madero negro) y la siembra en campo de 278 árboles a una densidad de 6x6..	Registros
Barreras rompevientos (opción 1)	29.133	Colones/ labor	Costo de mano de obra y establecimiento de árboles nativos para la barrera rompevientos, el cual se refiere al costo de sacar hijos vigorosos de árboles (Poró, flor de itabo, guaba) y la siembra en los linderos a una distancia de 2-3 metros en 100 metros lineales.	Registros
Barreras rompevientos (opción 2)	46.133	Colones/ labor	Costo de mano de obra y establecimiento de árboles fijadores de N (Inga, madero negro) en almácigo para la implementación de la barrera rompevientos y la siembra en los linderos a una distancia de 3 metros en 100 metros lineales.	Registros
Barreras rompevientos (Opción 3)	35.133	Colones/ labor	Costo de mano de obra y establecimiento de caña brava; se siembra horizontalmente y cada nudo representa una planta. Cada caña mide aproximadamente 2,5 metros, se colocan seguidas en 100 metros lineales.	Registros
Coberturas vivas	46.370	Colones/ labor	Costo del control manual de malezas por medio de la chapia, consiste en mantener las malezas a 5 cm del suelo creando una cobertura viva.	Registros
Manejo de almácigo en ambiente protegido (Hectárea)	21.857.902	Colones/ sistema	Costo de mano de obra y materiales para implementar el manejo del almácigo en sistema de ambiente protegido en sarán para una hectárea; además del costo del sistema de riego para mantener las condiciones controladas dentro del ambiente protegido.	Registros y facturas
Manejo de almácigo en ambiente protegido (1000m2)	1.969.522		Costo de mano de obra y materiales para implementar el manejo del almácigo en sistema de ambiente protegido en sarán para mil metros cuadrados; además del costo del sistema de riego para mantener las condiciones controladas dentro del ambiente protegido.	Registros y facturas
Poda de sombra	38.723	Colones/ labor	Costo de mano de obra para la poda de árboles de sombra para la regulación y distribución de la luz de manera uniforme dentro del cultivo; así como la protección del mismo.	Registros

Riego almácigo (Hectárea)	3.014.172	Colones/sistema	Costo de mano de obra y materiales del sistema de riego en almácigo 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
Riego almácigo (1000m ²)	851.489	Colones/sistema	Costo de mano de obra y materiales del sistema de riego en almácigo para 1000m ² (32x32). 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. *El costo de la bomba es un costo fijo, no varía por la diferencia de área sembrada.	Registros y facturas
Riego campo (goteo)	2.515.886	Colones/sistema	Costo de mano de obra y materiales del sistema de riego (goteo) en campo para una hectárea (100x100). La distancia entre las cintas de goteo es de 2 metros (igual distancia entre hileras de café) y la distancia entre goteros es de 0,4 metros. El tubo utilizado es de poliducto de 2" como tubo principal y para cada sector de riego. La bomba utilizada es de 10 HP y puede variar dependiendo del tipo de las características de la finca (suelo, pendiente, entre otras)	
Riego campo (aspersor)	3.717.322	Colones/sistema	Costo de mano de obra y materiales del sistema de riego (aspersor) en campo para una hectárea (100x100). La distancia entre las laterales y aspersores es de 25 metros, ya que el aspersor utilizado cubre 15 metros de radio y su traslape sería uniforme. La elevación del aspersor es de 2 metros altura (la altura va depender de la localización de la finca y la velocidad del viento, ya que puede afectar el cubrimiento del aspersor). El tubo utilizado es de poliducto de 2" como tubo principal y para cada sector de riego. La bomba utilizada es de 10 HP y puede variar dependiendo del tipo de las características de la finca (suelo, pendiente, entre otras)	
Siembras a contorno	116.532	Colones/labor	Costo de mano de obra para la siembra a contorno en zonas de alta pendiente para evita la escorrentía y la pérdida de nutrientes.	Registros
Terrazas	971.100	Colones/labor	Costo de mano de obra para la realización de terrazas; cada terraza está separada a 2 metros (donde se establece el surco de siembra).	Registros
control biológico	52.630	Colones/aplicación	Costo de mano de obra y aplicación de <i>Beauveria bassiana</i> como control biológico para la broca del café.	Registros y facturas
Cosecha de agua (opción 1)	99.045	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
Cosecha de agua (opción 2)	420.767	Colones/sistema	Costo de mano de obra para la instalación de canoas en una casa o rancho de 5 metros de largo para la recolección de	Registros y facturas

