

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

CULTIVO DE FRIJOL

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

El cual es realizado con el aporte del Fondo de Adaptación

Elaborado por:

Armando Vargas, Bsc¹

William Watler, MSc²

Mariela Morales, MSc³

Raffaele Vignola, PhD⁴

Abril, 2018

Para la realización de este estudio se reconoce el apoyo de los siguientes especialistas: Don José Valerín, director del Programa Nacional de Granos básicos del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), Don Juan Carlos Hernández, investigador del Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA), y a Don Néstor Chaves, investigador de la Universidad de Costa Rica (UCR), además agradecemos a los funcionarios de las sedes regionales del MAG, del Consejo Nacional de Producción (CNP), ASOPRO Veracruz y del Centro Agrícola Cantonal de los Chiles, así como también a los productores de las diferentes regiones visitadas, quienes aportaron significativamente al desarrollo del estudio.

¹ Consultor CLADA, CATIE

² Miembro del Programa de Bosques, Biodiversidad y Cambio Climático, CATIE

³ Investigadora/Project Manager CATIE.

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

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	4
METODOLOGÍA.....	5
TIPIFICACIÓN DEL SISTEMA PRODUCTIVO DE FRIJOL.....	7
1. Especificaciones técnicas	7
2. Variedades	7
3. Fases fenológicas del cultivo de frijol	9
3.1 Descripción general de las seis fases fenológicas:	9
3.2 Especificaciones de las fases del ciclo fenológico por región productiva	10
4. Prácticas recomendadas para el manejo de la plantación	14
4.1 Preparación de suelo y siembra	14
4.2 Fertilización	15
4.3 Cosecha.....	15
4.4 Arranque.....	15
4.5 Control de malezas.....	16
4.6 Control de enfermedades.....	16
4.7 Control de plagas	18
ANÁLISIS DE EXPOSICIÓN DEL CULTIVO DE FRIJOL DE ACUERDO CON LAS CONDICIONES DE SITIO Y LAS AMENAZAS CLIMÁTICAS OBSERVADAS	21
1. Ubicación espacial de las zonas productoras de frijol en Costa Rica.....	21
2. Identificación de los factores de exposición a los eventos climáticos y no climáticos extremos que afectan la productividad en las regiones productoras de frijol, en Costa Rica	22
3. Información complementaria a los eventos climáticos y no climáticos extremos que afectan la producción en las zonas frijoleras del país.....	27
3.1 Base de datos DesInventar	27
IDENTIFICACIÓN DE PRÁCTICAS QUE PERMITAN PREVENIR Y/O REDUCIR EL IMPACTO DE LOS EVENTOS CLIMÁTICOS EN SISTEMA PRODUCTIVO DE FRIJOL.....	30
1. Prácticas identificadas para la reducción de impactos de eventos climáticos por fase de cultivo de acuerdo con la consulta a expertos.....	30
1.1 REGIÓN PRODUCTIVA BRUNCA.....	30
1.2 REGIÓN PRODUCTIVA HUETAR NORTE.....	40
2. Evaluación de las prácticas identificadas y su impacto sobre el agroecosistema	49
3. Cuantificación de costos de las prácticas identificadas	53
BIBLIOGRAFÍA.....	59
ANEXOS	62
ANEXO 1. GLOSARIO DE TÉRMINOS RELEVANTES Y UTILIZADOS DURANTE LA CONSULTA A EXPERTOS.....	62
ANEXO 2. LISTA DE EXPERTOS CONSULTADOS	78

LISTA DE ACRÓNIMOS

CATIE	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
CIA	Centro de Investigaciones Agronómicas
CLADA	Cátedra Latinoamericana en Decisiones Ambientales para el Cambio Global
CNP	Consejo Nacional de Producción
DCC	Dirección de Cambio Climático
DDS	Días Después de la Siembra
EDTA	Ácido etilendiaminotetraacético
FAO	Food and Agriculture Organization
i.a.	ingrediente activo
IMN	Instituto Meteorológico Nacional
INEC	Instituto Nacional de Estadística y Censos
INS	Instituto Nacional de Seguros
INTA	Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria
MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería
MEIC	Ministerio de Economía, Industria y Comercio
MM	Microorganismos de Montaña
OMM	Organización Meteorológica Mundial
PBAE	Programa Bandera Azul Ecológica Categoría agropecuaria
PITTA	Programa de Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria
SFE	Sistema Fitosanitario del Estado
UCR	Universidad de Costa Rica
USDA	United States Department of Agriculture
V.A.	Vesículo-arbuscular

INTRODUCCIÓN

Al igual que el arroz, el frijol es un alimento que está presente en la dieta básica de la población costarricense. Además, es un alimento con alto valor nutricional, siendo fuente de proteína, fibra, hierro, calcio y varios minerales y vitaminas (USDA, 2016). A pesar de su importancia en el consumo nacional, la producción en el país ha disminuido en los últimos años, lo que ocasiona un aumento en el desabasto de este producto. Para el periodo julio 2016 - abril 2017 las importaciones de frijol representaron un 45,6% de la oferta, las cuales fueron requeridas para cubrir la demanda total en ese periodo, que ascendió a 49.966 toneladas métricas de frijol (MEIC, 2016).

En términos de área sembrada, en el país hay alrededor de 14 707 fincas, con un área sembrada de 19 470,5 hectáreas. Las provincias con mayor área sembrada son Puntarenas y Alajuela donde están el 44,7% de las fincas (INEC, 2014).

Considerando que el frijol es un alimento de gran consumo en el país y que es una actividad generadora de empleos en las zonas rurales, el Gobierno ha priorizado la producción, promoción y la comercialización directa por parte de los productores para alcanzar los objetivos de seguridad y soberanía alimentaria, así como desarrollo de los territorios rurales y oportunidades para la juventud en el agro (MAG, 2015).

Debido a que el frijol juega un rol importante para la seguridad alimentaria y para los medios de vida de las zonas rurales, se deben considerar los efectos que las variaciones climáticas futuras puedan tener sobre la producción nacional. De acuerdo con Ordaz et al. (2010), se prevé que el frijol se verá afectado por el aumento de la temperatura, debido a que es un cultivo sensible las variaciones de temperatura, afectando los rendimientos en la producción.

Bajo este contexto, es necesario ajustar los procesos de planificación y estrategias nacionales de desarrollo del sector agropecuario para reducir la vulnerabilidad del sector frijolero, promover su competitividad y facilitar su adaptación para reducir los impactos negativos que el cambio climático pueda traer al sector.

El presente documento resume los principales resultados del estudio realizado para el Instituto Nacional de Seguros, por la Cátedra Latinoamericana en Decisiones Ambientales para el Cambio Global (CLADA) del CATIE. El estudio está 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 frijol en Costa Rica.

Se espera que a través del estudio se construya una base de conocimiento sobre buenas prácticas que facilitar la adaptación de los sistemas productivos frente a los impactos de los eventos extremos en el país, y al mismo tiempo proveer al Instituto Nacional de Seguros información técnica confiable y aplicable en sus diseños de productos financieros y seguros agropecuarios.

METODOLOGÍA

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

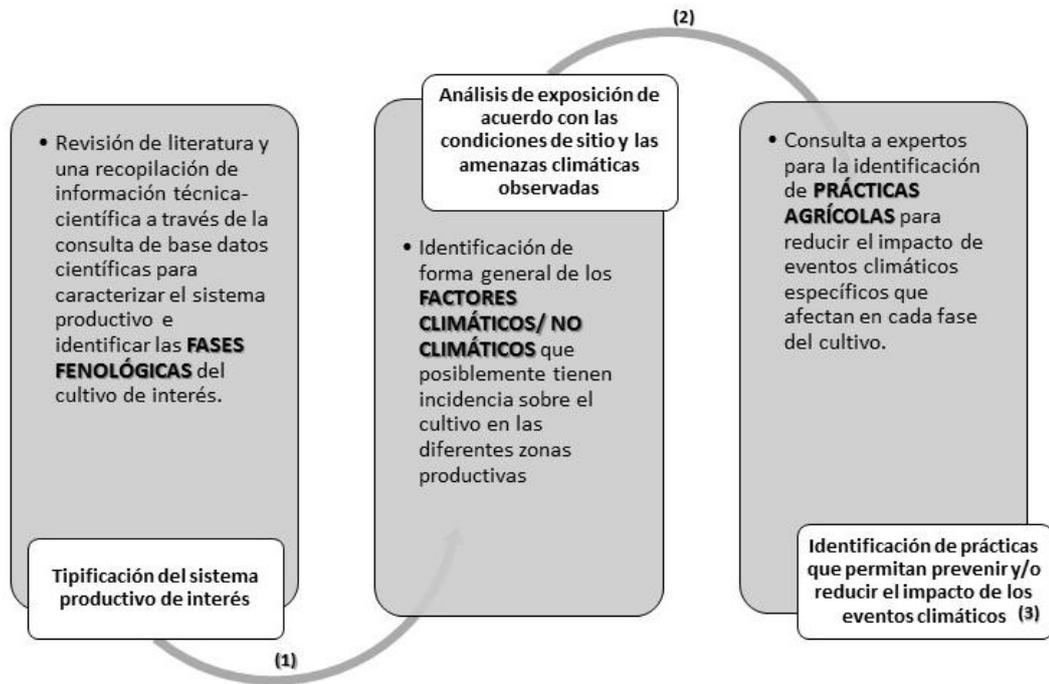
Para alcanzar el objetivo propuesto, el estudio se dividió en tres grandes secciones, las cuales buscan responder a la complejidad del análisis de los impactos del clima sobre los cultivos, ya que esto depende de muchas variables de contexto y del tipo de evento. Se utilizó una combinación de métodos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

En la primera sección se realizó una caracterización del sistema productivo de frijol en Costa Rica y una descripción de las fases fenológicas del cultivo. A partir de las fases fenológicas descritas, se identificaron los eventos que tienen mayor impacto en cada fase. En la segunda sección se presenta el análisis de exposición que resume los eventos climáticos y no climáticos que son recurrentes en cada una de las regiones productivas y que podrían tener algún impacto negativo en el desarrollo del cultivo.

Esta identificación general sirvió como base para detallar cuáles son los eventos climáticos que más impacto tienen en cada una de las fases fenológicas del cultivo, para posteriormente, en la tercera sección, definir las prácticas que los expertos realizan para reducir o prevenir el impacto de factores climáticos en cada fase de cultivo.

Además, en la tercera sección se cuantificaron los costos de implementación de las prácticas y se realizó una valoración de las prácticas bajo los criterios del programa de Bandera Azul Ecológica categoría Agropecuaria y el Programa de reconocimiento de beneficios ambientales para la producción agropecuaria sostenible, desarrollado por el Ministerio de Agricultura y Ganadería.

En la siguiente figura se resume el proceso metodológico seguido para la realización de este estudio.



- (1) Las fases fenológicas definidas en la primera sección servirán como base para la identificación de prácticas que reducen el impacto de eventos climáticos en cada fase de cultivo.
- (2) Los eventos climáticos generales que afectan las regiones productivas servirán de insumo para determinar el impacto específico de cada uno de los eventos e identificar las prácticas para la reducción del impacto de dichos eventos climáticos específicos por fase de cultivo.
- (3) Para cada una de las prácticas identificadas calcularon los costos generales de implementación y se hizo una valoración bajo los criterios del programa de Bandera Azul Ecológica el Programa de reconocimiento de beneficios ambientales para la producción agropecuaria sostenible.

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

TIPIFICACIÓN DEL SISTEMA PRODUCTIVO DE FRIJOL

1. Especificaciones técnicas

El frijol es uno de los cultivos de mayor interés productivo para Costa Rica por su gran aporte a la generación de empleos y fortalecimiento la seguridad alimentaria del país. Como se observa en el cuadro 1, el centro de origen y diversificación del frijol fue en México y Guatemala; en el país la especie más utilizada es *Phaseolus vulgaris* que pertenecen a la familia de las fabáceas y el género de plantas leguminosas (MAG, 2007a).

Cuadro 1. Generalidades taxonómicas del cultivo de frijol

Nombre común	Frijol
Nombre científico	<i>Phaseolus vulgaris</i>
Familia	Fabáceas (fabaceae)
Centro de Origen	México-Guatemala

Fuente: MAG, 2007a; Hernández, 2009

2. Variedades

En Costa Rica, el Programa de Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria (PITTA frijol) en conjunto con el Fito Mejoramiento Participativo (FMP) han venido desarrollando nuevas variedades de frijol con el objetivo de mejorar el potencial productivo de las variedades, aumentar los rendimientos por hectárea y la resistencia a enfermedades. Además, al incluir la participación de pequeños y medianos productores en el proceso de mejora genética como una estrategia, se han desarrollado variedades adaptadas a las condiciones agroclimáticas de la zona, se conserva la dinámica de la biodiversidad local, se amplía la diversidad genética, los cultivares son más productivos y con mejor aceptación para el autoconsumo y para la venta. Algunos de los criterios que se deben de cumplir para la liberación de una variedad son el rendimiento, la arquitectura erecta, el tipo, tamaño y color de grano, la resistencia a los patógenos y buena carga de semilla en las vainas (Araya & Hernández, 2007; Hernández & Araya, 2009).

A continuación, se describen las variedades disponibles más utilizadas en el país, así como algunas características de las mismas:

2.1 Variedades de grano negro

- **Brunca:** es una variedad de alto rendimiento y excelentes características agronómicas, la planta presenta hábitos de crecimiento indeterminado (semi-guía), se caracteriza por su gran precocidad, ya que la duración del ciclo de vida es de aproximadamente 72 a 75 días desde la siembra hasta la cosecha y la floración inicia aproximadamente a los 35 días después de la siembra. La planta se conforma por flores de color lila, gran cantidad de vainas (aproximadamente seis granos por vaina) y los granos presentan una coloración negro opaco; siendo una de las variedades más cultivadas en el país debido a su amplia adaptación y productividad. Esta variedad es

susceptible a enfermedades como la mustia hilachosa (*Thanatephorus cucumeris*), la mancha angular (*Pseudocercospora griseola*) y antracnosis (*Colletotrichum gloesporioides*) (Programa Nacional de frijol, 1982).

- **Guaymi:** es una variedad de excelentes características agronómicas, demuestra altos rendimientos por hectárea por su abundante ramificación y producción de vainas; la planta presenta un hábito de crecimiento semirecto indeterminado arbustivo, su ciclo de vida hasta la cosecha es de 74 a 76 días y el periodo de floración se da a los 38 días después de la siembra. El grano es de color negro, las flores de color lila y produce de 6 a 7 granos por vaina; además se caracteriza por ser resistente a la mustia hilachosa y a la mancha angular (Programa Nacional de Frijol, 1996).

- **Matambú:** es una variedad con un hábito de crecimiento indeterminado arbustivo, de guía corta y ramificación compacta; el ciclo de vida hasta la cosecha es de aproximadamente 72-74 días, la floración inicia a los 36 días y alcanza la madurez fisiológica alrededor de los 66 días después de la siembra. Se caracteriza por el color morado del hipocótilo, presenta flor morada y resistencia al virus del mosaico dorado amarillo; sin embargo es susceptible a la mancha angular y amachamiento (Hernández *et al.*, 2013).

- **Nambí:** es una variedad que presenta un hábito de crecimiento arbustivo indeterminado y ramificaciones compactas de guía corta; el ciclo de vida es de alrededor de 70 días hasta la cosecha, la floración inicia entre los 32-33 días después de la siembra y alcanza la madurez fisiológica aproximadamente entre los 60-65 días. La semilla muestra una coloración negra opaca, la flor es de color morado y produce alrededor de 6-7 semillas por vaina; además, se caracteriza principalmente por la resistencia a condiciones de sequía y altas temperaturas (Hernández & Chaves, 2017).

2.2 Variedades de grano rojo

- **Bribri:** las plantas de Bribri presentan un hábito de crecimiento indeterminado arbustivo con porte erecto y una guía corta, se caracteriza por su alta resistencia al virus del mosaico dorado y a la bacteriosis común; y resistencia intermedia a la antracnosis, mustia hilachosa y a la mancha angular. La duración del ciclo es de aproximadamente 76-80 días a la cosecha, la floración comienza entre los 38-41 días y la madurez fisiológica comienza a los 68-72 días después de la siembra; la flor es de color blanco, las vainas son verdes durante el llenado del grano y cambian al color rosado en la etapa de madurez fisiológica (Hernández & Araya, 2000).

- **Cabécar:** la variedad Cabécar presenta un hábito de crecimiento indeterminado arbustivo de guía corta, con una duración aproximada de 72-75 días hasta la cosecha, la floración inicia a los 53 días y la madurez fisiológica se alcanza entre los 64 a 68 días. Las estructuras florales son de color blanco, las vainas se tornan crema en la etapa de madurez fisiológica y produce aproximadamente 7 semillas por vaina. La planta presenta alta resistencia al virus del mosaico dorado y al virus del mosaico común; además, resistencia intermedia a la mancha angular, roya (*Uromyces phaseoli*) y amachamiento (*Aphelenchoides besseyi* Christie) (Hernández & Araya, 2003).

- **Chánguena:** es una variedad que se caracteriza alto potencial de rendimiento, coloración de grano rojo, resistencia intermedia a los principales patógenos del país, con un crecimiento indeterminado arbustivo y de ramificación compacta, el ciclo de

vida es de aproximadamente 75 días hasta la cosecha y la floración comienza entre los 34-37 días después de la siembra y dura alrededor de 15 días. La flor es de color blanca, las vainas maduras son de color crema y en promedio presentan 6 semillas por vaina. A los 34 a 37 días esta variedad inicia con su fase de floración que tarda alrededor de 15 días (Araya & Hernández, 2003).

- **Tayni:** es una variedad de arquitectura erecta y compacta, con un hábito de crecimiento indeterminado arbustivo de guía corta y se caracteriza principalmente mantener un porcentaje bajo de grano decolorado o grano contraste. La duración del ciclo es de 73-75 días hasta la cosecha, la fase de floración inicia a los 39 días aproximadamente y la madurez fisiológica comienza a los 66 días después de la siembra; la flor es blanca, la vaina se torna crema en la maduración y produce 6 semillas por vaina. Esta variedad presenta resistencia intermedia al amachamiento y mustia hilachosa (Hernández *et ál*, 2012).

3. Fases fenológicas del cultivo de frijol

El ciclo fenológico del frijol se ha dividido en seis fases fenológicas, iniciando desde la fase de germinación y emergencia hasta la fase de maduración de la planta. La duración del ciclo fenológico está determinada por la variedad y las condiciones edafoclimáticas de cada una de las regiones productivas.

3.1 Descripción general de las seis fases fenológicas:

A continuación, se describen las fases fenológicas del cultivo de frijol. Estas fases fueron adaptadas con base en la consulta con expertos (J.C Hernández, Instituto Nacional de Innovación y Transferencia, comunicación personal, 2017) y revisión de literatura (INTA, 2009; Fernández *et al.*, 1986; Yzarra & López, 2012).

1. **Fase de germinación y emergencia:** el proceso de germinación comienza cuando la semilla es depositada en el suelo y absorbe la humedad suficiente para accionar la división celular y las reacciones bioquímicas que liberan los nutrientes de los cotiledones; seguidamente aparece la radícula como raíz primaria y los cotiledones crecen a nivel de suelo. Posteriormente el hipocótilo se coloca en forma erecta y los cotiledones empiezan a separarse.
2. **Fase de crecimiento vegetativo:** esta fase se caracteriza por el rápido desarrollo vegetativo, ya que comienza desde la aparición de las hojas primarias unifoliadas y opuestas que están situadas en el segundo nudo del tallo; después aparecen las primeras hojas trifoliadas que se posicionan en forma alterna. Consecutivamente, se empieza a desarrollar el tallo y los brotes laterales que posteriormente se convertirán en las ramas principales donde se desarrollarán las vainas.
3. **Fase de prefloración:** el inicio de la etapa de prefloración en variedades de hábito determinado ocurre cuando aparece el primer botón floral en el último nudo del tallo o rama; mientras que en variedades de hábito indeterminado se

observa la presencia de un racimo floral en los nudos inferiores, ya que el tallo y las ramas siguen en crecimiento en su parte apical.

4. **Fase de floración:** esta etapa inicia cuando se presenta la primer flor abierta que pertenece al primer botón floral o racimo que apareció en la planta; la floración puede ser blanca (frijoles rojos), morada o lila (frijol negro) según la variedad cultivada. El frijol es considerada una planta autógama, por lo tanto las flores se autofecundan; sin embargo se puede presentar porcentajes de fecundación cruzada alrededor de 2 y 5% en condiciones normales de cultivo.
5. **Fase de formación y llenado de las vainas:** después de la fecundación de la flor, aparece la primera vaina con la corola de la flor colgada o recientemente desprendida; conforme los días transcurren se da un crecimiento longitudinal de la vaina para alcanzar su máxima expresión. Posteriormente, comienza el crecimiento activo de las semillas y la formación de abultamientos a lo largo de la vaina; las semillas al comenzar su formación presentan una coloración verde y al final de la etapa las semillas comienzan a pigmentarse dependiendo de la variedad, además la planta inicia el proceso de defoliación.
6. **Fase de maduración:** la madurez fisiológica de la planta comienza con el desprendimiento o defoliación de las hojas, consecuentemente todas las partes de la planta se secan y las vainas empiezan a cambiar de color amarillo, adquieren solidez y forma típica de la variedad.

