

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

## CULTIVO DE ARROZ

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

*El cual es realizado con el aporte del Fondo de Adaptación*

### Elaborado por:

Raffaele Vignola, PhD<sup>1</sup>

Karina Poveda Coto, Lic<sup>2</sup>

William Watler, MSc<sup>2</sup>

Armando Vargas Céspedes, Bsc<sup>3</sup>

Álvaro Berrocal Solís, Lic<sup>3</sup>

Mariela Morales, MSc<sup>4</sup>

Abril, 2018

Para la realización de este estudio se reconoce el apoyo de funcionarios de la sede central y las sedes regionales de la Corporación Arrocera Nacional **CONARROZ**, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria-**INTA**, así como los productores de las diferentes regiones visitadas, quienes aportaron significativamente al desarrollo del estudio.

---

<sup>1</sup> Director de la Cátedra Latinoamericana en Decisiones Ambientales para el Cambio Global (CLADA), CATIE

<sup>2</sup> Miembro del Programa de Cambio Climático y Cuencas, CATIE

<sup>3</sup> Consultor CLADA, CATIE

<sup>4</sup> Coordinadora/Project Manager IDEA, CATIE

## TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	1
METODOLOGÍA.....	2
TIPIFICACIÓN DEL SISTEMA PRODUCTIVO DE ARROZ.....	4
1. Especificaciones técnicas:.....	4
2. Fases fenológicas del cultivo de arroz.....	6
2.1 Descripción general de las cinco fases fenológicas:.....	6
2.2 Especificaciones de las fases del ciclo fenológico por región productiva.....	7
3. Prácticas recomendadas para el manejo de la plantación.....	18
3.1 Preparación del suelo.....	18
3.2 Siembra.....	18
3.3 Fertilización.....	18
3.4 Control de malezas.....	19
3.5 Control de enfermedades.....	19
3.6 Control de plagas.....	21
ANÁLISIS DE EXPOSICIÓN DEL CULTIVO DE AORROZ DE ACUERDO CON LAS CONDICIONES DE SITIO Y LAS AMENAZAS CLIMÁTICAS OBSERVADAS.....	23
1. Ubicación espacial de las zonas productoras de arroz en Costa Rica.....	23
2. Sistematización de información sobre sensibilidad del cultivo a eventos climáticos.....	24
3. Identificación de los factores de exposición a los eventos climáticos y no climáticos extremos que afectan la productividad en las regiones productoras de arroz en Costa Rica.....	27
4. Información complementaria a los eventos climáticos y no climáticos extremos que afectan la producción en las zonas cafetaleras del país.....	42
4.1 Base de datos DesInventar.....	42
IDENTIFICACIÓN DE PRÁCTICAS QUE PERMITAN PREVENIR Y/O REDUCIR EL IMPACTO DE LOS EVENTOS CLIMÁTICOS EN ES SISTEMA PRODUCTIVO DE ARROZ.....	47
1. Prácticas con valor para la reducción del impacto de eventos climáticos según la revisión de literatura.....	47
2. Prácticas identificadas para la reducción de impacto de eventos climáticos por fase de cultivo de acuerdo con la consulta a expertos.....	50
2.1 REGIÓN PRODUCTIVA DE PACÍFICO CENTRAL.....	50
2.2 REGIÓN PRODUCTIVA DE HUETAR CARIBE.....	69
2.3 REGIÓN PRODUCTIVA DE BRUNCA.....	75
2.4 REGIÓN PRODUCTIVA DE HUETAR NORTE.....	79
2.5 REGIÓN PRODUCTIVA DE CHOROTEGA.....	95
3. Evaluación de las prácticas identificadas y su impacto sobre el agroecosistema.....	106
4. Cuantificación de costos de las prácticas identificadas.....	111
ANÁLISIS DE APTITUD AGRÍCOLA ACTUAL DEL CULTIVO DE ARROZ BASADO EN UN MODELO EXPERTO.....	116
1. Sistematización de las condiciones agroclimáticas óptimas para el desarrollo productivo de arroz.....	116
2. Análisis de aptitud para el cultivo de arroz basado en metodología multicriterio.....	118