			agua en una cisterna de 5000 L; así como el costo de materiales de canoas y cisterna.	
Uso de hidroretenedores (opción 1)	299.422	Colones/ aplicación	Costo de mano de obra, preparación y aplicación de los hidroretenedores al hoyo de siembra (1L/planta). Un kilogramo de producto se mezcla con 200 litros de agua para siembras nuevas.	Registros y facturas
Uso de hidroretenedores (opción 2)	439.460	Colones/ aplicación	Costo de mano de obra, preparación y aplicación de los hidroretenedores incorporado al suelo (1,5L/planta). Un kilogramo de producto se mezcla con 200 litros de agua para la etapa de crecimiento vegetativo.	Registros y facturas
Aplicación de rizobacterias	54.150	Colones/ aplicación	Costo de mano de obra y aplicación de rizobacterias para mejorar y aumentar la asimilación de nutrientes en el suelo. Al ser un producto biológico se utilizan 2 galones por hectárea y se puede aplicar en cualquier fase del cultivo.	Registros y facturas

BIBLIOGRAFÍA

- Alvarado, R. (2005). Cantones productores de café: formación y desafíos. Costa Rica.
- Anzueto, F. (2013). Variedades de café resistentes a la roya. Revista El Cafetal, abril 2013.
- Arcila, J. (2004). Anormalidades en la floración del cafeto. Avances Técnicos CENICAFE.
- Arcila, J. (2007). Sistemas de producción de café en Colombia. Chinchiná. Capítulo 2. Crecimiento y desarrollo de la planta de café. Cenicafé, CO.
- Bailey-Serres, J., & Voesenek, L. A. C. J. (2008). Flooding stress: acclimations and genetic diversity. Annu. Rev. Plant Biol., 59, 313-339.
- Cabalceta, L; Mora, R; Méndez, J; Escalante, M; Agüero, A; Román, W; Salazar, J; Araya, O; García, S; Fuente de la O, R. (2010). Caracterización y Plan de Acción Agro cadena de Café Sostenible en la Región Chorotega. Región Chorotega: Ministerio de agricultura y Ganadería
- Cárdenas, S. (2007). Caracterización morfológica y agronómica de la colección núcleo de café (*Coffea arabica L.*) del CATIE. Turrialba: CATIE.
- CENICAFE. (2011). Construyendo el modelo para le gestión integrada del recurso hídrico en la caficultura colombiana. Chinchiná, Colombia. 91p.
- Consorcio de Investigación del Café (2011). Obatá ROJO IAC. Boletín técnico diciembre 2016 –ANACAFÉ.
- Decreto nº 27059-MAG (11 de setiembre de 1998). Prohibir la siembra de la especie denominada *Coffea Canephora "Robusta"*. La Gaceta, Costa Rica. Recuperado de <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=legal.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=003242>
- Eakin, H. (2005). Institutional change, climate risk and the rural vulnerability. Cases from Central Mexico. World Development 33; 1923-1938.
- Fischlin, A., G.F. Midgley, J.T. Price, R. Leemans, B. Gopal, C. Turley, M.D.A. Rounsevell, O.P. Dube, J. Tarazona, A.A. Velichko. (2007). Ecosystems, their properties, goods, and services. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel

- on Climate Change, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, 211-272.
- Gaitán, A., Villegas, C., Rivillas, C., Hincapié, E. & Arcila, J. (2011). Almácigo de Café: Calidad fitosanitaria, manejo y siembra en el campo. Cenicafé, Colombia.
- GIZ (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit). (2015). NAMA Café de Costa Rica Una herramienta para el desarrollo bajo en emisiones.
- Gliessman S. (2002). Agroecología: procesos ecológicos en agricultura sostenible. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 359p.
- González, C. (2007). Producción de Café en Honduras: Modelado de las Relaciones Cafeto-Arbolado. Universidad Politécnica de Madrid. Departamento de Producción Vegetal: Fitotecnia. 212 p.
- ICAFE (Instituto del Café de Costa Rica). (1995). Variedad Costa Rica 95.Comp. Germán Aguilar Vega. 1ª ed. San José, CR. 30p.
- ICAFE (Instituto del Café de Costa Rica). (2008). Normativa de Uso y Administración para la Indicación Geográfica Café de Costa Rica. 13 p. Recuperado de: <http://www.icafe.cr/indicacion-geografica-cafe-de-costa-rica/>
- ICAFE (Instituto del Café de Costa Rica). (2010). Nematodos del Café. Revista Informativa, 16.
- ICAFE (Instituto del Café de Costa Rica). (2011). Guía Técnica para el Cultivo de Café. Heredia, Costa Rica: CICAFAE.
- ICAFE (Instituto del Café de Costa Rica). (2016). Diagnóstico Actividad Cafetalera 2016. Simposio presentado durante el V congreso Cafetalero de Costa Rica.
- ICAFE (Instituto del Café de Costa Rica. Regiones cafetaleras. (11 de agosto de 2016). ICAFE. Recuperado de: <http://www.icafe.cr/nuestro-cafe/regiones-cafetaleras/>
- INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censo). (2015). VI Censo Nacional Agropecuario: Resultados Generales. 1 ed. --San José: C.R. 146 p.
- IFAD (International Fund for Agricultural Development). (2013). Smallholders, food security and the environment. IFAD. Rome: Italy.
- Läderach, P.; Hagggar, J.; Lau, C.; Eitzinger, A.; Ovalle, O.; Baca, M.; Jarvis, A.; Lundy, M.(2011). Café mesoamericano: Desarrollo de una estrategia de adaptación al cambio climático.

- CIAT Políticas en Síntesis no. 2. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 4 p.
- Lobell DB, Burke MB. (2008). Prioritizing climate change adaptation needs for food security in 2030. *Science* 319(5863):607–610.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). s.f. Normativa para la aplicación y asignación de reconocimiento de los beneficios ambientales. Consultado en: <http://www.mag.go.cr/circulares/dsorea-rba-proyecto-normativa-2010.pdf>
- Martínez-Rodríguez, R., Harvey, C., Donatti, C., Avelino, J., Bautista, P., Rapidel, B., and Vignola, R. (2015). Helping smallholder coffee farmers adapt to climate change: practices recommended by experts in Central America. *Journal for submission: Agroforestry Systems*.
- Meléndez, G., & Molina, E. (2001). Fertilidad de suelos y manejo de la nutrición de los cultivos en Costa Rica. San José: Centro de Investigaciones Agronómicas.
- Millennium Ecosystem Assessment. (2005). Ecosystem and human well-being: Biodiversity Synthesis. World Resoure Institute. Washington D.C.
- Mora, N. (2008). *Agrocadena de Café*. Región Huetar Norte: Ministerio de agricultura y Ganadería.
- Morton, J. F. (2007). The impact of climate change on smallholder and subsistence agriculture. *Proceedings of the national academy of sciences*, 104(50), 19680-19685.
- O.F.N. (Oficina Nacional forestal). (2013). Guía técnica para la implementación de sistemas agroforestales (SAF) con árboles forestales maderables. Oficina Nacional forestal. Costa Rica. 33p.
- PBAE (Programa Bandera Azul Ecológica). 2016. Manual de Procedimientos Categoría Agropecuaria. Consultado en: <http://banderaazulecologica.org/wp-content/uploads/2015/02/Manual-Categor%C3%ADa-Agropecuaria-PBAE-20161.pdf>
- Pezzopane, JRM.; Júnior, MJP.; Thomaziello, RA.; Camargo, MBP. (2003). Metodologia e Técnica Experimentais. Escala para Avaliação de Estádios Fenológicos do Cafeeiro Arábica. *Bragantia*, Campinas 62(3): 499-505.
- Ramírez, J. (2014). La poda del cafeto garantiza la sostenibilidad del cultivo. *Comunicaciones Técnicas de Café*. Ramirez Caficultura desde Costa Rica