3.2 Especificaciones de las fases del ciclo fenológico por región productiva

A continuación se presentan las especificaciones que los expertos definieron con respecto al ciclo fenológico del frijol en las diferentes regiones productivas del país. Cabe resaltar que para esta especificación se incluyeron solamente las dos regiones productivas identificadas como prioritarias por el Instituto Nacional de Seguros.

- **Región productiva Brunca**

De acuerdo con expertos de la región productiva Brunca, el ciclo del cultivo de frijol en esta región tiene una duración aproximada de setenta y cinco días desde la siembra hasta la cosecha. En esta zona se realizan dos siembras al año (en el mes de mayo y en octubre).

La fase de germinación y emergencia en esta región tiene una duración aproximada entre cinco a siete días, la etapa de desarrollo vegetativo comienza posterior a la germinación y finaliza entre los veinte ocho a treinta días después de la siembra; seguidamente se da la fase de prefloración y floración, que se extiende entre los cuarenta a cuarenta y cinco días después de la siembra; la formación y llenado de vainas se da entre los cuarenta y los sesenta días después de la siembra y la maduración hasta el punto de cosecha se da a los setenta y cinco días después de la siembra.

De acuerdo con la consulta a los expertos de la región, las variedades más

utilizadas en la zona son:

- *Variedades rojas*: Cabécar, Tayní, Chánguena, Generalito, Tekila⁵ (Tiquete) y Aguacatillo (Sacapobres).
- *Variedades negras*: Nambí, Matambú y Guaymí.
- *Otras variedades*: Mantequilla.

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

Cuadro 2. Fases del ciclo fenológico del cultivo de frijol en la región productiva Brunca

Fases	Germinación y Emergencia	Desarrollo vegetativo	Prefloración y Floración		Formación y llenado de vainas	Maduración y cosecha
						
	0-----0-----	5-7 DDS-----	28-30 DDS-----		40-45 DDS-----	60 DDS-----75 DDS
Época	Época seca (Verano)					
I Siembra	Mayo	Junio	Julio	Agosto		
Época	Época lluviosa (Invierno)					
II Siembra	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero		

*DDS: Días después de la siembra.

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

⁵ Para la variedad Tekila, Generalito y Aguacatillo no hay información.

- **Región productiva Huetar Norte**

De acuerdo con los expertos de la región productiva Huetar Norte, el ciclo del cultivo del frijol tiene una duración total aproximada de setenta y cinco días. En esta zona se realiza solamente una siembra al año, la cual se lleva a cabo entre los meses de noviembre y diciembre, ya que coincide con un periodo lluvioso en la región y hay disponibilidad de agua suficiente para el desarrollo del cultivo. Además, debido a la variabilidad climática característica de la región (donde no hay patrones estrictamente definidos sobre las precipitaciones), los productores intentan ajustar las siembras para que en los periodos críticos de desarrollo del cultivo, la planta tenga una cantidad mínima de agua disponible. En esta región la siembra del cultivo de frijol se rota con la siembra de arroz.

La fase de germinación y emergencia se da en un intervalo entre seis y siete días; posterior a esto se inicia la etapa de desarrollo vegetativo que se extiende entre los veintidós y veintiocho días después de la siembra. La prefloración y floración se da en un periodo entre los veintiocho y cuarenta días después de la siembra; seguidamente empieza la formación y llenado de grano hasta los cincuenta y cinco días después de la siembra para finalizar con la maduración hasta los setenta a setenta y cinco días después de la siembra.

De acuerdo con la consulta a los expertos, las variedades más utilizadas en la región Huetar Norte son:

- *Variedades rojas*: Cabécar y Tayni
- *Variedades negras*: Brunca, Nambí, Guaymi y Matambú.

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

Cuadro 3. Fases del ciclo fenológico del cultivo de frijol en la región productiva Huetar Norte

Fases	Germinación y Emergencia	Desarrollo vegetativo	Prefloración y Floración		Formación y llenado de vainas	Maduración
						
	0-----0-----	6-7 DDS-----	22-28 DDS-----	38-40 DDS-----	55 DDS-----	70-75 DDS
Época	Época lluviosa (Invierno)					
I Siembra	Noviembre	Diciembre	Enero		Febrero	Marzo

*DDS: Días después de la siembra.

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

4. Prácticas recomendadas para el manejo de la plantación

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

4.1 Preparación de suelo y siembra

La preparación del suelo es fundamental para el desarrollo del cultivo y puede variar según el sistema de siembra que se utilice; además se requiere de semilla de calidad y distancias de siembra aptas para garantizar la uniformidad de la plantación. Según Arguedas (2006) & Hernández (2009), los principales sistemas de siembra más utilizados para el cultivo de frijol en el país, se describen a continuación:

- *Sistema espeque o macana*: esta técnica se puede ejecutar en cualquier tipo de terreno y se utiliza principalmente cuando los terrenos no son aptos para la mecanización o las áreas seleccionadas son muy pequeñas. Luego de seleccionar el terreno se realiza una chapea manual para reducir el tamaño de las malezas, seguido de una aplicación de herbicida para evitar competencia, posteriormente se hace un hoyo en el suelo con espeque o macana y se colocan entre 2 o 3 semillas; la distancia entre plantas es de 0,30m y entre surcos de 0,40m.
- *Sistema mecanizado*: este método se caracteriza por hacer uso de maquinaria y agroquímicos en forma intensiva; los productores que la utilizan es porque tienen terrenos con condiciones edáficas aptas para la mecanización y grandes extensiones de siembra. La preparación comienza al utilizar un arado para incorporar rastrojos de cosecha y eliminar malezas; después de dos semanas se realizan dos pasadas de rastra para afinar el suelo y por último se utiliza una sembradora debidamente calibrada para depositar alrededor de 13-15 semillas por metro lineal y con distancia entre hileras de 0,50-0,60m.
- *Mínima Labranza*: este sistema tiene como objetivo reducir los procesos de degradación en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo que ocurren al utilizar mecanización intensiva; ya que no perturba tanto el suelo, aprovecha los rastrojos de la cosecha anterior que quedan en la superficie, reduce la presencia de malezas y la pérdida de nutrientes. La siembra se realiza con un equipo de mínima labranza pegada a un tractor; al pasar la sembradora se aplica el herbicida en el punto de siembra, se realiza la apertura del suelo y se deposita la semilla sin remover todo el suelo.
- *Frijol Tapado*: el método de frijol tapado es muy utilizado en áreas muy pequeñas para autoconsumo y la mayoría de las veces usa mano de obra de familiar; se caracteriza por realizar la siembra al voleo por encima de las malezas y se estima un gasto de semilla de alrededor de 34-44 Kg por hectárea. Posteriormente las malezas se chapean para hacer un tipo de cobertura que brinde a las semillas las condiciones ideales para su germinación; después las semillas de frijol emergen a través de los residuos vegetales buscando luz, agua y nutrientes.
- Sistema de siembra con arados: esta labor se realiza después de la preparación de

suelo con arados manuales o azadones para formar los surcos, la distancia entre surcos es de alrededor de 60 cm, se depositan entre 13-15 semillas por metro lineal para alcanzar densidades de siembra entre 200.000 y 250.000 plantas por hectárea; se recomienda utilizar fertilizante granular al fondo del surco para aumentar la disponibilidad de nutrientes al momento que la planta lo requiera.

4.2 Fertilización

El frijol se caracteriza por ser un cultivo que se puede sembrar en diferentes tipos de suelos, sin embargo, para potencializar su producción requiere de una adecuada preparación de suelo, fertilidad natural del suelo, semilla certificada y condiciones climáticas favorables para su desarrollo. Una de las ventajas que tienen las plantas leguminosas como el frijol, es la facultad de absorber nitrógeno del aire mediante el proceso de fijación biológica del *Rhizobium* que aporta parcial o totalmente los requerimientos de nitrógeno para la planta.

Antes de la aplicación total de los nutrientes es necesario realizar un análisis de suelo para conocer la disponibilidad de cada elemento y compararlo con las curvas de absorción del cultivo para realizar un mejor programa de fertilización. El nitrógeno es el elemento de mayor importancia en el cultivo de frijol, seguido de fósforo, potasio, calcio y magnesio; los tres primeros (N, P y K) se acumulan en la semilla, mientras que los otros dos (Mg y Ca) permanecen en los residuos de cosecha. En promedio, según las curvas de absorción de frijol se necesitan alrededor de 53Kg de N, 15Kg de P₂O₅ y 66Kg de K₂O para producir una tonelada de granos (Bertsch, 2009).

4.3 Cosecha

Las plantas de frijol en la última etapa del ciclo productivo llegan a la madurez fisiológica y se comienzan a observar cambios en la coloración verde de las hojas y vainas a un color amarillento; las semillas de frijol alcanzan su peso seco máximo alrededor de los 30-35 días después de la floración en la mayoría de variedades. Para conocer con exactitud la madurez de cosecha en campo, es necesario tomar una vaina y presionarla suavemente, si esta se abre con facilidad significa que está lista para cosechar (MAG, 2007a).

4.4 Arranque

Las plantas cuando están listas para la cosecha son arrancadas manualmente y se amontonan en líneas o hileras con el sistema radical hacia arriba y se dejan por tres días para que se terminen de secar. En épocas de lluvia es recomendado realizar una especie de rancho, utilizando tarimas de madera en suelo y plástico negro encima que cubra los frijoles del agua de lluvia; se recomienda arrancar solamente la cantidad de frijol necesario para trillar o que se pueda almacenar en el rancho (MAG, 2007a).

4.5 Control de malezas

El control de malezas en la plantación de frijol es muy importante ya que estas plantas compiten con el cultivo por la absorción de nutrientes, agua y luz. El punto crítico de las malezas en la competencia con el cultivo se presenta en la primera fase en los primeros 25 días después de la siembra. La duración del periodo crítico depende de las características agroecológicas de la zona, el tipo de siembra, la variedad, la distancia entre surcos, las condiciones ambientales y el tipo de maleza que se encuentre en la plantación (Arguedas, 2006; MAG, 2007a).

El control de malezas se realiza mediante el uso de aplicaciones químicas en forma pre emergente como Pendimentalina, atrazina o cyanazina, los cuales se aplican después de la siembra para evitar la emergencia de arvenses y las aplicaciones con herbicidas post-emergentes con paraquat. Un factor importante a tomar en cuenta es la rotación de cultivos que es necesaria para romper la latencia de malezas y la rotación de moléculas que se utilicen para evitar intoxicaciones al cultivo (Arguedas, 2006; MAG, 2007a).

4.6 Control de enfermedades

Durante el desarrollo del cultivo diversas enfermedades producen diferentes tipos de daños sobre las plantas. Las principales enfermedades que afectan el cultivo de frijol son:

- **Telaraña o Mustia hilachosa (*Thanatephorus cucumeris*):** es una de las enfermedades más importantes en el cultivo de frijol, se desarrolla en temperaturas que oscilan entre los 19-33°C, la alta humedad relativa y se favorece en zonas con clima lluvioso. Los síntomas iniciales se manifiestan en el follaje provocando la aparición de manchas foliares húmedas circulares de color café; seguidamente el patógeno se extiende por toda la planta en forma de telaraña por medio de sus ramificaciones y en casos extremos puede infectar la semilla (Arguedas, 2006).
El combate se ha realizado principalmente a través del uso de variedades tolerantes, utilización de semilla sana, la implementación de coberturas vivas principalmente de hoja angosta para evitar el salpique, adecuar las épocas y distancias de siembra, rotación de cultivos no hospederos del patógeno, eliminación de residuos de frijol infectados y la rotación de productos químicos para evitar resistencia (Arguedas, 2006).
- **Mancha angular (*Pseudocercospora griseola*):** este patógeno afecta principalmente el follaje de la planta, los primeros síntomas se observan en el envés de las hojas primarias como puntos grises, conforme avanza la enfermedad las lesiones son de forma angular que cubren ambos lados de la hoja y presentan un halo clorótico; posteriormente la lesión se vuelve necrótica y adquiere la forma angular que caracteriza la enfermedad. El patógeno se desarrolla en periodos de alta humedad relativa y periodos prolongados de clima cálido, con temperaturas que oscilan entre los 16-28°C y un desarrollo óptimo de 24°C en condiciones de alta humedad (Martínez & Peñate, 2015).

El control de la enfermedad se realiza con el uso de variedades resistentes, la

eliminación de residuos de la cosecha anterior para reducir el inóculo en el suelo, el uso de semilla certificada que esté libre del patógeno y la rotación de cultivos no hospederos del patógeno; además, la rotación y aplicación de productos químicos en relación con el umbral económico (Martínez & Peñate, 2015).

- **Amachamiento (*Aphelenchoides besseyi*):** esta enfermedad anteriormente fue descrita como falsa mancha angular, sin embargo investigaciones recientes indican que se trata de la misma enfermedad del amachamiento. El agente causal es el nematodo *Aphelenchoides besseyi*, el cuál puede sobrevivir en los residuos de cosecha en forma anhidrobiótica; después que se establece el cultivo y por medio de la caída de lluvias y salpique, el nematodo es trasladado hasta el follaje para ocasionar lesiones angulares necróticas conocidas anteriormente como falsa mancha angular. Posteriormente, el nematodo por medio de la película de agua en el follaje se transporta hasta las yemas de la planta, ocasionando daños en los primordios foliares, reducción en la emisión de vainas y disminuye el rendimiento (Chaves & Araya, 2012a).

La rotación de cultivos es el principal método de control para evitar problemas ocasionados por *A. besseyi*, ya que no existe material genético resistente a la enfermedad; algunos cultivos como el maíz, chile picante, ayote, tiquizque o jengibre han demostrado reducciones en la incidencia del amachamiento. Sin embargo, es necesario realizar un manejo integrado del cultivo con el uso de nematicidas, el manejo de malezas hospederas y la mecanización; este último incorpora los rastros del cultivo e imposibilita la salida del nematodo y disminuye el porcentaje de diseminación (Chaves & Araya, 2012b).

- **Antracnosis:** es una enfermedad que se desarrolla principalmente en zonas superiores a los 1000 msnm, con temperaturas frescas alrededor de 18-22°C y en condiciones de alta precipitación el porcentaje de incidencia aumenta. El control se realiza básicamente con el uso de semilla libre de la enfermedad, la rotación de cultivos, el uso de variedades resistentes y la aplicación del control químico (Hernández, 2009).
- **Roya (*Uromyces phaseoli* (Pers.) Ungers):** la roya es una enfermedad que desarrolla en época seca y con la influencia de altas temperaturas (17-27°C); se disemina principalmente por medio del viento, residuos de cosecha y malezas hospederas del patógeno. Los primeros síntomas se observan en las hojas como pequeños puntos cloróticos o blanquecinos; posteriormente se forman pústulas de diversos tamaños y en casos extremos causa defoliación prematura y bajo rendimiento. La enfermedad se combate al realizar prácticas preventivas como la eliminación de residuos de cosecha, eliminar malezas hospederas de la enfermedad, la rotación de cultivos no hospederos y como última opción el control químico con productos específicos para controlar la enfermedad (Araya, 2009).
- **Bacteriosis común (*Xanthomonas axonopodis*):** es una enfermedad ocasionada por una bacteria que se presenta en zonas con altitudes inferiores a los 1000 msnm, con temperaturas que van desde los 20 a los 28 °C y alta humedad relativa. Las

primeras lesiones son manchas acuosas en el envés de las hojas, que van creciendo de forma irregular y presentan un halo amarillo alrededor; después a medida que la enfermedad continua las lesiones comienzan a necrosarse. Además, la enfermedad puede afectar otras partes de la planta como en el tallo y en las vainas; en fase reproductiva el patógeno puede atacar las vainas, provocando decoloración, deformaciones, pudrición en los granos y transmitir la enfermedad por medio de los tejidos internos de la semilla (Araya, 2009).

La diseminación de la enfermedad se puede controlar con el uso de semilla certificada libre del patógeno, además de realizar un tratamiento previo a la semilla con productos químicos, la rotación de cultivos y la utilización de productos químico sintéticos principalmente a base de cobre (Araya, 2009).

4.7 Control de plagas

Durante el desarrollo del cultivo, las plagas producen diferentes tipos de daño y pueden ocasionar importantes pérdidas económicas. Según González (2009) y Arguedas (2006) las principales plagas que afectan el cultivo de frijol son:

- **Gusanos cortadores (*Agrotis sp.*, *Spodoptera sp.* y *Trichoplusia nii*):** estos son larvas que afectan principalmente las primeras etapas del cultivo, ya que cortan los tallos tiernos de las plántulas a nivel del suelo cuando emergen, se alimentan de cotledones y su incidencia se localiza en focos o puntos localizados en el cultivo; sin embargo el impacto puede ser generalizado con la incidencia de altas poblaciones. El control de la plaga se realiza con insecticidas granulados como el acefato; así como también aplicaciones de insecticidas líquidos cuando los daños sobrepasan el 20% de plantas dañadas.
- **Jobotos (*Phyllophaga spp.*):** es una de las principales plagas que afectan a la mayoría de cultivos en el país, los daños son ocasionados en estado larval, se distribuyen en parches localizados y se alimentan de las raíces de las plantas, causando el marchitamiento y volcamiento de plantas que disminuyen la productividad. Para reducir las poblaciones es necesario un monitoreo poblacional en la plantación, la eliminación de malezas, el uso de trampas para capturar a los adultos, adecuada preparación de suelo, el uso de productos químicos granulados como acefato y la curación de semillas con insecticidas protectores como los carbamatos.
- **Vaquitas:** es una de las plagas de mayor importancia en el cultivo, ya que existen alrededor de ocho géneros de este insecto que se relacionan con daños en frijol como lo son: *Acalymma spp.*, *Colaspis spp.*, *Cerotoma spp.*, *Diabrotica spp.*, *Lemas spp.*, *Nodonota spp.*, *Systema spp.* y *Omophoita spp.* El período crítico de la plaga se establece entre los 8 a 20 días después de la siembra; sin embargo se pueden presentar durante las fases de floración, formación y llenado de vainas. Los adultos se alimentan principalmente del follaje, cotledones y algunas veces de raicillas;

además pueden ser vectores de virus y enfermedades.

Se recomienda utilizar un manejo integrado de plagas, realizar monitoreos en la plantación, excelente manejo de rastrojos, rotación de cultivos y la eliminación de plantas hospederas; así como también utilizar barreras vivas con plantas medicinales que tienen función repelente y la aplicación de productos químicos cuando las poblaciones sobrepasen el umbral económico.

- **Babosa:** es el principal molusco que afecta al cultivo de frijol, son de hábito nocturno y durante el día se resguardan bajo los residuos vegetales en condiciones de alta humedad relativa o debajo del suelo. La babosa ocasiona grandes problemas a la planta desde la siembra hasta los 22 días después de la siembra, ya que raspan y destruyen plántulas, hojas y tallos. Se recomienda realizar control biológico al mantener enemigos naturales como insectos depredadores, aves y sapos; así como también, el uso de cebos, mecanización profunda, la recolección de residuos vegetales para la eliminación de huevos y un buen manejo posterior del rastrojo de la cosecha; además la utilización de cebos y las aradas profundas. Para el control químico se utilizan los caracolcidas al momento de la siembra, a los 8 y 15 días después de la siembra.
- **Lorito verde (*Empoasca kraemari Ross & More*):** esta plaga se considera como de las más importantes en América Latina, se encuentran en todas las épocas del año; sin embargo las poblaciones aumentan durante la época seca. Las ninfas atacan en las partes bajas de la planta, mientras que los adultos se distribuyen en forma generalizada y afecta durante todo el ciclo del cultivo. Los principales daños se observan después de la penetración del estilete, que obstruye los procesos de los haces vasculares, provoca encurvamiento de los márgenes de las hojas hacia abajo y un amarillamiento de los bordes de las hojas. Para el control de la plaga se recomienda el mismo combate para las vaquitas.
- **Mosca Blanca (*Bemisia tabaci* y *Trialeurodes vaporariorum*):** la mosca blanca es uno de los insectos que presentan una gran cantidad de hospederos y es uno de los principales vectores de virus; las ninfas y adultos se alimentan al introducir sus estiletes para succionar la savia de los tejidos, ocasionando deshidratación de tejidos, amarillamiento de las hojas, necrosis y por último defoliación. El control de las poblaciones se realiza básicamente con monitoreos constantes de la plantación, la rotación de cultivos, eliminación de malezas hospederas, el uso de barreras vivas, implementación de trampas pegajosas y la aplicación de insecticidas.
- **Chinche verde (*Nezara viridula(L)*):** las hembras de esta plaga colocan los huevos en las hojas y no tan comúnmente en las vainas; después de que emergen las ninfas empiezan a absorber la savia de los tejidos de la planta y una vez desarrolladas empiezan alimentarse de forma individual de las semillas dentro de las vainas. Además, ocasiona un amarillamiento en la planta, caída prematura de las vainas,

reduce la calidad y el desarrollo de los granos. Forma de combate: se puede realizar la aplicación de insecticidas pero sólo si el ataque es considerable. Algunos de los productos utilizados para el control de la plaga son los organofosforados y carbamatos.