<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	122
<b>ANEXOS</b> .....	125
<b>ANEXO 1. GLOSARIO DE TÉRMINOS RELEVANTES Y UTILIZADOS DURANTE LA CONSULTA A EXPERTOS</b> .....	125
<b>ANEXO 2. LISTA DE EXPERTOS CONSULTADOS</b> .....	143

## LISTA DE ACRÓNIMOS

CATIE	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
CLADA	Cátedra Latinoamericana en Decisiones Ambientales para el Cambio Global
CONARROZ	Corporación Arroceras Nacional
DDC	Dirección de Cambio Climático
DDS	Días después de la Siembra
DRAT	Distrito de Riego Arenal Tempisque
GIZ	Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit
ia	ingrediente activo
IMN	Instituto Meteorológico Nacional
INEC	Instituto Nacional de Estadística y Censos
INS	Instituto Nacional de Seguros
MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería
MINAE	Ministerio de Ambiente y Energía
PBAE	Programa Bandera Azul Ecológica Categoría agropecuaria
ONS	Oficina Nacional de Semillas
SEPSA	Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria

## INTRODUCCIÓN

El arroz es un alimento prioritario en la dieta básica de la población costarricense, por lo que la producción de arroz para el autoabastecimiento nacional, es una de las prioridades del país (Retana *et al.*, 2014). De acuerdo con datos de CONARROZ (2014), el consumo aparente de arroz per-cápita para el periodo 2013-2014 fue de 48.32kg y un promedio mensual de 18 980 toneladas. Para este periodo el 68,76% del consumo fue cubierto con arroz nacional, mientras que el arroz importado cubrió el 31,24%.

En términos de producción en finca, el arroz representa el 43,9% del área sembrada con cultivos anuales en el país, y el 97,1% del área sembrada de arroz, así como el 97,2% de la cosechada y el 83,1% de las fincas productoras, se concentran en las provincias de Alajuela, Puntarenas y Guanacaste (INEC, 2014).

Por otra parte, diversos estudios ponen de manifiesto que los posibles escenarios climáticos en Costa Rica tengan efectos adversos sobre la producción de arroz, especialmente por las variaciones en precipitación y temperatura. Se prevé que la menor precipitación pluvial o las temperaturas altas incidan de manera negativa en el rendimiento del cultivo; alterando las fechas de siembra del arroz, así como su zonificación en el país (Ordaz *et al.*, 2010).

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

El presente documento resume los principales resultados del estudio realizado para el Instituto Costarricense de Seguros, 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 arroz 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.

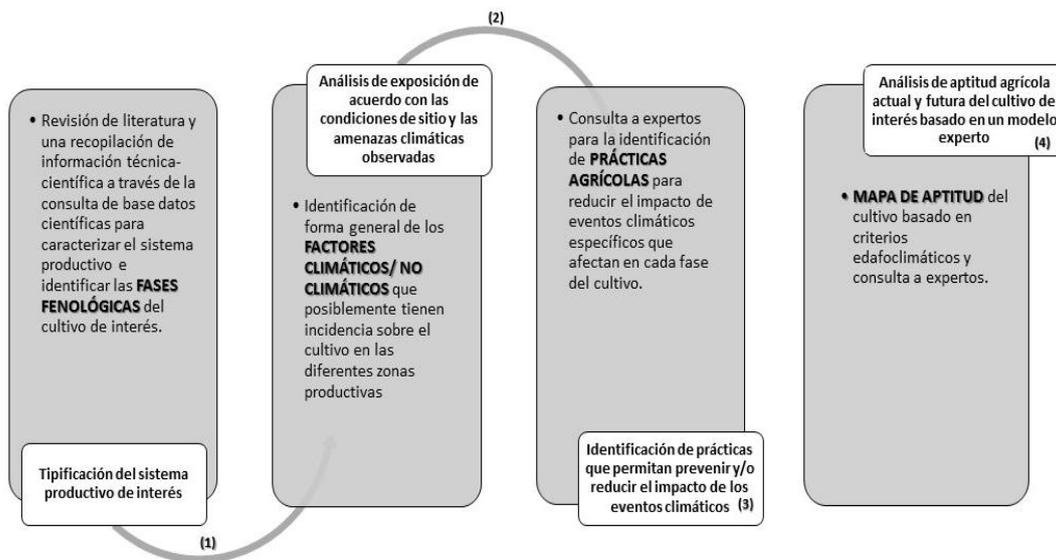
## METODOLOGÍA

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 cuatro 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 arroz 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.