- Rojas, O. (1987). Zonificación agroecológica para el cultivo de café (*Coffea arabica*) en Costa Rica. IICA, Serie Publicaciones Misceláneas N° A1/OCR-87-007. San José: CR. 83p.
- Romero, A. (2010). Efecto de los sistemas agroforestales del café y del contexto del paisaje sobre la roya, (*Hemileia vastratix*), broca (*Hypothenemus hampei* (Ferrari) y los nematodos *Meloidogyne spp.*), con diferentes certificaciones en la provincia de Cartago Costa Rica. Turrialba: CATIE.
- Salazar L., Hincapié E. (2007). Las arvenses y su manejo en los cafetales. Sistemas de producción de café en Colombia. Cenicafé. Chinchiná, Colombia. 30p.
- SEPSA (Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria). (2015). Indicadores Macroeconómicos Agosto 2015.
- Villalobos, R. & Retana, J. (1999). Evaluación del impacto del cambio climático sobre la producción agrícola de Costa Rica caso de estudio: café. Ministerio del Ambiente y Energía, Instituto Meteorológico Nacional & The Institute For Environmental Studies, Vrije University, Amsterdam. San José, Costa Rica.
- Zaccagnini, M. E., Wilson, M. G., & Oszust, J. D. (2014). Manual de buenas prácticas para la conservación del suelo, la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos. Área piloto Aldea Santa María. 1ª. Edición. Buenos Aires.

ANEXOS

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

Glosario de términos agronómicos:

- Eventos climáticos

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

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

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 (Segeer & Villodas, 2006).

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.

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).

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).

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).

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).

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

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 comprende 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).

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).

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)

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).

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).

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).

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).

- **Prácticas para reducir el impacto de los eventos climáticos**

Aplicación de fungicidas protectores y curativos: se basa en la utilización de productos químicos para el control de enfermedades; su mecanismo de acción puede ser preventivo (se aplica en ausencia de la enfermedad) o curativo (paraliza o detiene el crecimiento del patógeno) (Carmona, 2005). Según los productores (2017) se realizan tres aplicaciones al año, se alternan las moléculas para evitar resistencia de la enfermedad y no se aplica en la fase de maduración por la residualidad que pueden tener los productos; además se recomienda que la dosificación sea realizada por expertos o técnicos del cultivo. Las mezclas más utilizadas son:

- Silvacur (1/2 L/Ha)/Benomyl (2L/Ha)
- Atemi (1/2 L/Ha)/Vertice (1 ½ L/Ha)
- Esfera (1/2 L/Ha)/Vertice (1 ½ L/Ha)

Aplicación de herbicidas: se refiere al uso de productos de origen químico, físico o biológico para el control de malezas, que altera la fisiología de la planta e impide su desarrollo normal (Salazar & Hincapié, 2007). Al año se realizan tres aplicaciones químicas para el control de malezas con productos como el glifosato (2L/Ha) o la mezcla de paraquat (2L/Ha) con oxiflufen (1L/Ha) (consulta expertos, 2017).

Árboles de sombra: se refiere al asocio entre la plantación y la especie forestal; la cual influye en la producción de servicios ambientales y le provee protección al cultivo. Además de aumentar la fertilidad de suelo, regula la humedad y temperatura, disminuye el desarrollo de las malezas y reduce la erosión (Salgado, 2010). Existen diferentes sistemas agroforestales como la combinación cultivo-maderables (laurel, cedro, amarillón), que pueden mantener diferentes especies con espaciamiento aproximado 8x8 metros; y la combinación cultivo-maderables-árboles de uso múltiple que asocian especies maderables con árboles de poró, guaba, plantas de banano o plátano con espaciamiento de 6x6 metros. Los sistemas pueden ser lineales, pata de gallo o en cuadro (OFN, 2013).

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 (Peña, 2013). 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 (SAGARPA, 2003;

Elías de Melo, consulta personal, 8 de febrero de 2017)

Coberturas vivas: material vegetativo que protege el suelo de la erosión hídrica y eólica; una de las técnicas más utilizadas es el manejo mecánico de las arvenses (chapia o moto guadaña) dejándolas a una altura de 3 a 5 cm del suelo (Salazar & Hincapié, 2007).

Cosecha oportuna: se refiere a la planificación anticipada (cosechadores) para la etapa de recolección según los registros de floración, para la obtención de una mayor proporción de frutos maduros en la cosecha (Bustillo, 2007). El tiempo de cosecha corresponde a la maduración óptima del grano, la cual se puede ver influenciada por eventos climáticos como lluvias fuertes, sequía, entre otras (E. De Melo, consulta personal, 8 de febrero de 2017).

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).

Fertilizaciones adecuadas: se refiere a la incorporación de productos orgánicos e inorgánicos que proporcionen las cantidades adecuadas de nutrientes que requieren las plantas para producir; que puedan ser absorbidos por el sistema radicular y el follaje, además que estos elementos nutricionales se encuentren en equilibrio con sus propiedades físico-químicas en el suelo para mantener la flora y fauna microbiana (Santos, 2014). Por ciclo de cultivo se realizan 3 fertilizaciones; la primera de mayo-junio (fórmula completa, 180 Kg/ha), la segunda en agosto (fórmula completa 180 Kg/ha) y la tercera en octubre-noviembre (nitrato de amonio 225 Kg/ha) en fase de maduración (Consulta expertos y técnicos, 2017).