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

En esta sección se describen los resultados del análisis de exposición para el cultivo de frijol considerando las condiciones de sitio/región versus sus potenciales amenazas climáticas y no climáticas. Para esto, se elaboró el mapa de ubicación espacial de las tres principales regiones frijoleras de producción de acuerdo al MAG, la cuales comprenden las zonas con mayor superficie de frijol cultivado en el territorio nacional. Seguidamente se llevó a cabo la identificación de los factores de exposición a los eventos climáticos y no climáticos a la que está expuesto el cultivo de frijol en las regiones productoras Huetar Norte y Brunca (*no se realizó el análisis de exposición para la región Chorotega*), por medio de consultas a realizadas a expertos locales, regionales y nacionales.

1. Ubicación espacial de las zonas productoras de frijol en Costa Rica

El cultivo del frijol, como se observa en la figura 2, se siembra con mayor cobertura en tres regiones del territorio nacional. La región frijolera Huetar Norte que comprende los cantones de Upala, Los Chiles y Guatuso de la provincia de Alajuela, la región frijolera Brunca, la cual comprende los cantones de Pérez Zeledón de la provincia de San José y Buenos Aires de la provincia de Puntarenas, y región frijolera Chorotega que comprende los cantones de La Cruz, Santa Cruz y Nicoya de la provincia de Guanacaste. Estas tres regiones en total suman el 98% de la producción nacional (SFE-MAG, 2017; CATIE, 2017).



Figura 2. Principales regiones frijoleras en Costa Rica
Fuentes: SFE-MAG, 2017; CATIE, 2017

2. Identificación de los factores de exposición a los eventos climáticos y no climáticos extremos que afectan la productividad en las regiones productoras de frijol, en Costa Rica

Para realizar el análisis de exposición se identificó y valoró el grado de impacto de los factores de exposición a eventos climáticos y no climáticos extremos que repercuten en el sistema productivo del frijol, así también se valoró el grado de impacto en cada etapa/fase fenológica del cultivo, esto para cada dos regiones productivas del país (región Huetar Norte y región Brunca). Los resultados de esta identificación obedecen a las consultas personalizadas que fueron realizadas a los expertos regionales y nacionales de instituciones como el MAG y el CNP. Asimismo, estos resultados fueron complementados y/o comparados con información secundaria existente, como, por ejemplo, la encontrada en la plataforma DESINVENTAR, y documentos del Instituto Meteorológico Nacional (IMN) y SFE-MAG.

Se presentan los resultados obtenidos para dos regiones productivas de frijol (región Huetar Norte y Brunca), con su grado de afectación, y resaltando los principales eventos climáticos que las impactan.

- **Región productiva Brunca**

Los resultados del análisis muestran los eventos climáticos y no climáticos que tienen mayor impacto sobre todo el sistema productivo y durante el desarrollo de cada fase fenológica del cultivo de frijol para la región productiva Brunca. La valoración global de los factores de exposición a los eventos climáticos y no climáticos, de acuerdo con el análisis de expertos es de 56,9 puntos caracterizando a la región productiva Brunca como una zona con un grado de exposición media afectación a la exposición climática.

En relación con el grado de afectación de los factores de exposición a los eventos climáticos y no climáticos en el sistema productivo de frijol para la región Brunca, se resumen a continuación:

Muy alta afectación:

- Erosión de suelos

Alta afectación:

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

En relación con el grado de muy alta a alta afectación agroclimática en cada etapa fenológica del cultivo de frijol para la **primera siembra**, se resaltan:

- Germinación y emergencia: etapa que tiene muy alta afectación por plagas como gusanos cortadores, joboto, babosa y grillos, y por enfermedades como Telaraña o Mustia. En relación con el grado de alta afectación por eventos climáticos se resalta la lluvia en exceso.
- Desarrollo vegetativo: muy alta afectación por enfermedades como la Telaraña o Mustia. Se menciona que existe alta afectación por déficit hídrico, plagas como

- vaquita, babosa, mosca blanca, grillos, enfermedades como mancha angular, Falsa mancha angular o Amachamiento, la antracnosis y Roya, y por falta de fertilidad.
- Prefloración y floración: muy alta afectación por temperaturas altas nocturnas, por enfermedades como Telaraña o Mustia, Mancha angular, Falsa mancha angular o Amachamiento y la Roya. Se tiene alta afectación por plagas como vaquita, mosca blanca, por enfermedad como Antracnosis y la falta de fertilidad.
 - Formación y llenados de vainas: muy alta afectación por enfermedades como Telaraña o Mustia, Mancha angular y Roya. En relación al grado de alta afectación se tiene el déficit hídrico, plaga como mosca blanca, enfermedad como Roya y por la falta de fertilidad.
 - Maduración: muy alta afectación por lluvia en exceso, por plagas como Telaraña o Mustia, Mancha angular y Roya. En relación al grado de alta afectación se tiene la humedad relativa en %, enfermedad como Antracnosis y la falta de fertilidad.

En relación con el grado de muy alta a alta afectación agroclimática en la etapa fenológica del cultivo de frijol para la **segunda siembra**, sobresalen:

- Germinación y emergencia: etapa que tiene muy alta afectación por déficit hídrico, por plaga como Grillos, enfermedad como Telaraña o Mustia. En relación con el grado de alta afectación se resalta las plagas como la babosa y la falta de fertilidad.
- Desarrollo vegetativo: muy alta afectación por enfermedad como la Telaraña o Mustia. Presenta alta afectación por el déficit hídrico, viento (>18Km/h), plagas como vaquita, babosa, mosca blanca y grillos, enfermedades como Mancha angular, Falsa mancha angular o Amachamiento, Antracnosis y Roya y por la falta de fertilidad.
- Prefloración y floración: muy alta afectación por enfermedades como Telaraña o Mustia, Mancha angular, Falsa mancha angular o Amachamiento y Roya. Se tiene alta afectación por lluvias en exceso, déficit hídrico, temperaturas extremas, plagas como vaquita, mosca blanca, enfermedad como Antracnosis y la falta de fertilidad.
- Formación y llenados de vainas: muy alta afectación por enfermedades como Telaraña o Mustia, Mancha angular y Roya; y alta afectación por lluvias en exceso, déficit hídrico, plagas como lorito verde y mosca blanca, enfermedad como Antracnosis y la falta de fertilidad.
- Maduración: muy alta afectación por enfermedades como Telaraña o Mustia y Mancha angular; y alta afectación se tiene déficit hídrico, plaga como lorito verde y por la falta de fertilidad.

La información descrita en los párrafos anteriores, se resume en la siguiente figura:

- **Región productiva Huetar Norte**

Los resultados del análisis muestran los eventos climáticos y no climáticos que tienen mayor impacto sobre todo el sistema productivo de frijol, y durante el desarrollo de cada fase fenológica del cultivo para la Región productiva Huetar Norte. La valoración global de los factores de exposición a los eventos climáticos y no climáticos, de acuerdo con el análisis de expertos, es de 73,8 puntos caracterizando a la región productiva Huetar Norte de alta afectación a la exposición climática. La información se sintetiza en la figura 4.

En relación con el grado de afectación de los factores de exposición a los eventos climáticos y no climáticos en el sistema productivo de frijol para la Región Huetar Norte, se resumen a continuación:

Muy alta afectación:

- Lluvias irregulares/variabilidad de las lluvias en el año
- Sequías
- Temperaturas extremas
- Fenómeno de El Niño
- Fenómeno de La Niña

Alta afectación:

- Inundaciones / anegamiento del cultivo por fuertes lluvias
- Erosión de suelos

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

- Germinación y emergencia: etapa que tiene muy alta afectación por las temperaturas máximas y mínimas, déficit hídrico, por las enfermedades como la Antracnosis, Roya y Bacteriosis común. Presenta alta afectación por las enfermedades como Mancha angular y Falsa mancha angular o Amachamiento.
- Desarrollo vegetativo: en el grado de alta afectación se tiene el viento (>18Km/h) y la falta de fertilidad de los suelos.
- Prefloración y floración: en esta etapa existe una muy alta afectación por lluvia en exceso o la falta de ella y por alta temperatura nocturna de acuerdo a los expertos consultados.
- Formación y llenado de vainas: en el grado de alta afectación se tiene la lluvia en exceso, por plagas gusanos cortadores, joboto, vaquita, babosa, lorito verde, mosca blanca, grillos y chinche verde, por enfermedad la Telaraña o Mustia, la falta de fertilidad, control de malezas y falta de encalado.
- Maduración: muy alta afectación por plagas como gusanos cortadores, Joboto, vaquita, babosa, lorito verde, mosca blanca, grillos y chinche verde, por las enfermedades como la Telaraña o Mustia, Mancha angular y Falsa mancha angular o Amachamiento, así como por la falta de control de malezas, fertilización y encalado. Presenta alta afectación por temperaturas altas diurnas y nocturnas, enfermedades como la Antracnosis, Roya y Bacteriosis común y falta de fertilidad.

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

Como complemento a los resultados presentados producto del análisis de la información existente y las consultas realizadas a los expertos regionales y nacionales sobre la recurrencia e impacto de los eventos climáticos y no climáticos en las regiones productivas del cultivo de frijol, a continuación, se describe de manera resumida los datos que existen en la base de datos del Sistema de Inventario de Efectos de Desastres (DesInventar) para las regiones frijoleras del país.

3.1 Base de datos DesInventar⁶

La base de datos disponible del sistema de inventario de efectos de desastres (DesInventar), para Costa Rica es del periodo 1968 al 2017, 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.

Seguidamente, se grafican los eventos de desastres de pequeños, medianos y grandes impactos (según la base de datos DesInventar) para las variables afectación agropecuaria y afectación a cultivos y bosque por hectáreas a nivel de los distritos con mayor superficie de frijol (región frijolera Huetar Norte, Brunca y Chorotega). Nota de aclaración: en la base de datos DesInventar, no existe la variable con afectación específica para el cultivo de frijol.

- **Región productiva Brunca**

Los gráficos muestran el valor porcentual por los tipos de eventos que han afectado al sector agropecuario y al sector de cultivos y bosques por hectáreas, en la región frijolera Brunca. Esta región comprende los distritos de Pilas, Colinas, Chánguena, Biolley, Potrero Grande, Buenos Aires, Volcán, Brunca del cantón de Buenos Aires, los distritos de Pejibaye, Río Nuevo, San Isidro de El General, San Pedro, Platanares, Rivas, Daniel Flores, Barú, Páramo, El General y Cajón del cantón de Pérez Zeledón, provincia de Puntarenas.

⁶ 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>

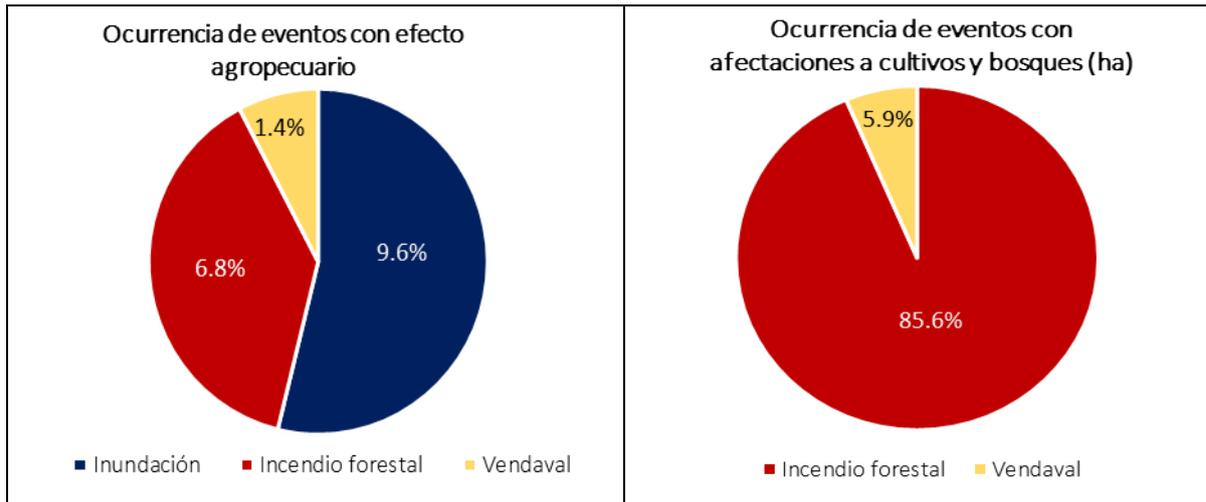


Gráfico 1. Valor porcentual por tipos de eventos que han afectado al sector agropecuario y a los cultivos y bosques por hectáreas en la región Brunca

- **Región productiva Huetar Norte**

Los gráficos muestran el valor porcentual por los tipos de eventos que han afectado al sector agropecuario y al sector de cultivos y bosques por hectáreas, en la región frijolera Huetar Norte. Esta región comprende los distritos de San José o Pizote, Delicias, Upala, Aguas Claras, Dos Ríos, Yolillal, Canalete, Bijagua del cantón de Upala, los distritos de Los Chiles, Caño Negro, El Amparo, San Jorge del cantón de Los Chiles, y los distritos de Buena Vista, San Rafael, Katira, Cote del cantón Guatuso, provincia de Alajuela.

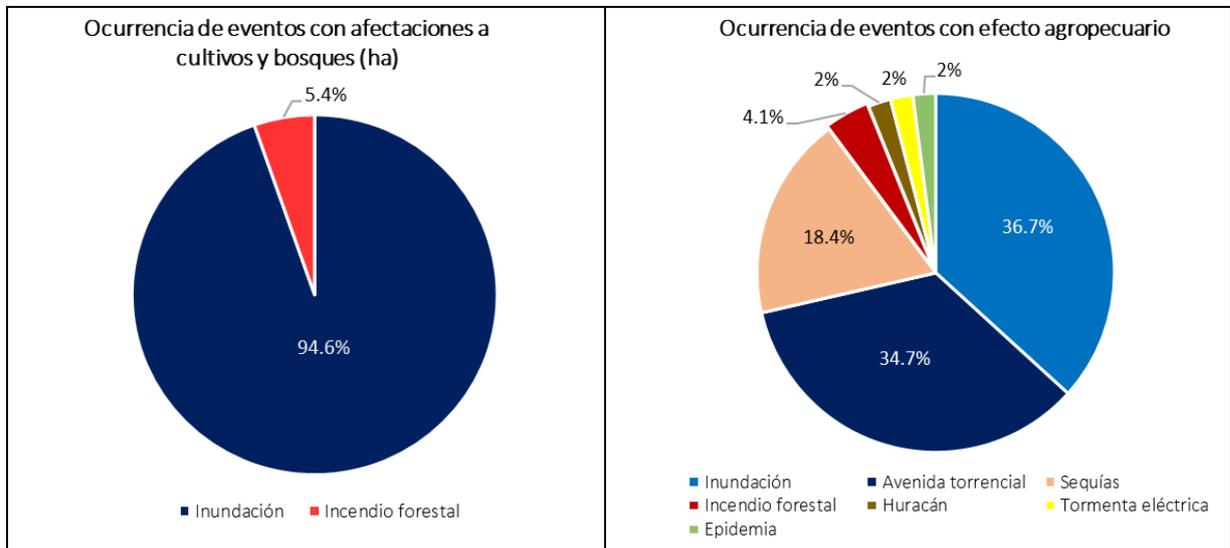


Gráfico 2. Valor porcentual por tipos de eventos que han afectado al sector agropecuario y a los cultivos y bosques por hectáreas en la región Huetar Norte

- **Región productiva Chorotega**

Los gráficos muestran el valor porcentual por los tipos de eventos que han afectado al sector agropecuario y al sector de cultivos y bosques por hectáreas, en la región frijolera Chorotega. Esta región comprende los distritos de Santa Cecilia, La Garita, La Cruz y Santa

Elena del cantón de La Cruz, los distritos Veintisiete de Abril, Cuajiniquil, Santa Cruz, Dirí y Tempate del cantón de Santa Cruz, y los distritos de Nicoya, Belén de Nosarita, Mansión, San Antonio, Nosara y Sámara del cantón de Nicoya, provincia de Guanacaste.

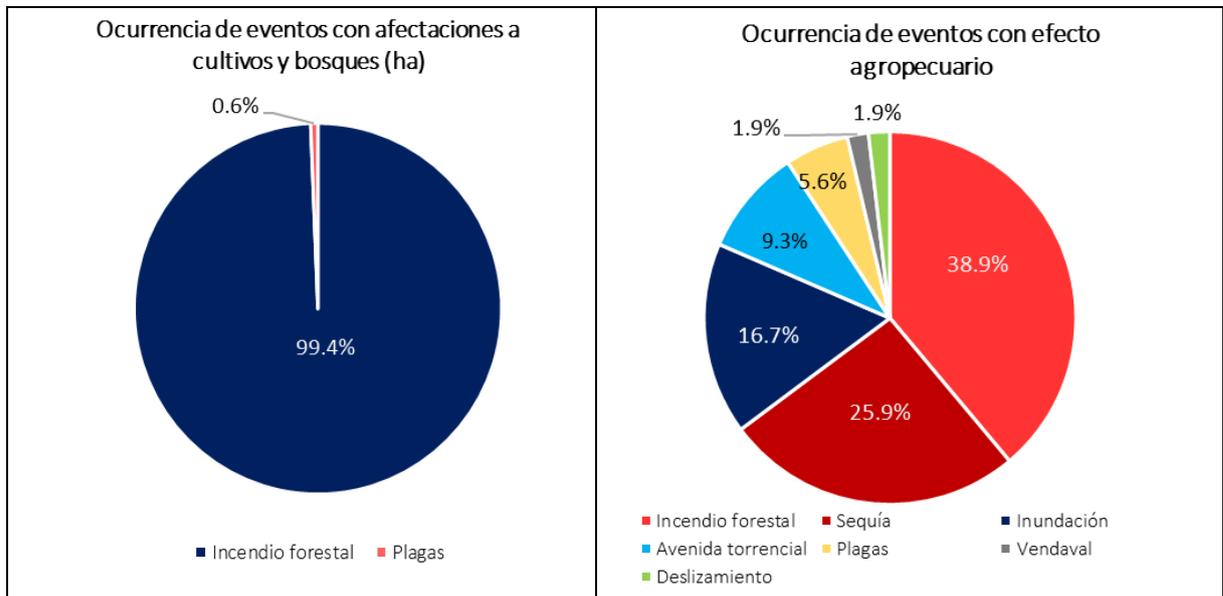


Gráfico 3. Valor porcentual por tipos de eventos que han afectado al sector agropecuario y a cultivos y bosques por hectáreas en la región Chorotega

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

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

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

En esta sección se reportan los resultados de las consultas realizadas para la identificación de prácticas en las regiones definidas como prioritarias por el Instituto Nacional de Seguros. La información presentada resume los principales eventos climáticos que afectan las diferentes fases del cultivo de frijol, así como las prácticas que los expertos recomiendan realizar para reducir o prevenir los impactos que generan los eventos sobre el cultivo en cada región productiva. Para un entendimiento de los términos de eventos climáticos y prácticas mencionadas, se elaboró un glosario que enmarca los conceptos utilizados durante las consultas y profundiza en las prácticas identificadas a través del estudio (ver Anexo 1).

1.1 REGIÓN PRODUCTIVA BRUNCA

De acuerdo con los resultados obtenidos de las entrevistas realizadas a expertos (técnicos y productores) para la identificación de prácticas para reducir/prevenir el impacto de los principales eventos climáticos en la zona productiva Brunca se obtuvo que la mayoría de eventos provocan los mismos impactos en todas las fases del cultivo. A continuación se describen los principales impactos y las prácticas identificadas a nivel general para todas las fases del cultivo.

- Impacto por altas temperaturas

Las altas temperaturas provocan la pérdida de humedad del suelo principalmente por evapotranspiración, lo que genera estrés hídrico dentro de la planta que genera atrasos fisiológicos en el desarrollo de las plantas y reduce la vigorosidad; el estrés calórico disminuye la tasa fotosintética de la planta debido al cierre estomático y a su vez, provoca alteraciones en los procesos de absorción y translocación de nutrientes necesarios para el desarrollo de la planta. Además, puede provocar quemaduras o golpes de sol por el impacto directo de la luz solar y aumenta los problemas causados por plagas.

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

1. Incorporación de fertilizante.
2. Incorporación de materia orgánica.
3. Cobertura vegetal.
4. Aplicación foliar.
5. Aplicación de insecticidas.

6. Variedades mejoradas.
7. Uso de datos climáticos (con la finalidad de realizar las aplicaciones preventivas y proteger el cultivo ante estas situaciones de estrés).
8. Aplicación de bioles.

- **Impacto por lluvias fuertes**

La fuerte intensidad de las lluvias provoca el arrastre de grandes cantidades de suelo principalmente en terrenos con pendientes muy pronunciadas, lo que ocasiona pérdidas de la capa fértil del suelo y el lavado de fertilizantes granulados aplicados en el desarrollo de la planta. Además, favorece la diseminación de enfermedades (hongos y bacterias) por medio del salpique de gotas en el suelo, escorrentía y el paso del personal al realizar las tareas del cultivo; así mismo, genera la proliferación de malezas que compiten con el cultivo por agua, luz y nutrientes.