Finalmente, en la sección cuatro se muestra el análisis de aptitud, el cual se realizó como un insumo para definir las áreas de aptitud óptima, media y deficitaria para el desarrollo del cultivo de arroz en Costa Rica; y guiar la toma de decisiones de inversiones de agentes financieros y de seguros sobre los sistemas agropecuarios de interés.

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.
- (4) El análisis de aptitud se realizó como información adicional para guiar la toma de decisiones de inversiones de agentes financieros y de seguros sobre los sistemas agropecuarios de interés.

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

## TIPIFICACIÓN DEL SISTEMA PRODUCTIVO DE ARROZ

### 1. Especificaciones técnicas:

El cultivo de arroz es uno de los principales cereales de mayor consumo en el mundo y en Costa Rica es el de mayor consumo per cápita. Como se puede observar en el cuadro 1 el arroz proviene del género *Oriza* y de la especie *sativa*; y su introducción al país fue en el siglo XIX, estableciéndose en zonas montañosas como Atenas, Turrubares, Puriscal y Santa Ana (Tinoco y Acuña, 2009).

**Cuadro 1.** Generalidades taxonómicas del cultivo del cultivo de arroz

Nombre común	Arroz
Nombre científico	<i>Oriza sativa</i>
Familia	Poaceae
Origen	Sur de la india

Fuente: Tinoco y Acuña, 2009

### Variedades

En Costa Rica las principales variedades de arroz de uso comercial que se promueven son aquellas que están adaptadas a las condiciones edáficas, climáticas y de relieve, entre otros factores, de las regiones productivas de arroz en el país. Entre ellas se encuentran las siguientes variedades: Puita INTA, Palmar 18, CR 4477, Sierpe FL 250, Nayudel FL, Lazarroz FL y NayuribeB FL. A continuación, se describen las principales variedades utilizadas en el país con base en información de la Oficina Nacional de Semillas (ONS, 2016).

**Puita INTA:** es una variedad de bajo macollamiento, es susceptible al volcamiento y tiene muy buena calidad molinera. Su floración la alcanza a los 70 días después de la germinación; mientras que la cosecha se da aproximadamente a los 105 días después de la germinación. Posee buena tolerancia a la *Pyricularia sp.* y a *Helminthosporium sp.*; y es susceptible a Hoja Blanca, *Rhizoctonia sp.*, *Pseudomonas sp.* y *Sarocladium sp.* Además, es una variedad con buena adaptación a sistemas de riego y a bajas condiciones de luminosidad; y tiene regular adaptación a las condiciones de secano.

**Palmar 18:** es una variedad de macollamiento intermedio, es tolerante al volcamiento y tiene buena calidad molinera. Su floración la alcanza a los 75 días después de la germinación; mientras que la cosecha se da aproximadamente entre los 105 a 110 días después de la germinación. Posee buena tolerancia a la *Pyricularia sp.*, Hoja Blanca y a *Helminthosporium sp.*; y es susceptible a *Rhizoctonia sp.*, *Pseudomonas sp.* y *Sarocladium sp.* Además, es una variedad con muy buena adaptación a sistemas de riego, de secano y a bajas condiciones de luminosidad.