Manejo de almácigo en ambiente protegido: la práctica se enfoca a reducir el riesgo de daños al cultivo, por factores bióticos (plagas y enfermedades) y abióticos (temperatura, humedad, precipitaciones, viento, entre otros). Además de reducir al mínimo las limitaciones ambientales, disminuye el consumo de productos sintéticos y aumentar los rendimientos de la plantación (Castellanos, 2009). El ambiente protegido consiste en controlar o prevenir el impacto de factores edafoclimáticos mediante el uso del sarán y el sistema de riego. El manejo comienza con la escogencia de semilla de calidad, el sustrato tiene que desinfectarse (aplicar rizolex (1Kg/Ha) y carbendazina 1L/Ha) contra enfermedades como *Rhizoctonia sp.*, el llenado de las bolsas se distribuye en un 50% suelo, 25% granza y 25% abono orgánico; se le aplica Oxifluorfen (1L/Ha) como sello para las malezas y después de germinada la plántula de café se aplican como carbendazina y cobres como fungidas preventivos (ICAFE, 2011).

Poda de sombra: es la regulación del área foliar de cada árbol de sombra, la cual se realiza para proyectar suficiente luz y alcanzar una mejor distribución de la misma dentro del cultivo (Girón, 2011). El manejo de sombra es importante para evitar la competencia por agua, luz y nutrientes con el cultivo; por lo que se recomienda realizar la primera poda total por debajo del 50% de altura del árbol (árbol alcance 3 a 4 metros de altura) y la segunda poda mantener

2/3 partes de la altura del árbol, además de 1/3 de la copa del mismo (OFN, 2013).

Riego almácigo: es un sistema mecanizado para la aplicación de agua al suelo, asegurando el manejo eficiente de la lámina de riego; además de abastecer los requerimientos necesarios para el desarrollo de las plantas (cultivos) (Cisneros, 2003). Uno de los métodos de riego más utilizados es de aspersión, el cual utiliza un sistema de dispositivos que distribuye el agua sobre el suelo en forma de gotas pequeñas (tipo lluvia); el caudal del aspersor no puede ser muy alto para evitar daños físicos o la diseminación de enfermedades por la fuerte gota. Otro método es por goteo, este sistema direcciona pequeños caudales de agua localizados sobre al área radicular de la planta, provocando que el sustrato se mantenga húmedo y evita la desecación de plántulas (Santos *et al*, 2010).

Riego campo: es un sistema mecanizado para la aplicación de agua al suelo, asegurando el manejo eficiente de la lámina de riego; además de abastecer los requerimientos necesarios para el desarrollo de las plantas (cultivos) (Cisneros, 2003). Uno de los métodos de riego más utilizados en campo es de aspersión o cañón, el cual utiliza un sistema de dispositivos que distribuye el agua sobre el suelo en forma de gotas pequeñas (tipo lluvia); en campo el caudal tiene que ser alto y potente para abarcar la mayor área. Otro método es por goteo, este sistema aplica el agua mediante caudales pequeños sobre la hilera donde están localizadas las plantas; disminuyendo las pérdidas de agua, el salpique de gotas (aumento de enfermedades) y el aumento de malezas (el bulbo de agua se mantiene entre plantas y no entre hileras (Santos *et al*, 2010).

Uso de Hidroretenedores: son compuestos biodegradables que absorben y retienen cantidades de grandes cantidades de agua convirtiéndose en geles y poniéndola a disposición de las plantas las cuales la aprovechan por proceso de Osmosis, según la casa comercial se aplican 37,5 Kg/Ha para el cultivo de café (Agropolímeros, S.f)

Siembras a contorno: se realizan líneas de siembra a nivel perpendicular a la pendiente del terreno. Su función principal es establecer cada surco de siembra en una curva a nivel, de manera que cada surco sirva como una barrera al paso de las escorrentías disminuyendo su velocidad y la pérdida del suelo (Peña, 2013).

Terrazas: es un terraplén formado sobre líneas a nivel y construido en sentido transversal a la pendiente del terreno; allí se establece el surco de siembra. La terraza debe tener un desnivel de un 5% máximo hacia el talud superior (Peña, 2013).