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

1. Siembras a contorno.
2. Drenajes.
3. Incorporación de materia orgánica.
4. Cobertura vegetal.
5. Labranza mínima.
6. Incorporación de fertilizante.
7. Fertilización adecuada.
8. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos.
9. Aplicación de herbicidas.
10. Coberturas muertas.
11. Resiembra.
12. Uso de datos climáticos.
13. Rotación de cultivos (con la finalidad de romper ciclos de enfermedades y plagas).

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

La erosión y deslizamientos de tierra pueden provocar la pérdida de áreas efectivas en el área de siembra por lavado y arrastre de la capa fértil del suelo; dependiendo de las condiciones del terreno principalmente en alta pendiente, incrementa los porcentajes de pérdida de semillas y fertilizantes.

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

1. Siembras a contorno.
2. Mínima labranza.
3. Cobertura vegetal.
4. Barreras vivas.
5. Barreras muertas.

- **Impacto por fuertes vientos**

Los vientos fuertes pueden provocar el volcamiento de plantas en etapas avanzadas del cultivo, ocasionan daños físicos en la planta por el roce entre tallos y hojas; que

ocasionan la entrada de enfermedades. Además, los vientos diseminan organismos patógenos que se propagan rápidamente al resto de la plantación y ocasionan pérdidas económicas al disminuir los rendimientos y al aumentar la cantidad de dosis aplicar.

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

1. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos.
2. Aplicación foliar.
3. Barreras rompevientos.

- **Impacto por lluvias prolongadas**

Las lluvias prolongadas pueden causar la acumulación de agua o anegamiento en las áreas planas en la plantación que afecta el desarrollo fisiológico de la planta, ya que propician condiciones adversas como la reducción del oxígeno en el suelo (anoxia) y pérdida de vigor y anclaje por pudrición de raíces. La constante caída de lluvias ocasiona pérdidas de fertilizante por lixiviación y atrasa las labores del cultivo principalmente las aplicaciones de productos químicos preventivos para el control de enfermedades y plagas; además, aumenta la población de malezas que disminuye el rendimiento del cultivo por su alta competencia por nutrientes, agua y luz.

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

1. Siembras a contorno.
2. Drenajes.
3. Barreras muertas.
4. Cobertura vegetal.
5. Incorporación de materia orgánica.
6. Resiembra.
7. Tratamiento de semilla.
8. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos.
9. Aplicación de insecticidas.
10. Incorporación de fertilizante.
11. Variedades mejoradas (principalmente la resistencia a enfermedades y plagas).
12. Fertilización adecuada.

- **Impacto por sequías prolongadas**

Los eventos de sequía prolongada ocasionan la pérdida de humedad del suelo, estrés hídrico por déficit de agua y un consecuente atraso fisiológico en el desarrollo de la planta; además, disminuye el porcentaje de absorción y translocación de nutrientes por la poca disponibilidad de agua en el suelo, que reduce o detiene el proceso metabólico de planta. Las épocas secas incrementa las poblaciones de plagas como grillos y jobotos (estos últimos afectan más en la segunda siembra también conocida como la siembra veranera); como también aumenta las pérdidas de fertilizante por volatilización.

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

1. Ajuste de la época de siembra (la siembra se ajusta al periodo donde se tenga la apropiada humedad y temperatura del terreno, para propiciar una

adecuada germinación. Se recomiendan las épocas de entrada del invierno que para la zona se da en el mes de mayo).

2. Siembras a contorno.
3. Cobertura vegetal.
4. Incorporación de materia orgánica (utilización de materiales como gallinaza, boñiga, abono orgánico y rastros de siembras anteriores tratados adecuadamente).
5. Rotación de cultivos.
6. Mínima labranza.
7. Variedades mejoradas.
8. Uso de datos climáticos.
9. Tapar semilla con suelo.
10. Aplicación insecticidas.
11. Resiembra.
12. Riego.
13. Incorporación de fertilizante.
14. Fertilización adecuada.
15. Control biológico.
16. Aplicación foliar.
17. Aplicación de bioles.

- **Impacto por luminosidad (baja intensidad de luz)**

La luminosidad (baja intensidad) puede provocar un atraso en el desarrollo fisiológico de la planta, ya que esta requiere de suficiente energía solar para llevar a cabo los procesos metabólicos como fotosíntesis. También es posible que se promueva un crecimiento acelerado de las guías del frijol, ya que la planta tiende a buscar fuentes de luz; este crecimiento fototrópico de las guías tiene como resultado la formación de plantas débiles con guías largas que posteriormente atrasarán las labores de cosecha y proporciona mayor susceptibilidad a problemas de enfermedades y plagas.

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

1. Aplicación foliar.
2. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos.
3. Aplicación de insecticidas.
4. Utilizar bajas densidades de siembra (principalmente para la primera siembra o siembra de invierno).

- **Impacto por tormentas tropicales, huracanes y tornados**

Las tormentas tropicales, huracanes y tornados pueden provocar principalmente la pérdida del cultivo en general y pérdida de áreas efectivas por deslizamientos; además provoca anegamiento en la plantación, reducción de oxígeno en el suelo (anoxia), baja germinación y disminución en los rendimientos por hectárea.

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

1. Ajuste de la época de siembra.

2. Selección de áreas sin riesgo para el cultivo.
3. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos.

De acuerdo con los resultados obtenidos de las entrevistas realizadas a expertos (técnicos y productores) en la zona productiva Brunca, se identificaron los impactos específicos para cada fase del cultivo, como se observa en el cuadro 4.

Cuadro 4. Identificación de impactos específicos para cada fase productiva del cultivo de frijol para la región Brunca.

Fase fenológica	Germinación y emergencia	Crecimiento vegetativo	Prefloración	Floración	Formación y llenado de vainas	Maduración
Alta temperatura	Limita o inactiva a la semilla para realizar los procesos necesarios para la germinación.	Ocasiona quemaduras en hojas y brotes jóvenes.	Aborto del botón floral	Aborto de flores	Causa el aborto de vainas jóvenes, reduce el número de semillas por vaina, el tamaño de la semilla e incluso se puede llegar a tener el vaneamiento de vainas	Incide en la calidad y desarrollo del grano
Lluvias fuertes	Pérdida de semillas por erosión, que son lavadas y arrastradas fuera de los surcos donde fueron depositadas en la siembra.	ND	Provoca caída de flores	Provoca caída de flores	Volcamiento de plantas.	Incide directamente sobre la calidad y desarrollo de la semilla, ocasiona el manchado de grano; puede germinar el grano en la planta y pudrir las vainas y granos.
Fuertes vientos	ND	ND	Provoca caída de flores.	Provoca caída de flores.	Volcamiento de plantas.	Pérdida de calidad del grano, ya que al volcarse queda susceptible al ataque de plagas y enfermedades.
Lluvias prolongadas	Baja germinación por pérdida de semilla, pudrición de semilla por el exceso de humedad y la poca cantidad de oxígeno disponible.	ND	Disminuye la inducción floral.	Provoca caída de flores.	Reduce la calidad y el desarrollo de granos.	Incide directamente sobre la calidad y desarrollo de la semilla, ocasiona el manchado de grano; puede germinar el grano en la planta y pudrir las vainas y granos.
Sequías prolongadas	Disminuye el porcentaje de germinación y las plántulas emergidas	Pérdida de plantas.	Atraso en el inicio de la floración y un posible aborto del	Provoca el aborto de la floración.	Provoca deshidratación y pérdida de turgencia de las hojas, un menor	Disminuye los días a la madurez fisiológica y los días de llenado

	mueren al no disponer de agua suficiente para llevar a cabo sus funciones metabólicas		botón floral		número de vainas por planta (de menor grosor y tamaño), y finalmente una reducción en el rendimiento.	de grano, lo que incide directamente sobre la productividad de la plantación
Altas temperaturas nocturnas			Causa la disminución de la inducción floral e incluso puede llegar a causar el aborto de flor.	Causa la disminución de la inducción floral e incluso puede llegar a causar el aborto de flor.		

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

A continuación se presenta la información recabada a través de las consultas realizadas a los expertos de la región Brunca sobre las barreras existentes para la implementación de prácticas para reducir el impacto de eventos climáticos en el sistema de producción de frijol. En el cuadro 5 se resumen las barreras de tipo económica, sociocultural o institucional identificadas para cada una de las prácticas.

Cuadro 5. Barreras identificadas por los expertos de la región Brunca para la implementación de prácticas de adaptación en el cultivo de frijol

Práctica	Barrera	Motivo
Aplicación de bioles	Institucional	Falta de capacitación o acceso a servicios de extensión por parte de entidades expertas en el cultivo para dar a conocer los beneficios de la aplicación de esta práctica.
	Sociocultural	Los productores no hacen uso de este tipo de productos por desconocimiento de la práctica. Además expresan mayor confianza hacia productos químicos comerciales, ya que según su criterio, los resultados se expresan más rápidamente en el cultivo.
Aplicación de fungicidas preventivos y curativos	Económica	La mayoría de productores realizan las aplicaciones correspondientes, no obstante, en ocasiones la práctica se ve limitada por el factor económico ya que los productores no cuentan con los recursos monetarios para adquirir los productos, ya sea porque se atrasan los pagos de las cosechas vendidas o bien porque las casas comerciales o entidades gubernamentales no financian a los productores.
	Sociocultural	En ocasiones los productores hacen uso irracional de estos productos, ya que culturalmente existe la costumbre de agregar más producto del indicado.
Aplicación de herbicidas	Económica	Por lo general las aplicaciones si se realizan. En ocasiones la práctica se ve limitada por la falta de recurso monetario para la compra de productos. No hay financiamiento para los productores y en ocasiones los compradores se atrasan los pagos por la compra de la cosecha.

Aplicación de insecticidas	Económica	La mayoría de productores si realizan las aplicaciones, no obstante en ocasiones la práctica se ve limitada por el factor económico ya que los productores no cuentan con los recursos monetarios para adquirir los productos, ya sea porque se atrasan los pagos de las cosechas vendidas o bien porque las casas comerciales o entidades gubernamentales no financian a los productores.
	Sociocultural	Los productores hacen uso irracional de estos productos, ya que culturalmente existe la costumbre de agregar más producto del indicado.
Aplicación foliar	Económica	Esta práctica se ve limitada por el costo que tienen los productos, ya que los productores no cuentan con la capacidad económica para adquirirlos y las casas comerciales o entidades gubernamentales pocas veces financian a los productores.
	Sociocultural	Algunos productores no están acostumbrados a realizar prácticas preventivas o consideran innecesarias las aplicaciones foliares.
Barreras muertas	Sociocultural	Los productores no están acostumbrados a realizar la práctica. Por el contrario, tratan de eliminar todo tipo de material que puede servir de barrera o cobertura en el suelo con el objetivo de despejar el suelo para facilitar labores posteriores como la siembra.
Barreras rompevientos	Económica	Implica un costo adicional a las prácticas que comúnmente se realizan para el manejo del cultivo.
	Sociocultural	Algunos productores consideran que es una práctica innecesaria ya que la incidencia de vientos fuertes que causen algún impacto al cultivo en la región es poca.
Barreras vivas	Económica	Implica un costo adicional a las prácticas que comúnmente se realizan para el manejo del cultivo.
	Institucional	Poca disponibilidad de material vegetativo o de semilla, como el caso del pasto Vetiver.
Coberturas vegetales	Sociocultural	Según los expertos la quema de rastrojos es una práctica común que se realiza para facilitar labores la siembra ya que para la región se realiza de forma manual. No se consideran los efectos negativos que se generan al realizar esta práctica, por lo que hay desconocimiento en temas de uso de cobertura vegetal para la conservación de suelos.
Control biológico	Institucional	Falta de capacitación o acceso a servicios de extensión por parte de entidades expertas en el cultivo para dar a conocer los beneficios de la aplicación de esta práctica.
	Sociocultural	Los productores expresan desconocimiento y poca confiabilidad sobre los resultados de implementar esta práctica.
Cosecha oportuna	Económica	La cosecha se trata de realizar oportunamente pero en ocasiones es limitada por la disponibilidad de mano de obra así como disponibilidad económica para el pago de la misma. Organizaciones o asopros cuentan con el equipo para realizar esta labor, pero aumenta los costos.
Drenajes	Económica	Alto costo para la implementación de la práctica, además muchos productores alquilan el terreno donde siembran, por lo que no están dispuestos a invertir en terrenos que no son propios.

	Sociocultural	<p>Los productores expresan que por la topografía del terreno la labor no es necesaria, solo en algunas áreas determinadas. Además, no están acostumbrados a realizar la práctica de forma preventiva, sólo en ocasiones se realiza en caso de considerarse necesario.</p> <p>Limitada disponibilidad de mano de obra y tiempo para dedicar a este tipo de labores, ya que muchos productores no sólo se dedican al cultivo de frijol.</p>
Época de siembra	Económica	<p>Los productores expresan que en ocasiones la época en la que siembran no es la recomendada en términos de clima, no obstante siembran porque en muchos casos ellos rotan el frijol con otras actividades, por lo que deben adelantar o atrasar para poder suplir las necesidades de tiempo de las demás actividades. Además, en ocasiones se trata de adelantar para poder obtener mejores precios al momento de cosecha, sin embargo la disponibilidad de mano de obra y recurso económico para pagar la cosecha es una limitante. También puede suceder que los productores no cuenten con la solvencia económica para poder realizar la compra de semillas e insumos necesarios en el momento ideal para realizar la siembra.</p>
	Sociocultural	<p>Es una tradición o costumbre realizar la siembra en las mismas épocas, y la decisión se basa en las observaciones del clima y la experiencia adquirida. En ocasiones las fechas de siembra varían levemente por factores como el tiempo y la disponibilidad de mano de obra para estas épocas.</p>
Fertilización adecuada	Sociocultural	<p>Los productores están acostumbrados a emplear los mismos fertilizantes y las mismas dosis, las cuales no necesariamente responden a los requerimientos del cultivo ni a la disponibilidad de nutrientes en el suelo, pues no se acostumbra hacer análisis de suelo y cuando se le brinda el servicio no muestran interés en la práctica.</p>
Incorporación de fertilizante	Económica	<p>Alto costo de realizar la práctica, ya que las labores en frijol para la región se realizan de forma manual.</p>
	Sociocultural	<p>En la región las labores de fertilización se hacen manualmente, por lo que no se acostumbra realizar esta práctica ya que haría más lento el proceso.</p>
Incorporación de materia orgánica	Económica	<p>Alto costo de inversión para la compra de materia orgánica y para la incorporación de esta en el suelo. La disponibilidad de abonos orgánicos en la región es escasa por lo que incrementa el costo.</p>
	Institucional	<p>Falta de capacitación o acceso a servicios de extensión por parte de entidades expertas en el cultivo para dar a conocer los beneficios de la aplicación de esta práctica.</p>
	Sociocultural	<p>Los productores prefieren hacer uso de fertilizantes químicos ya que ven los resultados en la planta más rápidamente. Además, algunos productores no están dispuestos a invertir mejoras en terrenos que no son propios, ya que una gran parte trabajan en terrenos alquilados y al no realizar dichas prácticas, las consecuencias se reflejan en los rendimientos.</p>
Labranza mínima	Económica	<p>No se realiza inversión en prácticas como arado con bueyes ya que son más lentas, existe poca disponibilidad y pueden resultar más costosas. Además muchos productores evitan invertir en mejoras</p>

		ya que las tierras no son propias.
	Sociocultural	Los productores no tienen claridad sobre el efecto de la mecanización intensiva del suelo, por lo que no buscan alternativas para evitar la erosión de suelo.
Repelentes naturales	Institucional	Falta de capacitación o acceso a servicios de extensión por parte de entidades expertas en el cultivo para dar a conocer los beneficios de la aplicación de esta práctica.
	Sociocultural	Algunos productores expresan desconocimiento y poca confiabilidad sobre los resultados de esta práctica.
Resiembra	Económica	Alto costo de inversión en la semilla (certificada o autorizada), sumado al costo de mano de obra para realizar la siembra.
	Sociocultural	Si la plantación no es nada uniforme, algunos productores realizan una aplicación de herbicidas para matar todo el cultivo, y hacen la siembra nuevamente para tener un cultivo con un mismo nivel de desarrollo (siempre y cuando aún se mantenga dentro de los rangos óptimos de tiempo para realizar siembra).
Riego	Económica	Alto costo de inversión en materiales y equipos requeridos para el establecimiento de un sistema de riego, así como poca disponibilidad de fuentes de agua en las fincas.
Rotación de cultivos	Sociocultural	Esta es una práctica que si se realiza comúnmente en la región con el objetivo de romper los ciclos de plagas y enfermedades. La mayoría de productores realiza rotación de cultivos con ciclos de maíz principalmente pero también se usa jengibre, tiquizque, ayote entre otros.
Selección de áreas sin riesgo para el cultivo	Económica	Algunos productores no tienen la solvencia económica para alquilar las tierras más aptas o para comprar tierras seguras con buenas condiciones de suelo, por lo que se ven en la necesidad de cultivar en las tierras que tengan disponibles aunque no necesariamente sean las más aptas.
Siembras a contorno	Económica	Alto costo de inversión para implementar la práctica para darle mantenimiento. En muchos casos los terrenos son alquilados y los productores no están dispuestos a invertir en mejoras. Además, según los productores, el cultivo no cubre los costos para poder realizar esta práctica y no hay un incentivo económico para realizar la práctica. El arado de suelo con bueyes en pendientes pronunciadas no se realiza por alto costo, y porque es una tarea más lenta.
	Institucional	Falta de capacitación o acceso a servicios de extensión por parte de entidades expertas en el cultivo para dar a conocer los beneficios de la aplicación de esta práctica.
	Sociocultural	Los productores expresan desconocimiento de la práctica y de sus resultados en relación con la mejora del sistema productivo. También mencionan la poca disponibilidad de tiempo que tienen para realizar prácticas extras a las del manejo convencional que ya realizan.
Tapar semilla con suelo	Sociocultural	Por lo general se trata de hacer, solo que en ocasiones, cuando se realiza la labor de siembra de forma rápida, el productor no se asegura de que la semilla quede bien tapada.
Trampas	Institucional	Falta de capacitación o acceso a servicios de extensión por parte de entidades expertas en el cultivo para dar a conocer los

		beneficios de la aplicación de esta práctica. Falta implementación de programas o investigación específica para el cultivo de frijol y coordinación con entes académicos que realicen investigación.
	Sociocultural	Los productores expresan desconocimiento y poca confiabilidad sobre los resultados de la implementación de esta práctica.
Tratamiento de semilla	Económica	La práctica se ve limitada por la falta de dinero para la compra de los productos necesarios para el tratamiento de la semilla. Además, existen pocas opciones de financiamiento para productores.
	Institucional	Falta de capacitación o acceso a servicios de extensión por parte de entidades expertas en el cultivo para dar a conocer los beneficios de la aplicación de esta práctica.
	Sociocultural	No se acostumbra de curar semillas ya que no lo ven necesario.
Uso de datos climáticos	Institucional	Existe la necesidad de llevar a cabo capacitaciones desde las instituciones tanto del gobierno como de las mismas asociaciones de productores sobre el uso de información climática para la planificación de actividades en finca.
	Sociocultural	Los productores expresan cierta desconfianza sobre la información climática que es facilitada por el IMN.
Utilizar bajas densidades de siembra	Sociocultural	Por lo general es una práctica que si se aplica, los productores tratan de manejar las densidades recomendadas.
Variedades mejoradas	Económica	Alto costo de la semilla (certificada y autorizada). Los productores prefieren utilizar semilla que separan de su propia cosecha, ya que el costo de la semilla certificada y autorizada es mayor al precio de pago de la semilla cosechada.
	Sociocultural	Los productores se acostumbran a utilizar las mismas variedades por los resultados obtenidos. Algunos expresan desconfianza en las semillas certificadas o autorizadas por malas experiencias que han tenido con estos materiales como bajos rendimientos o pérdidas del cultivo que se lo atribuyen a la semilla. Muchos productores reutilizan del material cosechado para utilizar como semillas, ignorando los problemas que se generan por el uso de esa material.

1.2 REGIÓN PRODUCTIVA HUETAR NORTE

De acuerdo con los resultados obtenidos de las entrevistas realizadas a expertos (técnicos y productores) para la identificación de prácticas para reducir/prevenir el impacto de los principales eventos climáticos en la zona productiva Huetar Norte, podemos definir que la mayoría de eventos climáticos en la zona, provocan los mismos impactos en todas las fases del cultivo. A continuación se describen los principales impactos y las prácticas identificadas a nivel general para todas las fases del cultivo.

- Impacto por altas temperaturas

La elevación de la temperatura por períodos prolongados puede provocar estrés calórico; este estrés ocasiona la reducción del crecimiento vegetativo y reproductivo al disminuir la cantidad de agua disponible en el suelo y al causar daños irreversibles en el metabolismo de la planta. Las altas temperaturas disminuyen la absorción de nutrientes necesarios para el desarrollo de la planta, restringe la translocación de fotoasimilados hacia los órganos reproductivos y ocasiona una reducción de la tasa fotosintética por el cierre estomático; además, disminuye los rendimientos por pérdida de vigor y aumenta la susceptibilidad de la planta al ataque de enfermedades y plagas.