**CR 4477:** es una variedad de macollamiento intermedio, es tolerante al volcamiento y tiene buena calidad molinera. Su floración la alcanza a los 84 días

después de la germinación; mientras que la cosecha se da aproximadamente a los 115 días después de la germinación. Posee buena tolerancia a la Hoja blanca, la *Pyricularia sp.* y a *Helminthosporium sp.*; y es susceptible a *Rhizoctonia sp.*, *Pseudomonas sp.* y *Sarocladium sp.* Además, es una variedad con muy buena adaptación a sistemas de riego, buena adaptación a sistemas de secano y buena respuesta a bajas condiciones de luminosidad.

**Sierpe FL 250:** es una variedad de alto macollamiento, moderadamente susceptible al volcamiento y su calidad molinera es regular. Su floración la alcanza entre los 85 a 90 días después de la germinación; mientras que la cosecha se da aproximadamente entre los 120 a 125 días después de la germinación. Posee buena tolerancia a la Hoja blanca y tiene una tolerancia moderada a la *Pyricularia sp.*, *Helminthosporium sp.*; *Rhizoctonia sp.*, *Pseudomonas sp.* y *Sarocladium sp.* Además, es una variedad con buena adaptación a sistemas de riego de secano y a condiciones de baja luminosidad.

**Nayudel FL:** es una variedad de alto macollamiento, moderadamente susceptible al volcamiento y muy buena calidad molinera. Su floración la alcanza entre los 70 a 75 días después de la germinación; mientras que la cosecha se da aproximadamente entre los 110 a 115 días después de la germinación. Es una variedad moderadamente tolerante a la Hoja blanca, la *Pyricularia sp.*, *Helminthosporium sp.*; *Rhizoctonia sp.*, *Pseudomonas sp.* y *Sarocladium sp.* Además, es una variedad con buena adaptación a sistemas de riego, muy buena adaptación a sistemas de secano y una buena respuesta a condiciones de baja luminosidad.

**Lazarroz FL:** es una variedad de macollamiento intermedio, moderadamente tolerante al volcamiento y tiene buena calidad molinera. Su floración la alcanza entre los 75 a 80 días después de la germinación; mientras que la cosecha se da aproximadamente a los 115 a 120 días después de la germinación. Posee moderada tolerancia a la Hoja blanca, la *Pyricularia sp.*, *Sarocladium sp.* y a *Helminthosporium sp.*; y es moderadamente susceptible a *Rhizoctonia sp.* y *Pseudomonas sp.* Además, es una variedad con buena adaptación a sistemas de riego, muy buena adaptación a sistemas de secano y una buena respuesta a condiciones de baja luminosidad.

**NayuribeB FL:** es una variedad de alto macollamiento, moderadamente tolerante al volcamiento y tiene muy buena calidad molinera. Su floración la alcanza entre los 75 a 80 días después de la germinación; mientras que la cosecha se da aproximadamente a los 115 a 120 días después de la germinación. Posee moderada tolerancia a la Hoja blanca, la *Pyricularia sp.*, *Sarocladium sp.* y a *Helminthosporium sp.*; y es moderadamente susceptible a *Rhizoctonia sp.* y *Pseudomonas sp.* Además, es una variedad con muy buena adaptación a sistemas de riego, buena adaptación a sistemas de secano y una buena respuesta a condiciones de baja luminosidad.

## 2. Fases fenológicas del cultivo de arroz

El ciclo fenológico del arroz se ha dividido en cinco fases fenológicas, iniciando desde la fase de germinación y emergencia (fase 1) hasta la fase de maduración de la planta (fase 5). La duración del ciclo varía de acuerdo con la variedad y las condiciones de la región productiva del país.