Uso de trampas: es una práctica para el control del comportamiento de las plagas, éstas expresan señales, estímulos visuales, físicos y químicos que funcionan como atrayente (Estrada & López, 2011). El uso de trampas se realiza principalmente para la Broca del café y se utilizan difusores (feromonas atrayentes) que vende el ICAFE; estas se ubican en una bandola cerca del centro de la planta y se colocan alrededor de 20 trampas/Ha (ICAFE, 2011).

Control biológico: es la utilización de enemigos naturales para el combate de plagas o enfermedades; su principal acción es regular las poblaciones de organismos dañinos como la broca. Uno de los productos más utilizados en el país es la *Beauveria bassiana* (8 L/Ha) que presenta buen control de broca y sin dañar el medio ambiente (Estrada & López, 2011).

Variedades tolerantes: es la utilización de plantas genéticamente mejoradas para aumentar el desarrollo del cultivo; ya que la planta presenta mayor eficiencia productiva al incorporar características de resistencia o tolerancia a enfermedades y plagas, apariencia física del grano, cualidades organolépticas de la bebida, adaptabilidad a condiciones adversas de clima y suelo (Santacreo, 2001). Las variedades tolerantes que se utilizan en el país son el Catuái, Costa Rica 95, Venecia, Híbrido F1, Catimores, marsellesa y Obatá (consulta productores y expertos, 2017).

Acequias: son canales direccionados en forma transversal a la pendiente, el fondo y el ancho de cada canal va depender de la pendiente del terreno (Peña, 2013).

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).

Poda planta: esta consiste en la selección de plantas en el campo que presentan agotamiento y eliminarlas. La poda selectiva por rama es la más recomendable, ya que se eliminan solo las ramas que no son viables y se mantienen las ramas preparadas para dar una buena cosecha; esta la poda total por planta, la cual elimina completamente la planta sin importar que tenga ramas potencialmente productivas y la poda por lotes que consiste en cortar todas las plantas del lote uniformemente (Villeda, S.f).

Resiembra: la práctica se realiza en el momento que una plantación presenta plantas deficitarias por agotamiento o no respondan a la poda y se realiza la siembra de nuevas plantas (López & Pappa, 2013).

Aplicación de rizobacterias: la práctica se basa en la utilización de microorganismos para estimular el crecimiento de las plantas, mejorar el rendimiento del cultivo (mejora la asimilación de fertilizantes) y a su vez preserva el medio ambiente ya que reduce el uso de fertilizantes minerales y productos químicos; en el cultivo de café se utiliza el producto FERTISUELO y se recomienda utilizarlo a 2 galones/Ha (Castro *et al*, 2015).

Literatura citada

- Agropólimeros (S.f). (En línea) Hidrokeeper. Consultado el 26 ene 2017. Disponible en: <http://agropolimeros.com/hidrokeeper/>
- Angulo A. (2015). Impacto de la sequía y su efecto sobre los rendimientos agrícolas e industrial de caña de azúcar, en la zona este de Guanacaste durante la zafra 2014-2015. DIECA. Alajuela, Costa Rica. 12p.
- Bustillo A. (2007). El manejo de cafetales y su relación con el control de la broca del café de Colombia. Gerencia Técnica, Cenicafé. Caldas, Colombia. 40p.
- Carmona M. (2005). Roya asiática de la soja. Monitoreo, Fungicidas y su relación con la calidad de aplicación y éxito de control. Una visión desde la Fitopatología. Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires, Argentina. 9p.
- Castellanos W. (2009). Caracterización de la capacidad de innovación de los actores involucrados en los sistemas de producción de hortalizas bajo ambiente controlado, en la Región Trifinio (Honduras, Guatemala y El Salvador). CATIE. Turrialba, Costa Rica. 128p.
- Castro A., Serna C., Rivillas C. (2015). Bionutrición: Una alternativa para la producción sostenible de café. Cenicafé. Caldas, Colombia. 12p.
- Cisneros R. (2003). Apuntes de la materia de riego y drenaje. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. San Luis Potosí, México. 164p.
- CENAPRED (2007). Ciclones tropicales. Centro Nacional de Prevención de Desastres. México D.F, México. 35p.
- CENAPRED (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.
- Estrada A., López J. (2011). Relación de frutos de café inmaduros y calidad de taza. Revista el cafetal. Anacafé. Guatemala. 20p.
- Girón J. (2011) (En Línea) Sombra. Revista el cafetal. Anacafé. Guatemala. Consultado el 25 ene 2017. Disponible en: <https://www.anacafe.org/glifos/index.php?title=Sombra>
- 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

capítulo 3. IHCAFE. Tegucigalpa, Honduras. 17p.