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

1. Época de siembra.
2. Tapar semilla con suelo*.
3. Uso de datos climáticos.
4. Riego.
5. Aplicación foliar.
6. Fertilización adecuada.
7. Aplicación de insecticida.
8. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos.

*Se recomienda colocar la semilla en el fondo del hoyo de 3 a 5 centímetros de profundidad y cubrirla con suelo para protegerla y propiciar el medio ideal para activar la germinación. Si la semilla queda expuesta y no se tiene la suficiente humedad disponible es posible tener un atraso de la germinación e incluso la pérdida de la semilla por estrés térmico y golpes de sol.

- Impacto por lluvias fuertes

Las lluvias fuertes provocan pérdidas por lavado de fertilizante, este impacto se presenta principalmente en terrenos con pendientes pronunciadas, a los cuales no se les realizó una adecuada preparación para contrarrestar las escorrentías; la caída de lluvias fuertes provocan estrés hídrico en la planta por exceso de humedad que favorece la diseminación de enfermedades (hongos y bacterias) por medio del salpique de gotas en el suelo, escorrentía y el paso del personal al realizar las tareas del cultivo. Además, activa la germinación del banco de semillas de malezas que se encuentran en el suelo y disminuye el crecimiento de la planta de frijol por la competencia por nutrientes, agua y luz; como también ocasiona pérdidas de fertilizante por lixiviación y el aumento de problemas por enfermedades y plagas.

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

1. Ajuste de la época de siembra.

1. Uso de datos climáticos.
2. Siembras en surco
3. Drenajes.
4. Incorporación de fertilizante.
5. Resiembra.
6. Tratamiento de semilla.
7. Selección de áreas sin riesgo para el cultivo.
8. Fertilización adecuada.
9. Aplicación de herbicidas.
10. Aplicación foliar.
11. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos.

Para el caso de la incorporación adecuada de fertilizante, se recomienda que al realizar la incorporación al momento de siembra o en etapas iniciales del cultivo, el fertilizante debe quedar separado de las semillas o de la plántula para evitar la quema. En caso de las aplicaciones mecanizadas existen sembradoras modernas como las sembradoras de precisión que ayudan a reducir estos impactos.

- **Impacto por erosión de suelo**

La erosión puede provocar lavado y arrastre de materiales que provocan la pérdida de fertilidad del suelo y erosión; como también ocasiona la pérdida de semillas o de plántulas germinadas en las áreas afectadas por la erosión.

Práctica recomendada para reducir/prevenir el impacto de erosión y deslizamientos de tierra:

1. Siembras a contorno.
2. Mínima labranza.
3. Cobertura vegetal.
4. Coberturas muertas.

En la Región Huetar Norte las siembras se realizan comúnmente contra pendiente. No se construye un sistema con curvas a nivel como tal, pero al menos las siembras en contra de la pendiente pueden reducir el riesgo de erosión.

- **Impacto por fuertes vientos**

La alta velocidad de los vientos provoca el volcamiento de plantas en etapas avanzadas del cultivo, ocasionan daños físicos en la planta por el roce entre tallos y hojas.

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

1. Barreras rompevientos.

- **Impacto por lluvias intermitentes y fuera de estación**

Las lluvias intermitentes y fuera de estación pueden resultar beneficiosas si estas ocurren posteriores a un periodo de sequía; sin embargo, el aumento de la humedad relativa puede provocar la proliferación de plagas y enfermedades. Al final del ciclo, el aumento de humedad por lluvias intermitentes, provoca que la semilla absorba agua al momento del secado y comience a generar arrugas a nivel de tegumento o deformidades que serán castigadas en la calidad del producto final.

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

1. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos.
2. Buena preparación de suelos.
3. Uso de semilla certificada.
4. Aplicación de insecticidas.
5. Utilización de carpas o micro-túneles para evitar que la semilla se moje después de la cosecha.

- **Impacto por lluvias prolongadas**

Las lluvias prolongadas pueden provocar condiciones de anegamiento en la parcela, lo cual afecta el desarrollo fisiológico de la planta. También pueden propiciar las condiciones adecuadas para un aumento de malezas, enfermedades y plagas como la babosa, vaquita, gusanos entre otros. La caída de lluvia constante por varios días, ocasiona atrasos en la aplicación de productos químicos y fertilizantes; ya que si se realiza alguna aplicación, aumenta la probabilidad que hayan pérdidas por lixiviación de productos. Además, provoca el arrastre de partículas de suelo que generan la exposición de raíces de la planta y causa la entrada de enfermedades y plagas que determina bajos rendimientos para el cultivo.

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

1. Época de siembra.
2. Drenajes.
3. Incorporación de fertilizante.
4. Selección de áreas sin riesgo para el cultivo.
5. Resiembra (se recomienda en la fase de emergencia).
6. Tratamiento de semilla.
7. Uso de fertilizantes de lenta liberación.
8. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos.
9. Aplicación de insecticidas.
10. Uso de datos climáticos.
11. Fertilización adecuada.
12. Monitoreos.
13. Aplicación de herbicidas.
14. Cosecha oportuna.
15. Utilización de carpas o micro-túneles para evitar que la semilla se moje después de la cosecha.

- **Impacto por frentes fríos**

Los frentes fríos provocan el aborto de flor, lo que incide negativamente sobre el rendimiento de la plantación.

Práctica recomendada para reducir/prevenir el impacto de frentes fríos:

1. Ajuste de la época de siembra.

- Impacto por sequías prolongadas

Los eventos de sequía prolongada ocasionan la pérdida de humedad del suelo, estrés hídrico por déficit de agua y un consecuente atraso fisiológico en el desarrollo de la planta; además, disminuye el porcentaje de absorción y translocación de nutrientes por la poca disponibilidad de agua en el suelo, que reduce o detiene el proceso metabólico de planta. Las épocas secas incrementa las poblaciones de plagas como grillos y jobotos; como también aumenta las pérdidas de fertilizante por volatilización.

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

1. Ajuste de la época de siembra*.
2. Incorporación de fertilizante.
3. Tapar semilla con suelo.
4. Tratamiento de semilla.
5. Resiembra.
6. Riego.
7. Aplicación de insecticidas.
8. Uso de variedades tolerantes.
9. Fertilización adecuada.

*La siembra se ajusta al periodo donde se tenga la apropiada humedad y temperatura del terreno para propiciar una adecuada germinación. En la región los expertos recomiendan como épocas ideales la entrada del invierno, iniciando en el mes de noviembre y el uso de variedades resistentes a la sequía para reducir pérdidas.

- Impacto por tormentas tropicales, huracanes y tornados

Las tormentas tropicales, huracanes y tornados provocan baja germinación por pérdida de semillas que son lavadas o arrastradas fuera de los surcos donde fueron depositadas en la siembra, o inclusive por el anegamiento que se pueda generar en la plantación. También es posible tener un aumento de malezas así como lavado de fertilizantes. Adicionalmente, estos eventos ocasionan un atraso en la ejecución de prácticas requeridas para el manejo del cultivo, como lo sucedido en el año 2016 con la presencia del huracán Otto, en donde las prácticas de preparación de terreno para siembra se atrasaron a tal punto que los productores decidieron no sembrar. Algunos productores que sembraron fuera de época reportaron serias pérdidas en el cultivo por falta de recurso hídrico en las etapas críticas del cultivo como prefloración, floración, formación y llenado de vainas.

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

1. Uso de datos climáticos.
2. No realizar siembra.
3. Drenajes.
4. Selección de áreas sin riesgo para el cultivo.

- Impacto por luminosidad (baja intensidad)

La luminosidad (baja intensidad) provoca un atraso fisiológico en el desarrollo de planta; ya que es un organismo con una gran demanda de luz y con suma importancia para llevar a cabo sus procesos metabólicos de fotosíntesis. Además, es posible que se

active el crecimiento acelerado de las guías, ya que tienen a buscar la fuente de luz y eso permite el crecimiento fototrópico de las guías; lo que significa que las plantas sean débiles, susceptibles a enfermedades y ocasionen atrasos en las labores de cosecha y trillado.

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

1. Aplicación foliar.
2. Fertilización adecuada.
3. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos.

De acuerdo con los resultados obtenidos de las entrevistas realizadas a expertos (técnicos y productores) en la zona productiva Huetar Norte, se identificaron los impactos específicos para cada fase del cultivo, como se observa en el cuadro 6.

Cuadro 6. Identificación de impactos específicos para cada fase productiva del cultivo de frijol para la región Huetar Norte.

Fase fenológica	Germinación y emergencia	Crecimiento vegetativo	Prefloración	Floración	Formación y llenado de vainas	Maduración
Alta temperatura	Ocasiona reducción en la germinación y disminuye la uniformidad de la plantación.	Ocasiona quemaduras en hojas y brotes jóvenes.	Daña los órganos reproductivos de la planta y reduce la viabilidad del polen.	causa una baja polinización incluso hasta llegar a ocasionar el aborto de flor	Causa el aborto de vainas jóvenes, reduce el número de semillas por vaina, el tamaño de la semilla e incluso se puede llegar a tener el vaneamiento de vainas	Ocasiona menor translocación de asimilados hacia los órganos reproductivos debido a la reducción del contenido de humedad en los tejidos foliares, que resultan en mala formación y calidad de los granos que se forman
Lluvias fuertes	Pérdida de semillas por erosión, que son lavadas y arrastradas fuera de los surcos donde fueron depositadas en la siembra.	ND	Disminuye el porcentaje de polinización (según sea la intensidad de la lluvia) y el aborto de flor	Provoca caída de flores	Volcamiento de plantas.	Atraso en la cosecha y aumenta las posibilidades de infecciones fungosas en el grano.
Fuertes	ND	ND	ND.	Provoca	Volcamiento	ND

vientos				caída de flores.	de plantas.	
Lluvias intermitentes y fuera de estación	ND	ND	ND	ND	ND.	Genera arrugas a nivel de tegumento o deformidades a la semilla.
Lluvias prolongadas	Pudrición de semilla por el exceso de humedad.	ND	Disminuye la cantidad de polen y inducción floral.	Provoca caída de plantas y flores.	Incide directamente sobre la calidad y desarrollo de la semilla, ocasiona el manchado de grano; puede germinar el grano en la planta y pudrir las vainas y granos.	Ocasiona retrasos al momento de la cosecha, ya que las plantas arrancadas se colocan en el suelo; este debe estar seco para evitar el desarrollo de enfermedades y la pérdida de calidad
Sequías prolongadas	Disminuye el porcentaje de germinación y las plántulas emergidas mueren al no disponer de agua suficiente para llevar a cabo sus funciones metabólicas	Pérdida de plantas.	Atraso en el inicio de la floración y baja polinización	Floración poco uniforme y aborto de flores	Provoca deshidratación y pérdida de turgencia de las hojas, un menor número de vainas por planta (de menor grosor y tamaño), y finalmente una reducción en el rendimiento.	Beneficia para mejorar el secado del grano.

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

A continuación se presenta la información recabada a través de las consultas realizadas a los expertos de la región Huetar Norte sobre las barreras existentes para la implementación de prácticas para reducir el impacto de eventos climáticos en el

sistema de producción de frijol. En el cuadro 7 se resumen las barreras de tipo económica, sociocultural o institucional identificadas para cada una de las prácticas.

Cuadro 7. Barreras identificadas por los expertos de la región Huetar Norte para la implementación de prácticas de adaptación en el cultivo de frijol

Práctica	Barrera	Motivo
Agotamiento del banco de semillas de malezas con adecuada preparación de suelo	Económica	Alto costo que conlleva el alquiler de maquinaria requerida, debido a la cantidad de pasadas que son necesarias para llevar a cabo este control adecuadamente.
	Sociocultural	No se acostumbra a realizar la práctica, los productores tienen a utilizar herbicida para realizar la siembra rápido.
Aplicación de fungicidas preventivos y curativos	Económica	Por lo general se realizan las aplicaciones correspondientes, sin embargo a veces la práctica se ve limitada por el factor económico ya que no cuentan con el dinero para adquirir los productos. Esta situación que se presenta comúnmente en productores pequeños.
	Sociocultural	En ocasiones los productores hacen uso irracional de estos productos, ya que culturalmente existe la costumbre de agregar más producto del indicado. Por otro lado, a muchos productores no les gusta invertir en prácticas preventivas para el control de enfermedades.
Aplicación de herbicidas	Sociocultural	Por lo general las aplicaciones si se realizan.
Aplicación de insecticidas	Económica	Por lo general se tratan de realizar las aplicaciones que se consideren necesarias, sin embargo a veces no se cuenta con el recurso económico suficiente para adquirir los productos. Esta situación es usual en pequeños productores, que además no cuentan con financiamiento.
	Sociocultural	Por lo general se trata de realizar las aplicaciones correspondientes, principalmente los grandes productores.
Aplicación foliar	Económica	Por lo general se tratan de realizar las aplicaciones que se consideren necesarias, sin embargo a veces no se cuenta con el recurso económico suficiente para adquirir los productos. Esta situación es usual en pequeños productores, que además no cuentan con financiamiento.
	Sociocultural	Algunas veces existe desconocimiento por parte de los productores sobre los beneficios de la práctica, e incluso desconfían en los resultados de este tipo de aplicaciones.
Cosecha oportuna	Económica	La cosecha se trata de realizar oportunamente pero

		la disponibilidad de mano de obra es una limitante.
Drenajes	Económica	Alto costo para la implementación de la práctica, además hay pocas opciones de financiamiento para productores.
	Institucional	Falta de capacitación o acceso a servicios de extensión por parte de entidades expertas en el cultivo para dar a conocer los beneficios de la aplicación de esta práctica.
	Sociocultural	No es costumbre realizar esta práctica, además muchos productores alquilan el terreno donde siembran, por lo que no están dispuestos a invertir en terrenos que no son propios; se puede negociar con los propietarios pero no se hace.
Época de siembra	Económica	Se trata de ajustar la siembra a las épocas recomendadas, pero la disponibilidad maquinaria es limitada ya que hay pocas sembradoras mecánicas, y el alquiler es relativamente caro.
	Institucional	Se hacen recomendaciones técnicas sobre las épocas ideales para siembra, sin embargo existen diversas limitantes para realizar la siembra en las fechas indicadas, por ejemplo la disponibilidad de semilla.
	Sociocultural	Algunos productores acostumbran realizar las siembras ajustándose a la caída de lluvias, por la experiencia adquirida a lo largo de los años. Además se trata de ajustar a épocas por recomendaciones técnicas y de las entidades involucradas en la actividad.
Fertilización adecuada	Económica	El alto costo de los insumos es un limitante, especialmente para los pequeños productores, ya que en ocasiones no cuentan con el dinero para comprar los productos requeridos.
	Sociocultural	Los grandes productores si realizan una fertilización adecuada que responde a un análisis de suelo y a los requerimientos del cultivo. Sin embargo, los pequeños productores realizan la fertilización de la misma forma y haciendo uso de los mismo productos por costumbre, ya que no están familiarizados la formulación de fertilizantes a partir del análisis de suelos.
Incorporación adecuada de fertilizante	Económica	Alto costo de máquinas de siembra de precisión que ayudan a incorporar el fertilizante de la forma adecuada durante la siembra; esta se utiliza principalmente en los chiles.
Monitoreo poblacional de	Sociocultural	Por lo general se trata de realizar, pero algunos productores no tienen la claridad sobre el Umbral

plagas y enfermedades		de daño económico que determina el tipo de acción de control que se debe realizar
Resiembr	Económica	Alto costo de inversión en la semilla (certificada o autorizada).
	Institucional	La disponibilidad de semilla certificada o autorizada algunas veces es limitada.
	Sociocultural	Se trata de realizar si es necesario, solo que en ocasiones se pasa la época de siembra y ya no es factible.
Riego	Económica	Alto costo de implementación de la práctica. Además no es rentable para los productores.
Selección de áreas sin riesgo para el cultivo	Sociocultural	Algunos productores no tienen la posibilidad de escoger para alquilar las tierras más seguras y con buenas condiciones de suelo, por lo que se ven en la necesidad de cultivar en las tierras que tengan disponibles aunque no necesariamente sean las más aptas.
Siembra en surco	Económica	Aumento de costo por alquiler de maquinaria especializada para realizar la práctica.
Siembras a contorno	Sociocultural	Algunos productores siembran en contra de la pendiente, no obstante hay un desconocimiento sobre la implementación adecuada y los beneficios de la práctica sobre el sistema productivo.
Tapar semilla con suelo	Económica	Alto costo de inversión de maquinaria. Por lo general los productores grandes realizan siembra mecanizada, en donde la misma máquina sembradora realiza la labor de tapado.
	Sociocultural	En esta región la mayoría del frijol se desarrolla bajo el sistema siembra mecanizada o con macana, por lo que se trata de tapar la semilla.
Tratamiento de semilla	Económica	La práctica se ve limitada por la falta de dinero para la compra de los productos necesarios para el tratamiento de la semilla.
	Sociocultural	Algunos productores si aplican el tratamiento de semilla y otros no lo hacen por desconocimiento.
Uso de datos climáticos	Institucional	Hay algunas estaciones meteorológicas para la Región, no obstante el acceso de información algunas veces es limitado para algunos productores que no tienen los recursos tecnológicos requeridos para acceder a esta información.
	Sociocultural	Existe cierta desconfianza hacia la información suministrada por el IMN, dada la variabilidad climática de la región.
Uso de fertilizantes de lenta liberación	Sociocultural	Los productores están acostumbrados a usar los mismos fertilizantes.
Variedades	Económica	Para algunos productores el costo de las semillas es

mejoradas		una limitante, principalmente para los productores pequeños.
	Sociocultural	Los roductores en Los Chiles usan Variedades mejoradas (certificadas-autorizadas). Es un compromiso adquirido que tienen con la actividad con la finalidad de obtener los mejores resultados.

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

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

2.1 Valoración de las prácticas agrícolas identificadas en el estudio bajo los criterios del programa de bandera azul ecológica categoría agropecuaria

Para la valoración de las prácticas agrícolas identificadas en el estudio bajo los criterios del programa de Bandera Azul Ecológica categoría Agropecuaria, se realizó una revisión de los parámetros definidos 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 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 frijol se resume en el siguiente cuadro:

Cuadro 8. Valoración de las prácticas agrícolas identificadas basada en criterio experto, considerando los indicadores seleccionados

PRÁCTICAS	Recurso hídrico	Manejo y conservación de suelos
Agotamiento de banco de semillas de maleza con adecuada preparación de suelos	**	**
Aplicación de bactericidas	*	*
Aplicación de bioles ⁷	***	***
Aplicación de fungicidas preventivos y curativos	*	*
Aplicación de herbicidas ⁸	*	*
Aplicación de insecticidas	*	*
Aplicación foliar	*	*
Barreras muertas	* * *	* * *
Barreras rompevientos ⁹	***	***
Barreras vivas ^{5 10}	***	***
Cobertura vegetal ^{7,11}	*	***
Control biológico ⁹	***	***
Cosecha oportuna	NA	NA
Drenajes	**	***
Época de siembra	NA	NA
Fertilización adecuada	**	**
Incorporación adecuada de fertilizante	**	**
Incorporación de fertilizante	**	*
Incorporación de materia orgánica ⁹	***	***
Labranza mínima ^{5,12}	***	***
Monitoreo de plagas y enfermedades	***	*
Repelentes naturales	**	NA
Resiembra	NA	NA
Riego	***	***
Rotación de cultivos	*	***
Selección de áreas sin riesgo para el cultivo	*	***
Siembra en surco	**	***
Siembras a contorno	*	***
Tapar semilla con suelo	NA	NA
Trampas	*	NA
Tratamiento de semilla	*	*
Uso de datos climáticos	***	***

⁷ (Montiel & Ibrahim, 2016).

⁸ (Salazar L. & Hincapié, 2007).

⁹ (Zaccagnini *et al.*, 2014).

¹⁰ (Pérez, 2009)

¹¹ (Gliessman, 2002)

¹²(Rojas, 2001)

Uso de fertilizantes de lenta liberación	*	*
Utilizar bajas densidades de siembra	*	*
Variedades mejoradas	**	**
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 a partir de revisión de literatura y la normativa para el programa Bandera Azul Ecológica Categoría agropecuaria (PBAE, 2016)

2.2 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”¹³.

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.

¹³ Consultado en: http://www.mag.go.cr/acerca_del_mag/programas/dsorea-incentivos-ambientales.html

- Inversiones tipo 4.

Son de interés colectivo. Su ejecución beneficia a un grupo de productores, la comunidad, o la sociedad y son opciones importantes cuando 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.

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.

Cabe destacar que las prácticas de: *agotamiento de banco de semillas de maleza con adecuada preparación de suelos, cosecha oportuna, época de siembra, resiembra, tapar semilla con suelo, monitoreo de plagas y enfermedades, tratamiento de semilla, uso de datos climáticos, uso de fertilizantes de lenta liberación, realizar arado de suelo con bueyes en suelos con altas pendientes, utilizar bajas densidades de siembra, rotación de cultivos y selección de áreas sin riesgo para el cultivo*, no se incluyen en la evaluación ya que estas son prácticas requeridas para el desarrollo adecuado de la plantación y que por su naturaleza no clasifican como inversión.