### 2.1 Descripción general de las cinco fases fenológicas:

- **Fase de germinación y emergencia:** comprende desde la siembra de la semilla hasta la aparición de la primera hoja completa con vaina. Esta etapa tiene una duración aproximada de 7 a 8 días (Fernández *et al.*, 1985; Velásquez *et al.*, 2015).
- **Fase de macollamiento:** en esta etapa empiezan a emerger los hijos primarios de los nudos del tallo principal. Después que se desarrollan los hijos primarios siguen emergiendo los hijos secundarios sucesivamente. La duración de la fase comprende desde la aparición de la cuarta hoja verdadera hasta la presencia de la novena hoja verdadera (Fernández *et al.*, 1985; Velásquez *et al.*, 2015).
- **Fase de diferenciación del primordio:** durante esta fase la planta empieza a desarrollar internamente la panícula, hasta que posteriormente la panícula emerge sobre el cuello de hoja bandera. Al inicio se puede observar la panícula haciendo un corte longitudinal en la hoja bandera. La fase de diferenciación del primordio comprende desde la aparición de la novena hoja verdadera hasta que la emergencia de la panícula. En variedades de ciclo intermedio la diferenciación floral se da a los 65 días después de la germinación, en variedades de ciclo más corto esta fase se reduce a los 50 días y en variedades de ciclo largo dura aproximadamente entre 70 a 75 días (Fernández *et al.*, 1985; Velásquez *et al.*, 2015).
- **Fase de floración:** después que emerge la panícula inmediatamente se da la antesis de las flores, es decir la apertura floral (Fernández *et al.*, 1985; Velásquez *et al.*, 2015). En esta fase las anteras empiezan a derramar el polen y éste inicia la fecundación de las espiguillas, una vez que se ha depositado en los estigmas (Degiovanni *et al.*, 2010). Esta etapa puede durar alrededor de 7 a 10 días.
- **Fase de maduración:** después de la polinización de las flores comienza la formación del grano lechoso. El grano mantiene un color verde al inicio de la fase y posteriormente éste se vuelve pastoso y de color amarillento al entrar en el estado de madurez (Fernández *et al.*, 1985; Velásquez *et al.*, 2015).

## 2.2 Especificaciones de las fases del ciclo fenológico por región productiva

- **Región productiva Pacífico Central**

De acuerdo con expertos de la región productiva de Pacífico Central, el ciclo del cultivo de arroz en esta región tiene una duración aproximada de ciento veinte días. En esta zona se realiza solo una siembra al año (entre los meses de abril-mayo) y solo algunos productores utilizan el sistema de arroz soca. Bajo el sistema de soca<sup>5</sup> la cosecha se adelanta alrededor de treinta días y para llevarla a cabo se necesita tener suelos en buena condición (suelos no deteriorados por el paso de maquinaria de cosecha o fertilización), disponibilidad de agua, excelentes condiciones de la primera plantación (fertilización adecuada, alto vigor de planta, buen control de enfermedades y plagas) y utilizar variedades que se adapten al rebrote y macollamiento como la Palmar 18, NayuribeB FL y Nayudel FL.

La fase de germinación y emergencia en esta región tiene una duración aproximada de siete días, la etapa de macollamiento comienza a los treinta días después de la siembra, seguido de la fase de la diferenciación del primordio que tiene una duración promedio de sesenta y cinco días después de germinado para variedades de ciclo medio (para variedades de ciclo corto puede durar cincuenta días y para ciclo largo aproximadamente setenta y cinco días). La floración comienza a los ochenta y cinco días después de germinado (se estima que esta fase dura de siete a diez días); la maduración empieza después de la fase de floración y hasta el momento de cosecha el ciclo puede llegar a ciento veinte días. Las variedades más utilizadas en la región Pacífico Central son Puita-INTA, Lazarroz FL, Palmar 18, NayuribeB FL y Nayudel FL.

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

---

<sup>5</sup> La soca es una práctica que consiste en alcanzar en la misma área de siembra una segunda cosecha, a través del rebrote de nuevos tallos y hojas, después de cosecharse la primera siembra (Martínez, 2010)

**Cuadro 2.** Fases del ciclo fenológico del cultivo de arroz, en la región productiva de Pacífico Central

* -----0 -----7 DDS-----30 DDS-----65 DDS-----85 DDS-----95 DDS-----120 DDS					
Fases	Germinación y emergencia	Macollamiento	Diferenciación de primordio	Floración	Maduración
**-----S0 -----S3- V4-----V9--R0 -----R4 -----R6 -----R8					
					