Santos B. (2014) Fertilización exitosa en caficultura orgánica. Revista el cafetal. Anacafé. Guatemala. 24p.

Santos L., de Juan, J., Picornell, M., Tarjuelo, J. (2010). El riego y sus tecnologías. Albacete: CREA-UCLM. Albacete, España. 296p.

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

Villeda A. (S.f) (En línea) Sistemas de podas. Anacafé. Guatemala. Consultado el 25 ene 2017. Disponible en: https://www.anacafe.org/glifos/index.php/Sistemas_de_poda

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

Nombre	Perfil	Región cafetalera	Teléfono	E-mail
1. Oscar Ortiz	Técnico	Turrialba	88628671	oortiz@juanvinas.com
2. Guillermo Ramírez	Técnico	Turrialba	87858457	
3. José Cruz	Productor	Turrialba	83994841	
4. Rodrigo Villalobos	Productor	Turrialba	87087232	
5. Lenin Poveda	Técnico	Turrialba	83342618	lpoveda@icafe.cr
6. Adolfo Martínez Guillen	Técnico	Turrialba	25568700	amartiez@icafe.cr
7. Elías de Melo	Investigador	Turrialba	25582602	eliasdem@catie.ac.cr
8. Ronald Navarro	Productor	Tarrazú	2548-1003	
9. Freddy Badilla	Productor	Tarrazú	8500-1265	
10. Cristian Ureña	Técnico	Tarrazú	2546-7714	
11. Alexander Montero Cordero	Productor	Tarrazú	85250632	
12. Ricardo Piedra	Productor	Tarrazú	85447617	
13. Víctor Naranjo Zúñiga	Técnico	Tarrazú	87875598	vironazu0802@gmail.com
14. Edwin Villalobos	Técnico	Tres Ríos	8826-4420	
15. Alejo Gómez	Productor	Orosí	8931-9661	
16. Geovany Guillen	Productor	Orosí	8980-8736	
17. Luis Diego Aguilar	Técnico	Orosí	8302-9562	Laguilar@ecomtrading.com
18. Fernando Esquivel	Productor	Orosí	8853-1410	
19. Marco Antonio Solano	Productor	Orosí	8811-1323	msolanoceciliano@gmail.com
20. Gerardo Vargas	Productor	Valle Occidental	8875-6939	
21. Thais Murillo	Productor	Valle Occidental	8606-7370	
22. Marco Navarro	Productor	Valle Occidental	8572-7263	
23. Julio Eduardo Ugalde	Productor	Valle Occidental	24945539	-

24. Jaime Hidalgo Castro	Productor	Valle Occidental	24947087	
25. Jaime Corrales Monge	Productor	Valle Occidental	88483845	
26. David García	Productor	Valle Central	83077453	finca.maria.cr@gmail.com
27. Christian Vargas	Técnico	Valle Central		cvargas@volcafe.co.cr
28. Eduardo Rosabal	Productor	Valle Central	60590741	
29. Ricardo Hernández	Productor	Valle Central	83735978	
30. William Mata Garbanzo	Técnico	Coto Brus		wmata@icafe.cr
31. José Eduardo Arias Vargas	Técnico	Valle Occidental	2452-0000	jarias@icafe.cr
32. Recaredo Mesén Zúñiga	Técnico	Pérez Zeledón	2771-7155	rmesen@icafe.cr
33. Adrián E. Gamboa Barboza	Técnico	Jefe Oficina Regional Los Santos.	2546 7714/fax: 2546 5453	agamboa@icafe.cr
34. Ricardo Rodríguez U.	Técnico	Regional Valle Central	22601874 ext 112	rrodriguez@icafe.cr
35. Jose Daniel Mora	Técnico	Pérez Zeledón	87076595	jmora@icafe.cr
36. Marialurdes Madrigal	Técnico	MAG Turrialba	89359555	mmadrigalg@mag.go.cr
37. Miguel Barquero	Investigador	ICAFFE Central	2260-1874	mbarquero@icafe.cr