Cuadro 9. 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 Ganadería

PRÁCTICAS	Inversiones tipo 1	Inversiones tipo 2	Inversiones tipo 3	Inversiones tipo 4
Aplicación de bactericidas ^a		X		
Aplicación de bioles ^c			x	
Aplicación de fungicidas preventivos y curativos ^a		X		
Aplicación de herbicidas ^a		X		
Aplicación de insecticidas ^a		X		
Aplicación foliar ^b		X		
Barreras muertas		X		
Barreras rompevientos			x	
Barreras vivas				x
Cobertura vegetal		X		
Control biológico ^c				x
Drenajes				x
Fertilización adecuada ^b				
Incorporación de fertilizante ^b				
Incorporación de materia orgánica ^d		X		
Labranza mínima ^e				x

Repelentes naturales ^c				X
Riego	X			
Siembras en surco	X			
Siembras a contorno	X			
Trampas				X
Variedades mejoradas	X			
<p>a. la aplicación de bactericidas, insecticidas, herbicidas, fungicidas y protectantes se considera como una inversión tipo 2 si el productor para realizar la aplicación, invierte en equipo para la aplicación uniforme y calibrada de agroquímicos.</p> <p>b. Se considera una inversión si la aplicación de realiza como una “enmienda” (orgánica o química) para corregir problemas de productividad o contaminación de las fincas.</p> <p>c. 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 repelentes y controladores biológicos, 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> <p>d. Se considera como inversión si el productor instala una abonera orgánica para producir el abono que aplica en su finca.</p> <p>e. Se considera una inversión si se adquieren equipos e implementos para uso grupal en labranza conservacionista</p>				

3. 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. Cabe resaltar que se han identificado de manera separada los costos tanto de las prácticas normales, como de las prácticas realizadas con el fin de adaptación.

Cuadro 10. 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 frijol.

Práctica	Costo/ha	Unidad	Descripción	Documentabilidad
Aplicación de fungicidas preventivos y curativos (Opción 1)	₡ 17.750,00	Colones/ aplicación	Costo por hectárea del producto fungicida (Ciproconazol), sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Aplicación de fungicidas preventivos y curativos (Opción 2)	₡ 8.745,00	Colones/ aplicación	Costo por hectárea del producto fungicida (Carbendazina), sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Aplicación de fungicidas preventivos y curativos (Opción 3)	₡ 9.592,00	Colones/ aplicación	Costo por hectárea del producto fungicida (Benomyl), sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Aplicación de fungicidas preventivos y curativos (Opción 4)	₡ 13.250,00	Colones/ aplicación	Costo por hectárea del producto fungicida (i.a Trifloxistrobin y Tebuconazole), sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Aplicación de fungicidas	₡ 13.800,00	Colones/	Costo por hectárea del producto fungicida (i.a,	Registros y

preventivos y curativos (Opción 5)		aplicación	Azoxistrobina) sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	facturas
Aplicación de fungicidas preventivos y curativos (Opción 6)	₡ 2.160,00	Colones/ aplicación	Costo por hectárea del producto fungicida (i.a Fludioxonil), sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Aplicación de fungicidas preventivos y curativos (Opción 7)	₡ 9.755,00	Colones/ aplicación	Costo por hectárea del producto fungicida (i.a Acetato), sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Aplicación de herbicidas (Opción 1)	₡ 7.000,00	Colones/ aplicación	Costo por hectárea del producto herbicida (I.A, Glifosato) sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Aplicación de herbicidas (Opción 2)	₡ 5.670,00	Colones/ aplicación	Costo por hectárea del producto herbicida (i.a Paraquat), sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Aplicación de herbicidas (Opción 3)	₡ 9.950,00	Colones/ aplicación	Costo por hectárea del producto herbicida (i.a fluazifop-P-Buti), sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Aplicación de herbicidas (Opción 4)	₡ 12.050,00	Colones/ aplicación	Costo por hectárea del producto herbicida (i.a 250Fomesafen), sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Aplicación de herbicidas (Opción 5)	₡ 9.850,00	Colones/ aplicación	Costo por hectárea del producto herbicida (i.a Fomesafen), sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Aplicación de insecticidas (Opción 1)	₡ 3.640,00	Colones/ aplicación	Costo por hectárea del producto insecticida (i.a Diazinon), sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Aplicación de insecticidas (Opción 2)	₡ 1.995,00	Colones/ aplicación	Costo por hectárea del producto insecticida Cipermetrina (i.a Cipermetrina), sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Aplicación de insecticidas (Opción 3)	₡ 14.000,00	Colones/ aplicación	Costo por hectárea del producto insecticida Proclaim (i.a Benzoato de Emamectina), sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Aplicación de insecticidas (Opción 4)	₡ 6.744,00	Colones/ aplicación	Costo por hectárea del producto insecticida (i.a, Cypermetrina + Dimetoato), sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Aplicación de insecticidas (Opción 5)	₡ 2.660,00	Colones/ aplicación	Costo por hectárea del producto insecticida (i.a Clorpirifos), sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Aplicación foliar (Opción 1)	₡ 4.418,00	Colones/ aplicación	Costo por hectárea del producto 20-20-20 (Nitrógeno-Fosforo-Potasio), sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Aplicación foliar (Opción 2)	₡ 6.210,00	Colones/ aplicación	Costo por hectárea del producto (aminoácidos), sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Aplicación foliar (Opción 3)	₡ 237,50	Colones/ aplicación	Costo por hectárea del producto Miel de purga, sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Aplicación foliar (Opción 4)	₡ 3.800,00	Colones/ aplicación	Costo por hectárea del producto 10-30-10 (N-P-K), sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Aplicación foliar (Opción 5)	₡ 4.200,00	Colones/ aplicación	Costo por hectárea del producto Nitrofoska (Macronutrientes (N,P, K) y elementos menores), sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas

Aplicación foliar (Opción 6)	₡ 4.000,00	Colones/ aplicación	Costo por hectárea del producto Grow-More (10-50-10), sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Cosecha oportuna	No se encontraron costos asociados a la práctica, ya que es una acción que se toma en el momento idóneo, sin importar la forma de cosecha que se utilice.			
Drenajes (Opción 1)	₡ 20.000,00	Colones/ labor	Costo de alquiler de maquinaria para realizar drenajes en aproximadamente 30 metros lineales para eliminar saturación de agua en ciertas zonas dentro del cultivo	Registros y facturas
Drenajes (Opción 2)	₡ 24.280,00	Colones/ labor	Costo de mano de obra para realizar drenajes (10cm alto-20cm ancho) en aproximadamente 100 metros lineales para eliminar pozos o saturación de agua en ciertas zonas dentro del cultivo	Registros y facturas
Fertilización adecuada (Opción 1)	₡ 28.800,00	Colones/ aplicación	Costo de aplicación de producto (fertilizante Nitrato de Amonio-Nutran), sin costo agregar costo de mano de obra o alquiler de equipo para la aplicación.	Registros y facturas
Fertilización adecuada (Opción 2)	₡ 34.500,00	Colones/ aplicación	Costo de aplicación de producto (fertilizante 10-30-10), sin costo agregar costo de mano de obra o alquiler de equipo para la aplicación.	Registros y facturas
Fertilización adecuada (Opción 3)	₡ 44.226,00	Colones/ aplicación	Costo de aplicación de producto (fertilizante 11-24-12), sin costo agregar costo de mano de obra o alquiler de equipo para la aplicación.	Registros y facturas
Fertilización adecuada (Opción 4)	₡ 39.000,00	Colones/ aplicación	Costo de aplicación de producto (fertilizante 26-0-26), sin costo agregar costo de mano de obra o alquiler de equipo para la aplicación.	Registros y facturas
Fertilización adecuada (Opción 5)	₡ 35.100,00	Colones/ aplicación	Costo de aplicación de producto (fertilizante Urea), sin costo agregar costo de mano de obra o alquiler de equipo para la aplicación.	Registros y facturas
Monitoreo de plagas y enfermedades	₡ 7.284,00	Colones/ labor	Costo de mano de obra para realizar monitoreo de plagas y enfermedades en una hectárea	Registros y facturas
Resiembra (Opción 1)	₡ 54.067,11	Colones/ labor	Costo de mano de obra más producto (20 kg semilla curada). En caso de realizar resiembra manual. Si el daño no es total y aún se puede resembrar.	Registros y facturas
Resiembra (Opción 2)	₡ 76.318,22	Colones/ labor	Costo de mano de obra para siembra y curado de semilla más producto (40 kg semilla curada). En caso tener que realizar resiembra manual completa. Si el daño fue tan grave, que lo amerite. Más producto herbicida (Glifosato) para volver a limpiar el terreno de malezas. Sin costo de mano de obra por aplicación del herbicida.	Registros y facturas
Resiembra (Opción 3)	₡ 74.988,22	Colones/ labor	Costo de mano de obra más producto (40 kg semilla curada). En caso tener que realizar resiembra manual completa. Si el daño fue tan grave, que lo amerite. Más producto herbicida (Paraquat) para volver a limpiar el terreno de malezas. Sin costo de mano de obra por aplicación del herbicida.	Registros y facturas
Resiembra (Opción 4)	₡ 178.643,22	Colones/ labor	Costo por hectárea del alquiler de tractor con sembradora (convencional o precisión) para incorporar el fertilizante; así como el costo del fertilizante granulado 10-30-10, costo de 40kg de semilla curada, herbicida Glifosato previo a	Registros y facturas

			resiembr. Se pueden utilizar otros tipos de fertilizantes como 12-24-12. También incluye el costo de aplicación previa de herbicida con Spray.	
Resiembr (Opción 5)	₡ 177.313,22	Colones/ labor	Costo por hectárea del alquiler de tractor con sembradora (convencional o precisión) para incorporar el fertilizante; así como el costo del fertilizante granulado 10-30-10, costo de 40kg de semilla curada, herbicida Paraquat previo a resiembra. Se pueden utilizar otros tipos de fertilizantes como 12-24-12. También incluye el costo de aplicación previa de herbicida También incluye el costo de aplicación previa de herbicida con Spray.	Registros y facturas
Resiembr (Opción 6)	₡ 166.143,22	Colones/ labor	Costo por hectárea del alquiler de tractor con sembradora (convencional o precisión) para incorporar el fertilizante; así como el costo del fertilizante granulado 10-30-10, costo de 40kg de semilla curada, herbicida Glifosato previo a resiembra. Se pueden utilizar otros tipos de fertilizantes como 12-24-12. También incluye el costo de aplicación previa de herbicida de forma aérea.	Registros y facturas
Resiembr (Opción 5)	₡ 164.813,22	Colones/ labor	Costo por hectárea del alquiler de tractor con sembradora (convencional o precisión) para incorporar el fertilizante; así como el costo del fertilizante granulado 10-30-10, costo de 40kg de semilla curada, herbicida Paraquat previo a resiembra. Se pueden utilizar otros tipos de fertilizantes como 12-24-12. También incluye el costo de aplicación previa de herbicida de forma aérea.	Registros y facturas
Siembra en surco	₡ 30.000,00	Colones/ labor	Costo por hectárea de alquiler de maquinaria para realizar los surcos de siembra para el cultivo	Registros y facturas
Siembras a contorno (Opción 1)	₡ 146.643,22	Colones/ labor	Costo por hectárea del alquiler de tractor con sembradora (convencional o precisión) para incorporar el fertilizante; así como el costo del fertilizante granulado 10-30-10, más el costo de la semilla curada. Se pueden utilizar otros tipos de fertilizantes como 12-24-12.	Registros y facturas
Siembras a contorno (Opción 2)	₡ 69.318,22	Colones/ labor	Costo de mano de obra para siembra y curado de semilla más producto (40 kg semilla curada). En caso realizar siembra manual.	Registros y facturas
Siembras a contorno (Opción 4)	₡ 213.318,22	Colones/ labor	Costo de mano de obra para siembra y curado de semilla más producto (40 kg semilla curada). En caso realizar siembra manual. Más costo de preparación de terreno con bueyes (Preparación de terreno contra pendiente).	Registros y facturas

Cuadro 11. Costo colones/ hectárea de la implementación de las prácticas adicionales que se identificaron para la reducción de impacto de eventos climáticos en frijol.

Práctica	Costo/ha	Unidad	Descripción	Documentabilidad
Barreras muertas	₡ 9.712,00	Colones/ labor	Costo de mano de obra por hectárea para formación de barreras muertas con rastrojos de cosechas anteriores (como rastro de maíz).	Registros y facturas
Barreras rompevientos (Opción 1)	₡ 29.136,00	Colones/ labor	Costo de mano de obra y establecimiento de árboles nativos para las barreras rompevientos, el cual se refiere al costo de sacar hijos vigorosos de árboles (poró, madero negro) y la siembra en los linderos a una distancia de 2-3 metros en 100 metros lineales.	Registros y facturas
Barreras rompevientos (Opción 2)	₡ 35.136,00	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 y facturas
Barreras rompevientos (Opción 2)	₡ 46.136,00	Colones/ labor	Costo de mano de obra y establecimiento de árboles fijadores de N como madero negro. Para la implementación de las barreras rompevientos y la siembra en los linderos a una distancia de 3 metros en 100 metros lineales.	Registros y facturas
Coberturas vivas	₡ 9.214,00	Colones/ labor	Costo de mano de obra y establecimiento de pasto Vetiver. Para la implementación de la barrera viva, en 10 metros lineales.	Registros y facturas
Control biológico (Opción 1)	₡ 23.000,00	Colones/ aplicación	Costo por hectárea del producto Bio-Tri (Trichoderma) como control biológico, sin agregar el costo de mano de obra	Registros y facturas
Incorporación adecuada de fertilizante (Opción 1)	₡ 146.643,22	Colones/ aplicación	Costo por hectárea del alquiler de tractor con sembradora (convencional o precisión) para incorporar el fertilizante; así como el costo del fertilizante granulado 10-30-10, más el costo de la semilla curada. Se pueden utilizar otros tipos de fertilizantes como 12-24-12.	Registros y facturas
Incorporación adecuada de fertilizante (Opción 2)	₡ 45.426,00	Colones/ aplicación	Costo de mano de obra y producto (10-30-10) para incorporar adecuadamente el fertilizante.}	Registros y facturas
Incorporación de fertilizante	₡ 146.643,22	Colones/ aplicación	Costo por hectárea del alquiler de tractor con sembradora (convencional o precisión) para incorporar el fertilizante; así como el costo del fertilizante granulado 10-30-10, más el costo de la semilla curada. Se pueden utilizar otros tipos de fertilizantes como 12-24-12.	Registros y facturas
Incorporación de	₡ 60.000,00	Colones/	Costo de la aplicación de materia orgánica	Registros y

materia orgánica (Opción 1)		aplicación	(Gallinaza) por hectárea, sin el costo de mano de obra	facturas
Incorporación de materia orgánica (Opción 2)	₡ 8.000,00	Colones/ aplicación	Costo de la aplicación de abono orgánico (El Sembrador) por hectárea, sin el costo de mano de obra	Registros y facturas
Labranza mínima	₡ 18.210,00	Colones/ labor	Costo de mano de obra por hectárea para realizar control de malezas con machetes aproximadamente. La cantidad de horas puede aumentar o disminuir dependiendo del estado y densidad de malezas que presente el terreno. Se hace una sola preparación con machete y se da seguimiento de control con herbicidas.	Registros y facturas
Riego	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)	Registros y facturas
Rotación de cultivos	No se encontraron costos asociados a la práctica, ya que es una acción que se toma en sembrar otro cultivo para romper el ciclo de enfermedades y plagas.			
Selección de áreas sin riesgo para el cultivo	No se encontraron costos asociados a la práctica, ya que es una acción que se toma al momento de sembrar			
Trampas	₡ 21.642,00	Colones/ aplicación	Costo de 4 trampas por hectárea para control de abejas. Más costo de mano de obra para colocación.	Registros y facturas
Tratamiento de semilla	₡ 69.286,22	Costo/ labor	Costo de mano de obra y producto químico para curar semilla. Se incluye el costo del saco de 40 Kg de semilla.	Registros y facturas
Uso de datos climáticos	1.387.500	Colones/ labor	Costo de la compra de una estación meteorológica para utilizar datos del clima.	Registros
Uso de fertilizantes de lenta liberación	₡ 44.226,00	Colones/ aplicación	Costo de aplicación de fertilizante 12-24-12. Abono físico, como fertilizantes de lenta liberación. Sin costo de mano de obra.	Registros y facturas
Utilizar bajas densidades de siembra	No se encontraron costos asociados a la práctica, ya que es una acción que se toma al momento de sembrar y depende de la época, variedad y sistema utilizado.			
Variedades mejoradas	₡ 62.222,22	Costo/ labor	Costo de semilla certificada para una hectárea. El precio de semillas mejoradas no varía entre ellas.	Registros y facturas

BIBLIOGRAFÍA

- AgroSupport. (2013). *Control del estrés climático; calor, radiación, agua y humedad, heladas, golpe de sol y mucho más*. Recuperado el 17 de mayo de 2017, de AgroSupport: Crop Protection: <http://www.agrosupport.cl/Screen%20duo.pdf>
- Araya Fernández, C. M., & Hernández Fonseca, J. (2006). *Guía para la identificación de las enfermedades del frijol más comunes en Costa Rica*. MAG, San José.
- Araya C. (2009) Capítulo X: Enfermedades y su combate. *Manual de recomendaciones técnicas cultivo del frijol (Phaseolus vulgaris)*. Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria, San José, CR.
- Araya R., Hernández J. (2006) Chánguena: variedad de frijol de grano rojo. . Programa de Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria en Frijol. San José, Costa Rica. 2p.
- Araya R., Hernández, J. (2007). *Variedades de frijol de grano rojo, obtenidas por Fitomejoramiento Participativo en Costa Rica 2000 – 2007*. Alajuela, C.R.: Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno, 2007. 20 p.
- Arguedas J. (2006). *Gestión de la producción y comercialización del frijol (Phaseolus vulgaris) en el centro agrícola cantonal de Los Chiles, Alajuela*. Instituto Tecnológico de Costa Rica-Sede Regional San Carlos, Escuela de Agronomía, San Carlos. 59p.
- Bertsch F. (2009) Capítulo VII: Fertilización. *Manual de recomendaciones técnicas cultivo del frijol (Phaseolus vulgaris)*. Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria, San José, CR.
- Chaves N., Araya C. (2012a) Pérdidas causadas por el amachamiento del frijol (*Aphelenchoides besseyi*) y reacción del germoplasma comercial al patógeno. *Agronomía mesoamericana*. 12p.
- Chaves N., Araya C. (2012b) Efecto de la rotación de cultivos en la incidencia del amachamiento (*Aphelenchoides besseyi*) en frijol. *Agronomía costarricense*. 10p.
- Fernández, F., Gepts, P., & López, M. (1986). *Etapas de desarrollo de la planta de frijol común (Phaseolus vulgaris L.)*. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 26p.
- Gliessman, S. R. (2002). *Agroecología: procesos ecológicos en agricultura sostenible*. CATIE.
- Hernández, J. (2009). *Manual de recomendaciones técnicas cultivo del frijol (Phaseolus vulgaris)*. Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria, San José, CR.
- Hernández J., Araya R. (2009) Capítulo V: Cultivo. *Manual de recomendaciones técnicas cultivo del frijol (Phaseolus vulgaris)*. Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria, San José, CR.

- Hernández J. (2009) Capítulo VI: Siembra. *Manual de recomendaciones técnicas cultivo del frijol* (*Phaseolus vulgaris*). Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria, San José, CR.
- Hernández, J. & Araya, R. (2000). *Bribri: nueva variedad de frijol rojo brillante*. Programa de Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria en frijol. San José, Costa Rica. 2p.
- Hernández J., Araya R. (2003) Cabécar: nueva variedad de frijol de grano de rojo. Programa de Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria en Frijol. San José, Costa Rica. 2p.
- Hernández, J., Chaves, N., Araya R. (2012). *Tayni: variedad de frijol de grano rojo. Programa colaborativo de fitomejoramiento participativo en Mesoamérica. Costa Rica. 2p.*
- Hernández, J & Chaves, N. (2017). *NAMBÍ: Variedad de frijol resistente a la sequía*. Programa de Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria en Frijol. San José, Costa Rica. 2p.
- Hernández, J., Chaves, N. & Villalobos, R. (2013). *Matambú: variedad de frijol de grano negro. Programa colaborativo de fitomejoramiento participativo en Mesoamérica. Costa Rica. 2p.*
- INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos). (2014) *VI Censo Nacional Agropecuario, 2014*.
- INTA (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria). (2009). *Cultivo del frijol guía tecnológica para la producción de frijol común* (*Phaseolus vulgaris* L.). 2da Edición. Managua, Nicaragua. 23p.
- Lemus, B., & Yenandy, S. (2016). *Mecanismos morfofisiológicos asociados con la tolerancia a altas temperaturas en frijol común, Phaseolus vulgaris L* (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Colombia-Sede Palmira).
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). (2007a). *Plan estratégico de la cadena productiva de maíz y frijol*. Ministerio de Agricultura y Ganadería. 105p.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). (2007b). *Caracterización y plan de acción para el desarrollo de la agrocadena de Frijol* (*Phaseolus vulgaris*) en la región Huetar Norte. Ministerio de Agricultura y Ganadería, San José.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). (2008). *Programa Regional de Producción de Alimentos (Granos Básicos), 2008-2010*. Ministerio de Agricultura y Ganadería.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). (2015). *Recetario del frijol nacional*. Disponible en: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a00336.pdf>
- Martínez J., Peñate L. (2015) Variabilidad patogénica de *Pseudocercospora griseola* causante de la mancha angular del frijol común en Honduras. Zamorano, Honduras. 28p.
- MEIC (Ministerio de Economía, Industria y Comercio). (2016). *Informe sobre frijol y maíz*

blanco Período de cosecha 2015-2016.

- Montiel, K., & Ibrahim, M. (2016). *Manejo integrado de suelos para una agricultura resiliente al cambio climático. Sistematización del ciclo de foros virtuales: Año Internacional de los Suelos (AIS) 2015*. In Workshop Internacional 28 Nov-2 Dec 2004 Paraná (Brasil) (No. P40). IICA, San José (Costa Rica).
- Ordaz, J. L., Mora, J., Acosta, A., Serna Hidalgo, B., & Ramírez, D. (2010). *Costa Rica: efectos del cambio climático sobre la agricultura*.
- Pérez, C. J. (2009). *Barreras vivas para producción de granos básicos en zonas de laderas de América Central. Políticas y sistemas de incentivos para el fomento y adopción de buenas prácticas agrícolas*, 69.
- Programa Nacional de Frijol, 1982. Brunca: Nueva variedad de frijol negro de gran precocidad. Boletín informativo del MAG-UCR-CNP. Costa Rica. 2p.
- Programa Nacional de Frijol, 1996. Guaymí: Nueva variedad de frijol negro de gran productividad. Boletín informativo del MAG-UCR-CNP-UNA-ITCR. Costa Rica. 5p.
- Rojas, L. A. (2001). *La labranza mínima como práctica de producción sostenible en granos básicos*. *Agronomía mesoamericana*, 12(2), 209-212.
- Yzarra Tito, W. J., & López Ríos, F. M. (2012). *Manual de observaciones fenológicas*.

ANEXOS

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

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

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

El Niño: es un fenómeno climático que provoca alteraciones en la circulación océano-atmosférico que afecta el régimen de lluvias y origina sequías prolongadas, principalmente en el litoral pacífico de Centroamérica (IMN, 2009).

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

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

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

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

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

La Niña: es un fenómeno océano-atmosférico que produce la alteración de las condiciones climáticas, esta consiste en un enfriamiento anormal de la temperatura superficial de las aguas del océano pacífico, provocando el aumento de precipitaciones y vientos ecuatoriales de este a oeste (IMN, 2009).

Lluvias fuertes: son precipitaciones de alta intensidad de agua líquida o sólida (granizos),

que comienzan y acaban bruscamente; su duración puede ser relativamente corta y varían violentamente su intensidad (Segerer & Villodas, 2006).

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

Lluvias prolongadas: se refiere a la caída de lluvias por al menos 3 o 4 días consecutivos sin detenerse y en forma continua (E. De Melo, consulta personal, 8 de febrero de 2017).¹⁴

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

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

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

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

Tormentas tropicales: es una masa de aire cálida y húmeda con vientos fuertes que giran en forma de espiral y al sentido contrario de las manecillas del reloj; la velocidad de los vientos 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).

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).

¹⁴ Elias de Melo, Investigador CATIE, eliasdem@catie.ac.cr

PRÁCTICAS PARA REDUCIR EL IMPACTO DE LOS EVENTOS CLIMÁTICOS

Agotamiento de banco de semillas de maleza con adecuada preparación de suelos: se refiere a realizar una adecuada preparación de terreno con el objetivo de agotar el banco de semillas presente en los suelos destinados para el cultivo. Se realiza una primera pasada de rastra rompedora y se deja por unos 15-22 días para que broten las malezas. Posteriormente se realiza una segunda pasada de rastra y se deja en reposo el suelo por unos días hasta pasar la última vez una rastra para afinar el suelo. Con esta labor se hace un control de maleza sin el uso de herbicidas químicos (Consulta a expertos, 2017).

Aplicación de bioles: consiste en el uso de biofertilizantes o abonos orgánicos líquidos fermentados. Estos se obtienen mediante la fermentación anaeróbica en un medio líquido. Existen múltiples insumos de origen animal y vegetal para elaborarlos, sin embargo dentro de los materiales que se destacan son: estiércol fresco de animales, leche, melaza, follaje de leguminosas y minerales (Mamani, Chávez, & Ortuño, 2007). Estos insumos orgánicos se transforman en minerales, vitaminas, aminoácidos y ácidos orgánicos, entre otras sustancias metabólicas. Los bioles se emplean para mejorar la nutrición de los cultivos así como convertirse en un inóculo microbiano que ayude a restaurar el equilibrio microbiológico del agroecosistema (Pacheco, 2006).

Algunos de los bioles se generan a partir de:

- **Microorganismos de montaña (MM):** son microorganismos presentes en el bosque que se encargan de la descomposición de materia orgánica, compiten con microorganismos dañinos, reciclan nutrientes de las plantas, fijan nitrógeno al suelo y degradan sustancias tóxicas. Además producen sustancias y componentes naturales que mejoran la textura del suelo (Tencio, 2014).
La dosis recomendada es de 20L/ha y se pueden realizar hasta 8 aplicaciones durante el ciclo del cultivo ya sea solo o en mezcla con otros productos (Consulta a expertos, 2017).
- **Lactofermentos:** preparación en la cual se sustituye el estiércol animal (boñiga) por suero de leche, destacando el aporte en bacterias de tipo ácido lácticas, que confieren propiedades especiales a este abono fermentado. Estos microorganismos tienen funciones importantes como ayudar con la solubilidad del fósforo entre otros nutrientes en el suelo. Además la presencia de ácido láctico contribuye en suprimir diversos microorganismos patógenos como por ejemplo el *Fusarium sp.* (Pacheco, 2006).
La dosis recomendada es de 8 a 10L/ha. Es recomendado realizar 2 aplicaciones al inicio del ciclo. Se puede mezclar con otros productos (Consulta a expertos, 2017).
- **Bacterias fototrópicas:** se refiere a un grupo de microorganismos independientes y autosuficientes. Estos son capaces de sintetizar sustancias útiles de secreciones de raíces, materia orgánica y/o gases dañinos, con el uso de luz solar y calor del suelo como fuentes de energía. Las sustancias que sintetizan incluyen aminoácidos, ácidos nucleicos, sustancias bioactivas y azúcares, que promueven el crecimiento y desarrollo de la planta. Al incrementar la cantidad de aminoácidos se promueve un

aumento de micorrizas V.A., las cuales mejoran la disponibilidad de fosfatos en el suelo para las plantas. Además pueden coexistir con *Azotobacter* y *Rizobium*, incrementando la capacidad de las plantas para fijar nitrógeno de la atmósfera (EM Producción y Tecnología S,A (EMPROTEC), 2011).

Aplicación de fungicidas preventivos y curativos: se basa en la utilización de productos químicos para el control de enfermedades; su mecanismo de acción puede ser preventivo (se aplica en ausencia de la enfermedad) o curativo (paraliza o detiene el crecimiento del patógeno) (Araya & Hernández, 2006).

Aplicación de herbicidas: se refiere al uso de productos de origen químico, físico o biológico para el control de malezas que alteran la fisiología de la planta e impiden su desarrollo normal (Arguedas, 2006). Es importante tener en cuenta que según la variedad existe un período crítico de presencia de malezas para el frijol, generalmente es durante los 30 días posteriores a la siembra (Cascante, 2009).

Aplicación de insecticidas: la aplicación de sustancias químico sintéticas es uno de los métodos más utilizados para el control de plagas. Estos productos pueden ser de tipo granulado, polvo o líquidos, que se emplean según la ubicación de la plaga (suelo, follaje y vainas). Tienen diferentes modos de acción y pueden actuar sobre uno o diferentes estados del desarrollo del insecto. No obstante, existen una serie de prácticas culturales, controles biológicos, uso de trampas para control de adultos, rotación de cultivos entre otros, que complementan el control de plagas que afectan el cultivo (Cascante, 2009).

Aplicación foliar: es una práctica que se realiza para suministrar nutrientes que corrigen deficiencias nutricionales en forma rápida, oportuna y eficiente. Se aprovecha la capacidad que poseen las plantas de nutrirse a través de las hojas por medio de la aplicación de sales solubles en agua. Las aplicaciones foliares son utilizadas por lo general para corregir deficiencias de elementos menores. Para el caso de macronutrientes como potasio, nitrógeno y fósforo, la aplicación foliar sólo complementa la aplicación al suelo, ya que la dosis que se emplea en la aplicación al suelo es mucho mayor, esto para la obtención de buenos rendimientos (Centro de Investigaciones Agronómicas (CIA), 2002).

Algunos de los productos foliares que se aplican en el cultivo de frijol son:

- *Cosmos*: es un fertilizante foliar con alto contenido en fósforo y potasio, elementos secundarios y menores, quelatados con EDTA (ácido etilendiaminotetraacético) además de boro, azufre y molibdeno de alta asimilación (COSMOAGRO-TRIADA, 2017).
- *Nativo*: es un fungicida foliar de acción sistémica y mesostémica, con un ingrediente activo como Tebuconazole y el Trifloxistrobin. Este producto ayuda a mantener el cultivo sano por más tiempo, con el consecuente mejoramiento en el rendimiento final por un mayor llenado y número de grano (BAYER, 2017).

Barreras muertas: se refiere al uso de piedras, troncos, rastrojo u otros materiales colocados conforme a las curvas a nivel. Esta práctica tiene como objetivo disminuir la velocidad del agua de escorrentía para evitar o reducir los efectos de erosión sobre el suelo.

La densidad de las barreras muertas dependerá principalmente de la pendiente del terreno (Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF), 2015). Para el caso de la Región Brunca el sistema de rotación de cultivos entre frijol y maíz, permite usar el rastrojo de maíz para evitar o reducir los problemas de erosión generados por la escorrentía que se presenta con las lluvias fuertes o lluvias prolongadas. Los productores realizan un acordonado recogiendo el rastrojo en montículos, a una distancia de 3 metros aproximadamente. Esta práctica se lleva a cabo principalmente en suelos de alta pendiente (Consulta a expertos, 2017).

Barreras rompevientos: generalmente son hileras de especies arbóreas, arbustivas o ambas de distintas alturas que se siembran en sentido perpendicular a la dirección dominante del viento. El objetivo es reducir la velocidad de este, evitar la pérdida de la fertilidad del suelo causado por la erosión eólica y reducir la acción mecánica del viento sobre cultivos o animales. También esta práctica contribuye con la regulación del microclima en la finca y la reducción del transporte de sólidos o propagación de enfermedades. Las barreras rompevientos por lo general son empleadas para áreas pequeñas o fragmentadas. La protección del área se puede extender sobre una distancia de 7 veces la altura de la barrera al lado del viento y de 15 a 20 veces al lado de sotavento (dirección hacia dónde va el viento). Cuando las zonas a proteger son muy extensas, es necesario formar un sistema de barreras debidamente distanciadas para que en ningún punto entre ellas, el viento recupere velocidad. Las especies a considerar deben ser resistentes y adaptadas ecológicamente a la zona. El mantenimiento de las barreras es fundamental para maximizar el aprovechamiento de las mismas. La poda y raleo se deben implementar para controlar la sombra, beneficiando al cultivo principal sin afectar el objetivo principal de las barreras (Méndez, Beer, Faustino, & Otárola, 2000). Es necesario mencionar que para el caso del cultivo de frijol en las principales regiones productivas, los impactos por fuertes vientos son reducidos. Para el caso de la Región Brunca, por la topografía y las características de los terrenos cultivados, estos están rodeados de linderos naturales (bosque, linderos de quebradas, ríos entre otros) con especies nativas que ayudan a proteger el cultivo. Caso similar se presenta para la Región Huetar Norte, sin embargo los terrenos cultivados en esta zona, son más amplios y expuestos al viento por sus dimensiones (Consulta a expertos, 2017).

Barreras vivas: consiste en hacer uso de algunas especies de plantas colocadas en curvas a nivel, con la densidad correspondiente, que va depender de las propiedades del terreno pero principalmente de la pendiente. Esta práctica ayuda a proteger los suelos de los efectos de la erosión, ya que permite reducir la velocidad de las aguas que pasan por terrenos con altas pendientes y ayudan a retener y filtrar los sedimentos que se generan por escorrentías (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA), 2009).

Cobertura vegetal: esta práctica consiste en dejar crecer de forma temporal o permanente una cobertura vegetal viva en el suelo dispuesto para la siembra de algún cultivo. Las coberturas por lo general se dejan crecer o se cultivan para llenar vacíos de tiempo o espacio del cultivo principal en el cual permanece el suelo descubierto y expuesto a la erosión. El propósito es proteger y mejorar la fertilidad así como la estructura del suelo, controlar plagas (malezas, insectos, patógenos). Ayuda a solventar los problemas de

infiltración y escorrentía, con la ventaja de proveer una cubierta de residuos que ayudan a regular temperaturas y conservar humedad. Estos beneficios se verán directa o indirectamente evidenciados en los resultados del cultivo principal. Un aspecto clave a considerar es la debida selección, manejo y control de las especies utilizadas como coberturas para no generar competencia al cultivo principal. Las leguminosas son una excelente opción para utilizar en esta práctica, ya que ayudan también con la fijación de nitrógeno al suelo (Sanchol & Cervantes, 1997). Otra forma de cobertura vegetal que cumple con las tareas ya descritas, es el empleo de los rastrojos producto de actividades productivas anteriores (Cascante, 2009).

Control biológico: se refiere al uso de enemigos naturales y microorganismos benéficos para el control de las poblaciones de plagas o patógenos. Es una estrategia alternativa que se basa en el uso de los principios ecológicos para aprovechar al máximo los beneficios de la biodiversidad en la agricultura. La práctica no trata de erradicar completamente la plaga ya que esto puede generar desequilibrios ecológicos poco beneficiosos (Nicholls, 2008). El control biológico es una herramienta del manejo integrado de plagas, donde se tienen básicamente uso de bioglaguicidas e insectos benéficos (Serrano & Galindo, 2007). Los bioplaguicidas son productos derivados de materiales naturales como animales, plantas, microorganismo y minerales y son altamente específicos contra plagas objetivo y generalmente representan poco o ningún riesgo para las personas o el medio ambiente (Nava, García, Camacho, & Vázquez, 2012).

Cosecha oportuna: esta práctica consiste en realizar la cosecha en el momento en que la planta muestre el estado de madurez fisiológica, además se debe tratar de ajustar el ciclo de tal forma que se evite la cosecha durante los meses lluviosos (Lardizaba, Arias, & Segura, 2013). Uno de los principales indicadores para identificar la cosecha es el cambio de color de las hojas, que pasan de verde a un color amarillo, además de presentarse la defoliación o caída de las mismas. Además, al menos un 90% de las vainas han cambiado de color, se tornan secas pero no quebradizas y tienen un color amarillo pálido (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), 2009).

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 facilitando la disponibilidad de nutrientes en el suelo (Liotta, 2015).

Época de siembra: hace referencia a la programación adecuada de las labores del cultivo de tal forma que se ajuste a las condiciones climáticas favorables. La temperatura junto con la humedad son dos de los factores de mayor relevancia para tener una adecuada germinación y desarrollo. Para el caso de la germinación de frijol, la temperatura óptima fluctúa entre los 16 y 29 °C. Además se necesita una apropiada distribución de las lluvias, al menos ajustar las etapas críticas del cultivo (prefloración, floración, formación y llenado de vainas) con la disponibilidad de agua. Por otro lado se requiere de que al menos unos 15 días antes de la cosecha las lluvias hayan cesado, esto para facilitar las labores de cosecha, mantener la calidad del producto y evitar el germinado de semillas en la planta (Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), 2007).

Fertilización adecuada: para la implementación de esta práctica se vuelve necesario contar con un análisis de suelo, que permita conocer la disponibilidad de nutrientes y considerar la dinámica físico-química del mismo, esto para preparar las formulaciones de fertilizantes ajustadas los requerimientos del cultivo. De esta forma se realiza la incorporación de productos orgánicos e inorgánicos que proporcionen las cantidades adecuadas de nutrientes que requieren las plantas para llevar a cabo sus funciones metabólicas y para producir buenos rendimientos. La práctica se fundamenta en establecer un adecuado plan de fertilización donde se consideren componentes como: la dosis de aplicación, fuentes o tipo de fertilizante, época y forma de aplicación. Los planes de fertilización serán exclusivos para cada finca o lote basado en los resultados de los análisis previos (Bertsch, 2009).

Según la consulta a expertos 2017, en las aplicaciones de fertilizantes para el cultivo de frijol, se emplean productos como:

- 12-24-12 (3 sacos de 45 kg/ha)
- 10-30-10 (3 sacos de 45 kg/ha)
- Nitrato de Amonio o Nutran (3 sacos de 45 kg/ha)
- 26-0-26 (3 sacos de 45 kg/ha)
- Urea (3 sacos de 45 kg/ha)

Las fórmulas de los fertilizantes varían según sean las necesidades de cada una de las fincas. Incluso algunos productores en la Región Huetar Norte invierten para desarrollar sus propias fórmulas basadas en el análisis de suelo y los requerimientos del cultivo. Sin embargo, la mayoría de productores para ambas regiones productivas no realizan los análisis de suelos necesarios para implementar una adecuada fertilización (Consulta a expertos 2017).

Incorporación adecuada de fertilizante: esta práctica consiste en aplicar los fertilizantes debidamente distanciados de la semilla (en caso de realizar incorporación en siembra), o bien de la planta (fertilización en fases posteriores a la siembra), para evitar daños como quemaduras por fertilizante que generen pérdidas considerables (Consulta a expertos, 2017).

Según Alfonso *et al.*, (2011), la incorporación del fertilizante incrementa la eficiencia de algunos fertilizantes y ayuda con la disminución de pérdidas por:

- Lixiviación: pérdida de nutrientes en forma de sales disueltas arrastradas por el agua de drenaje que penetra el suelo.
- Escorrentía: pérdida de nutrientes por el drenaje superficial del agua de lluvias, riego, entre otros.
- Fijación: pérdida por conversión de las formas iónicas disponibles a estados de baja solubilidad no disponibles para la planta.
- Desnitrificación: pérdida de nitrógeno el cual se convierte en nitrito y luego a N_2 y ciertos gases nitrogenados como N_2O o NO .
- Volatilización: pérdida de nutrientes por gasificación.

Incorporación de materia orgánica: se refiere al uso de abonos orgánicos, que son elaborados a base de ingredientes de origen vegetal o animal, y que permiten aprovechar algunos de los insumos orgánicos presentes en la finca. Es una buena opción para los

sistemas de producción orgánica y es un excelente complemento para la agricultura convencional. Algunas de las técnicas más efectivas para la elaboración de abono orgánico son el compost, el lombricompost y el bocashi. Para estas técnicas se deben considerar aspectos clave como temperatura, humedad, acidez, aireación, tamaño de las partículas y relación carbono-nitrógeno. Para el caso de la fuente de nitrógeno es posible obtenerlo de estiércol, gallinaza así como de hojas de leguminosas como frijol y poró principalmente. Las fuentes de carbono se pueden obtener de materiales como el bagazo de caña, pastos y hojas no leguminosas (Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), 2010).

Labranza mínima: esta práctica consiste en realizar la menor cantidad de actividades de labranza sobre el suelo que permitan crear las condiciones adecuadas para la germinación de la semilla y desarrollo de las planta. Al reducir la remoción de suelo, se conserva mejor la capa orgánica que se encuentra en la parte superficial del suelo. La mínima labranza por lo general se combina con la siembra a contorno y el uso de plantas “barrera” con raíces pivotantes, de esta forma es posible disminuir la susceptibilidad del suelo a ser afectado por la erosión (Programa Especial para la Seguridad Alimentaria (PESA), 2005).

De acuerdo con el Programa Especial para la Seguridad Alimentaria (PESA 2005), al realizar labranza mínima es posible obtener otra serie de ventajas como:

- Contribuye con el control de la erosión.
- Aumenta la infiltración y la capacidad de retención de humedad en el suelo.
- Ayuda con la protección de la microfauna y mantiene la estructura del suelo.
- Contribuye a disminuir la proliferación de enfermedades.
- Menor consumo energético.
- Puede disminuir la incidencia de malezas anuales.

Monitoreo de plagas y enfermedades: es una práctica que consiste en darle un seguimiento constante al cultivo de manera que se logre una identificación pertinente de plagas y enfermedades que puedan incidir directa o indirectamente en el cultivo. Es una estrategia básica y efectiva para llevar a cabo un control preventivo y disminuir el impacto provocado por las plagas más importantes, de mayor cobertura y recurrencia en el país. (Hernández, 2009).

Repelentes naturales: se refiere al uso de productos que se preparan a base de plantas aromáticas, con la finalidad de crear un efecto repelente a las plagas, principalmente sobre insectos. La ventaja de emplear este tipo de productos es que son de un costo bajo y de fácil degradación; sin embargo es necesario mencionar que su uso es más preventivo (Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura(FAO), 2010).

Resiembra: consiste en realizar una reposición de las semillas cuando el umbral mínimo de germinación no se ha alcanzado por diversos factores como eventos climáticos o incidencia de plagas y enfermedades que propician la pérdida de la semilla. La germinación óptima para asegurar una buena población del cultivo de frijol debe superar el 80% (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), 2009).

En algunas ocasiones la abaja germinación es tal que los productores prefieren aplicar un herbicida al cultivo para eliminar toda la plantación y volver a realizar la siembra, siempre y

cuando se mantengan dentro de las épocas óptimas o recomendadas. Esta acción se realiza con la finalidad de mantener una población a un nivel uniforme de crecimiento y desarrollo (Consulta a expertos, 2017).

Riego: esta práctica consiste en suministrar agua a un cultivo por medios artificiales cuando la disponibilidad del recurso hídrico es limitada y el cultivo se encuentra en periodo de alta demanda de agua. La práctica se realiza principalmente en períodos lluvia deficiente o nula (Instituto Nacional de Seguros (INS), 2015). Según Santos, *et al.*, (2010), los métodos de riego pueden clasificarse de la siguiente forma:

- Riego de superficie o por gravedad: el riego se realiza por inundación, en lotes y surcos cortos o en lotes nivelados. También se incluye el riego por infiltración en surcos o en fajas y el riego por escorrentía.
- Riego por aspersión: son sistemas estáticos, fijos o móviles, con sistemas de cañón o ala sobre carro, así como sistemas de lateral móvil, pivotante o desplazamiento lineal.
- Riego localizado o microrriego: son sistemas de riego por goteo, por difusores, por tubos perforados o poros, la micro-aspersión y el riego sub-superficial por tubos perforados y tubos porosos.
- Riego subterráneo: es una técnica donde los componentes del sistema se instalan por debajo de la tierra y pueden usarse cintas de riego o manguera con goteros.

Para el caso del cultivo de frijol en Costa Rica, el riego utilizado es el de aspersión. Es necesario resaltar que la utilización del riego se hace principalmente para la reproducción de semilla (Consulta a expertos, 2017).

Rotación de cultivos: consiste en alternar cultivos en un mismo espacio. Por ejemplo un sistema común de rotación es que para un ciclo se cultiva alguna leguminosa y al siguiente ciclo se rota con una gramínea. La rotación de cultivos permite desarrollar sistemas que aseguren la sostenibilidad del suelo con sistemas de producción diversificados. Este sistema ayuda a reducir la incidencia de malezas, insectos y enfermedades en los cultivos, ya que se puede interrumpir los ciclos de estos. Además ayuda a mejorar los contenidos de materia orgánica en los suelos obteniendo como resultado un mejor balance y fertilidad de los mismos; se mejora la capacidad de drenaje y aireación y se reducen los efectos de la erosión (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural (SAGARPA), 2009).

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

Siembras a contorno: consiste en hacer surcos o hileras del cultivo en contra de la pendiente siguiendo las curvas a nivel. Se recomienda para cualquier clase de cultivo cuando la pendiente del terreno es mayor al 5%. Al realizar la siembra y marcado a contorno las demás labores como limpieza y aporques se deben realizar de la misma manera o en la misma dirección. Esta práctica tiene como objetivo oponerse al paso del

agua principalmente agua de lluvia que no logra filtrarse en el suelo, disminuyendo su velocidad, de esta forma se reduce el arrastre y lavado de suelo y de sus nutrientes (Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA), 2011).

Para el caso del cultivo de frijol y principalmente en la Región Brunca, debido a la topografía del terreno, se recomienda realizar la preparación de suelo usando arado con la utilización de bueyes o tracción animal en altas pendientes. Esta técnica permite realizar la preparación o rompimiento de suelo contra pendiente, siendo similar a las curvas de nivel. Si la preparación se realiza con tractores se corre el riesgo de volcamiento, ya que estos realizan la labor a favor de pendiente (lo cual aumenta la probabilidad de tener problemas de erosión de suelos). Además tanto para la Región Brunca como para la Región Huetar Norte, los productores dirigen las siembras contra pendiente, aunque no hacen la conformación de las curvas a nivel. No obstante, esta forma de siembra si ayuda a reducir los efectos de la erosión (Consulta a expertos, 2017).

Siembra en surco: consiste en realizar la siembra del frijol sobre lomillos o surcos con la finalidad de evitar la pérdida de semilla, ya sea por lavado y arrastre de las mismas debido a las lluvias fuertes. Para el caso de la Región Huetar Norte donde el nivel freático es alto, esta es una práctica recomendada porque las lluvias fuertes pueden generar anegamiento en los suelos propiciando de igual forma una baja germinación por pérdida de semillas que se ven afectadas por el exceso de humedad (Consulta a expertos, 2017).

Tapar semillas con suelo: se refiere a para cubrir la semilla con suelo una vez que ha sido depositada en el mismo. El objetivo es evitar la pérdida de semilla por afectación de plagas (roedores y aves), además de facilitar las condiciones para generar una mejor germinación (ya que la semilla al entrar en contacto adecuado con el suelo sumado a las condiciones de temperatura y humedad del suelo se estimula para tener una apropiada germinación). (Consulta a expertos, 2017). Además, es una práctica que reduce los impactos negativos por radiación excesiva como el estrés térmico y lumínico, conocidos como golpes de sol (Arias, Jaramillo, & Rengifo, 2007). En caso de emplear siembra directa mecanizada (más común en la zona Norte) por lo general la misma máquina realiza la labor de tapado de semilla, mientras que para el caso de la siembra manual con macana, el mismo colaborador realiza el tapado de la semilla (Consulta a expertos, 2017).

Trampas: es una práctica para el control de las plagas, éstas expresan señales, estímulos visuales, físicos y químicos que funcionan como atrayentes de las plagas. Su función principal es facilitar la identificación de plagas y enemigos naturales que hay en el cultivo, lo que facilita y fundamenta la decisión de los productores sobre la forma de control para atraer insectos, capturarlos y destruirlos. Las trampas son fáciles de elaborar y se utilizan materiales de bajo costo (INTA, 2014). Existen diversos tipos de trampas como:

- Trampas pegajosas de color
- Trampas olorosas
- Trampas luminosas
- Trampas de alimentación o cebos

Tratamientos de semilla: método preventivo de protección de semilla que consiste en

impregnarla con fungicidas e insecticidas en dosis recomendadas, con la finalidad de prevenir o reducir los problemas fungosos o de insectos que puedan afectar la germinación y el crecimiento de las plántulas del cultivo (Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), 1991).

Según la consulta a expertos, en el tratamiento de la semilla frijol se emplean productos como:

- Carboxim + Thiram: 0,1 kg/40 kg semilla.
- Carbosulfan: 0,15 kg/40 kg semilla.

Uso de datos climáticos: consiste en hacer uso de datos y predicciones climáticas para planificar y desarrollar estrategias que permitan reducir los posibles impactos de eventos climáticos (Organización Meteorológica Mundial (OMM), 2011). En la agricultura se vuelve importante para planificar las labores a realizar de tal forma que se aprovechen las condiciones climáticas favorables para los cultivos y a la vez se evite o reduzca los impactos negativos (Consulta a expertos, 2017). Según el Instituto Meteorológico Nacional (IMN) 2017, se cuenta con herramientas como las estaciones meteorológicas, que registran determinados elementos meteorológicos y llevan a cabo observaciones de fenómenos naturales. Se pueden mencionar dos tipos de estaciones meteorológicas:

- Estación Meteorológica Automática (EMA): este equipo mide y registra datos meteorológicos que son almacenados y transmitidos de forma automática. Utiliza sensores conectados a una unidad central para almacenar y procesar la información.
- Estación Meteorológica Mecánica. También conocida como tradicional, puede realizar en forma continua y mecánica registros de diferentes variables. Necesitan de personal u observador meteorológico, quien se encarga de realizar las lecturas de algunos de los aparatos de medición a determinadas horas del día, además debe de cambiar las bandas de registro de algunos instrumentos.

Uso de fertilizantes de lenta liberación: es el uso de fertilizantes recubiertos, de baja solubilidad o con inhibidores de la nitrificación. Esta práctica es utilizada para promover el suministro lento y gradual de nitrógeno, permitiendo mayor aprovechamiento de este elemento por la planta, además de una disminución de la lixiviación, la reducción del efecto salino, el aumento de la eficiencia de la fertilización, y una mayor acumulación de nitrógeno en los tejidos vegetales y en el suelo (Constanza, Días, Aguirre, & Urrutia, 2015).

Utilizar bajas densidades de siembra: consiste en mantener una población de plantas oportuna por unidades de área, de tal forma que el crecimiento, desarrollo y productividad del cultivo no se vea afectado. Al aumentar la biomasa en la plantación es posible tener una menor circulación de aire, lo cual sumado una condición de alta humedad, puede generar el aumento de plagas y enfermedades. Adicionalmente la competencia entre las mismas plantas para el aprovechamiento de nutrientes es un factor que afecta directamente en la calidad y productividad de la plantación (Arias, Jaramillo, & Rengifo, 2007). Para el caso específico de la Región Brunca, durante la primera siembra conocida como invernal, los productores tratan de usar una menor densidad de siembra. Al realizar la siembra con macana hacen los huecos más distanciados, de esta forma no se muestran tantos

problemas de incidencia de enfermedades a lo largo del ciclo y se disminuye la pérdida de productos en la fase de maduración y de cosecha (Consulta a expertos, 2017).

Variedades mejoradas: consiste en la utilización de material selecto que ha sido sometido a un proceso sistemático de producción y control de la calidad. Estas variedades tienen cualidades genéticas mejoradas, que destacan por presentar mejores rendimientos, mejor calidad del producto, resistencia enfermedades así como tolerancia a factores ambientales adversos (Chavarría, 2012). Según consulta a expertos 2017, para el caso de Costa Rica las principales variedades empleadas son las siguientes:

- **Región Brunca:**
Variedades rojas: Cabécar, Tainy, Chánguena, Generalito, Telire, Tekila (Tiquete), Aguacatillo.
Variedades negras: Matambú, Guamy.
Otras variedades: Mantequilla.
- **Región Huetar Norte:**
Variedades rojas: Cabécar, Tainy
Variedades negras: Brunca, Nambi, Guamy, Talamanca, Huasteco, Matambú

Literatura citada

- Alfonso, O., Castiblanco, J., & Romero, H. (2011). Incorporación de fertilizantes con abonadoras para siembra directa. *PALMAS*, 32(1).
- Araya Fernández, C. M., & Hernández Fonseca, J. (2006). Guía para la identificación de las enfermedades del frijol más comunes en Costa Rica. MAG, San José.
- Arias, J., Jaramillo, T., & Rengifo, M. (2007). *Manual: Buenas Prácticas Agrícolas, en la Producción de Frijol Voluble*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Medellín, Colombia: FAO.
- Arguedas J. (2006). *Gestión de la producción y comercialización del frijol (Phaseolus vulgaris) en el centro agrícola cantonal de Los Chiles, Alajuela*. Instituto Tecnológico de Costa Rica-Sede Regional San Carlos, Escuela de Agronomía, San Carlos. 59p.
- BAYER. (2017). *Fungicidas*. Recuperado el 19 de Junio de 2017, de Bayer Crop Science: <http://cropscience.bayer.com.ar/soluciones-bayer/p189-nativo>
- Bertsch F. (2009) Capítulo VII: Fertilización. Manual de recomendaciones técnicas cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris*). Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria, San José, CR.
- Carballo, M., & Guaharay, F. (2004). *Control biológico de plagas agrícolas* (primera ed.). Managua, Nicaragua: CATIE.
- Cascante, J. (2009). *Producción de frijol para autoconsumo*. Recuperado el 07 de junio de 2017, de InforAgro: <http://www.infoagro.go.cr/Infoagro/HojasDivulgativas/Produccion%20de%20frijol%20para%20autoconsumo.pdf>
- Ceballos, A., & López, J. (2010). Delimitación de áreas adecuadas para cultivos de alternativa: una evaluación multicriterio-SIG. *Terra Latinoamericana*, 28(2), 109-118. Obtenido de Terra Latinoam.
- CENAPRED (2007). *Ciclones tropicales*. Centro Nacional de Prevención de Desastres. México D.F, México. 35p.
- CENEPRED (2014). *Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales*. Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres. Lima, Perú. 256p.
- Centro de Investigaciones Agronómicas (CIA). (2002). *Fertilización foliar; Principios y aplicaciones*. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica: UCR.

- Constanza, M., Días, J., Aguirre, E., & Urrutia, N. (2015). Efecto de abonos de liberación lenta en la lixiviación de nitratos y nutrición nitrogenada en estevia. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 9(1), 112-123. Recuperado el abril de 2017, de <http://www.scielo.org.co/pdf/rcch/v9n1/v9n1a10.pdf>
- COSMOAGRO-TRIADA. (2017). *Fertilizantes Foliare*s. Recuperado el 19 de Junio de 2017, de COSMOAGRO: <http://www.cosmoagro.com/web/producto/cosmo-foliar-llenado/>
- EM Producción y Tecnología S,A (EMPROTEC). (2011). *Guía de la Tecnología de EM*. Recuperado el 2 de mayo de 2017, de InfoAgro Costa Rica: <http://www.infoagro.go.cr/Inforegiones/RegionCentralOriental/Documents/Forms/AllItems.aspx?RootFolder=%2fInforegiones%2fRegionCentralOriental%2fDocuments%2fproduccion%20sostenible&FolderCTID=&View=%7b96543504-D19A-4E31-9BA0-C60B1C14DDE6%7d>
- Fernández, O. (2001). Avances en el Fomento de Productos Fitosanitarios No-Sintéticos: microorganismos antagonistas para el control. *Manejo Integrado de Plagas* (62), 96-100. Recuperado el 28 de abril de 2017, de <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A2120e/A2120e.pdf>
- Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA). (2011). *Guía sobre prácticas de conservación de suelos*. La Lima, Honduras: FHIA.
- Gutiérrez D., Riesco J., Díez E., Martín F., Núñez J., Sánchez J., Ferri M. (2013) Breve guía descriptiva de los fenómenos meteorológicos recogidos en el Sistema de Notificación de Observaciones Atmosféricas Singulares (SINOBAS). España. 37p.
- Hernández, J. (2009). Manual de recomendaciones técnicas cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris*). Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria, San José, CR.
- Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF). (2015). *Uso de barreras muertas en terrenos de laderas para control de erosión*. Recuperado el 18 de mayo de 2017, de TECA: <http://teca.fao.org/es/technology/uso-de-barreras-muertas-en-terrenos-de-laderas-para-control-de-erosion>
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). (2009). *Guía técnica para el cultivo de frijol*. Nicaragua: IICA.
- Instituto Meteorológico Nacional (IMN). (2017). *Estaciones meteorológicas e instrumentos de más uso en Costa Rica*. Recuperado el 28 de abril de 2017, de Instituto Meteorológico Nacional: <https://www.imn.ac.cr/documents/10179/28035/Cat%C3%A1logo+B%C3%A1sico+de+Instrumentos+Meteorol%C3%B3gicos/3701f150-452d-44d3-9c58-19d94a01f28d?version=1.1>

Instituto Meteorológico Nacional (IMN) (S.f) (En línea) Glosario. Instituto Meteorológico Nacional de Costa Rica. Consultado el 30 ene 2017. Recuperado de: [HYPERLINK "https://www.imn.ac.cr/web/imn/51" https://www.imn.ac.cr/web/imn/51](https://www.imn.ac.cr/web/imn/51)

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

Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA). (2009). *Cultivo de frijol: Guía tecnológica para la producción e frijol común*. Managua, Nicaragua: INTA.

Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA). (2014). *Elaboración de trampas para MIP*. Managua, Nicaragua.

Lardizaba, R., Arias, S., & Segura, R. (2013). *Manual de producción de frijol*. Honduras: USAID.

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

Mamani, P., Chávez, E., & Ortuño, N. (2007). *El Biol. Biofertilizante casero para la producción ecológica de cultivo*. Recuperado el 2 de mayo de 2017, de PROINPA: <http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/EL%20BIOL.pdf>

Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). (2007). *Plan estratégico de la cadena productiva de maíz y frijol*. Costa Rica: MAG.

Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). (2010). *Guía técnica para la difusión de tecnologías de producción agropecuaria sostenible* (primera ed.). San José, Costa Rica: MAG.

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

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

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

- Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2010). *Biopreparados para el manejo sostenible de plagas y enfermedades en la agricultura urbana y periurbana*. Perú.
- Organización Meteorológica Mundial (OMM). (2011). *Guía de prácticas climatológicas*. Ginebra, Suiza: OMM.
- Pacheco, F. (2006). *Lactofermentos: una alternativa en la producción de abonos orgánicos líquidos fermentados*. . Centro Nacional en Agricultura Orgánica. Costa Rica: INA. Recuperado el 2 de mayo de 2017, de <http://ww.rapaluruaguay.org/organicos/articulos/Lactofermentos.pdf>
- Programa Especial para la Seguridad Alimentaria (PESA). (2005). *Técnicas y metodologías validadas para mejorarla seguridad alimentaria en las zonas secas de Honduras; Manejo de suelos y agua*. Honduras: PASOLAC.
- Sanchol, F., & Cervantes, C. (1997). El uso de plantas de cobertura en sistemas de producción de cultivos perennes y anuales en Costa Rica. *Agonomía Costarricense*, 21(1), 111-120.
- Santos, L., Valero, J., Picornell, M., & Tarjuelo, J. (2010). *El riego y sus tecnologías* (primera ed.). Albacete, España: CREA-UCLM.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural (SAGARPA). (2009). *Rotación de cultivos*. México: SAGARPA.
- Segeber C., Villodas R. (2006) Hidrología I, Unidad 5: Las precipitaciones. Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza, Argentina. 26p.
- Serrano, L., & Galindo, E. (2007). Control biológico de organismos ftopatógenos: un reto multidisciplinario. *Ciencia*, 58(1), 77-88.
- Tencio , R. (2014). *Uso de microorganismos benéficos en la agricultura orgánica o ecológica en Costa rica*. Coordinador Regional de Producción Sostenible. San Jose, Costa Rica: MAG. Recuperado el 2 de mayo de 2017, de <http://drco-mag.yolasite.com/resources/Aplicacion%20de%20Microorganismos%20de%20Monta%C3%B1a%20en%20agricultura%20CR%202014%20por%20RTencio.pdf>

ANEXO 2. LISTA DE EXPERTOS CONSULTADOS

Nombre	Perfil	Provincia	Cantón	Región Frijolera	Teléfono	E-mail	Organización
Juan Carlos Hernández	Técnico	San José		Nacional	8395-1719	j.hernandez@costarricense.cr	INTA
Néstor Chaves	Técnico	San José		Nacional	8312-0286		UCR
Olger Benavides Rivera	Técnico	San José	Pérez Zeledón	Brunca	8720-4551	obenavides@mag.go.cr	MAG
Adrián López Zúñiga	Técnico	San José	Pérez Zeledón	Brunca	8334-7346	adrian.lz23@gmail.com	CNP
Freddy Morera Mena	Técnico	San José	Pérez Zeledón	Brunca	8337-2453	asoproveracruz@hotmail.com	ASOPRO Veracruz
Horger Morera Mena	Productor	San José	Pérez Zeledón	Brunca	8765-5642	hmoreram@gmail.com	
Oscar Días Aguilar	Productor	San José	Pérez Zeledón	Brunca	8922-1885		
Marvin Ramírez Fallas	Productor	San José	Pérez Zeledón	Brunca	8449-2893		
Wilberth Barrantes Granados	Productor	Puntarenas	Buenos Aires	Brunca	8308-7471		
José Cubero Ledezma	Productor	Puntarenas	Buenos Aires	Brunca	8884-9325		
Álvaro Berrocal Agüero	Productor	Puntarenas	Buenos Aires	Brunca	8555-4454		
Jimmy Barboza Rivera	Productor	Puntarenas	Buenos Aires	Brunca	8390-2264		
Jaime Otoya Salazar	Técnico	Alajuela	Upala	Huetar Norte	2470-0028		CNP
Rodolfo Segura Montuoya	Técnico	Alajuela	Upala	Huetar Norte	2470-0028		CNP

Wilberth Fletes Villalta	Productor	Alajuela	Upala	Huetar Norte	2470-0706	
Pedro Álvarez Hernández	Productor	Alajuela	Upala	Huetar Norte	8625-1985	
Rafael Ángel Barahona	Productor	Alajuela	Upala	Huetar Norte	8976-0927	
Mario Barrientos Alfaro	Productor	Alajuela	Upala	Huetar Norte	8855-4107	
Fulvio Herrera	Productor	Alajuela	Upala	Huetar Norte	8706-3000	
Kenneth Serrano Gaitán	Técnico	Alajuela	Los Chiles	Huetar Norte	8711-8820	Centro Agrícola Cantonal de los Chiles
Ronald Ramírez Carranza	Técnico	Alajuela	Los Chiles	Huetar Norte	8884-9269	CNP
José Chávez	Productor	Alajuela	Los Chiles	Huetar Norte	8329-4738	
Luis Fernando Morera Castillo	Productor	Alajuela	Los Chiles	Huetar Norte	8995-0211	