Época	Época lluviosa (Invierno)				
I Siembra Meses	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto
Época	Época seca (verano)				
II Siembra Meses	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
<p>*DDS: Días después de la siembra.</p> <p>** Sistema de clasificación de fases de desarrollo del arroz propuesto por Counce <i>et al.</i>, (2000) para describir el crecimiento y desarrollo del cultivo, el cual está dividido en tres grandes fases: germinación, vegetativa y reproductiva. Se enmarcaron las fases fenológicas definidas en el presente estudio de acuerdo con las fases definidas por Counce <i>et al.</i>, (2000), donde germinación y emergencia va de S0 a S3, macollamiento va de V4 a V9, diferenciación de primordio va de R0 a R3, floración es R4 y maduración va de R6 a R8.</p>					

Fuente: elaboración a partir de consulta a experto

- **Región productiva Huetar Caribe**

De acuerdo con expertos de la región productiva de Huetar Caribe, el ciclo del cultivo de arroz en esta región tiene una duración aproximada de ciento veinte días. En esta zona se realizan tres siembras al año; la primera siembra se está promoviendo realizar en el sector Caribe (para un mejor aprovechamiento de la luminosidad) a principios del mes de enero con riego asistido (el cultivo se asiste con agua por gravedad cuando se disminuye la cantidad de lluvias, así se aprovecha que la zona es la más lluviosa del país), la segunda siembra se realiza en el mes de mayo y la tercera siembra en octubre.

La fase de germinación y emergencia en esta región tiene una duración aproximada de siete días, la etapa de macollamiento comienza a los treinta días después de la siembra, seguido de la fase de la diferenciación del primordio que tiene una duración promedio de sesenta y cinco días después de germinado para variedades de ciclo medio (para variedades de ciclo corto puede durar cincuenta días y para ciclo largo aproximadamente setenta y cinco días). La floración comienza a los ochenta y cinco días después de germinado (se estima que esta fase dura de siete a diez días); la maduración empieza después de la fase de floración y hasta el momento de cosecha el ciclo puede llegar a ciento veinte días. Las variedades más utilizadas en la región Huetar Caribe son Lazarroz FL, Palmar 18 y NayuribeB FL.

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 Caribe.

**Cuadro 3.** Fases del ciclo fenológico del cultivo de arroz, en la región productiva de Huetar Caribe

* -----0-----7 DDS-----30 DDS-----65 DDS-----85 DDS-----95 DDS-----120 DDS					
Fases	Germinación y emergencia	Macollamiento	Diferenciación de primordio	Floración	Maduración
**	S0	S3- V4	V9--R0	R4	R6-----R8
					
Época	Época lluviosa (Invierno)				
I Siembra Meses (riego asistido)	Enero	Febrero		Marzo	Abril
Época	Época lluviosa (Invierno)		Época seca (verano)		
II Siembra Meses (secano)	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre
Época	Época lluviosa (Invierno)		Época seca (verano)		
III Siembra Meses (Secano)	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero
*DDS: Días después de la siembra. ** Sistema de clasificación de fases de desarrollo del arroz propuesto por Counce <i>et al.</i> , (2000) para describir el crecimiento y desarrollo del cultivo, el cual está dividido en tres grandes fases: germinación, vegetativa y reproductiva. Se enmarcaron las fases fenológicas definidas en el presente estudio de acuerdo con las fases definidas por Counce <i>et al.</i> , (2000), donde germinación y emergencia va de S0 a S3, macollamiento va de V4 a V9, diferenciación de primordio va de R0 a R3, floración es R4 y maduración va de R6 a R8.					

Fuente: elaboración a partir de consulta a experto

- **Región productiva Brunca**

De acuerdo con expertos de la región productiva de Brunca, el ciclo del cultivo de arroz en esta región tiene una duración aproximada de ciento veinte días. En esta zona se realizan dos siembras al año (la primera en el mes de abril y la segunda en el mes de setiembre). La fase de germinación y emergencia en esta región tiene una duración aproximada de siete días, la etapa de macollamiento comienza a los treinta días después de la siembra, seguido de la fase de la diferenciación del primordio que tiene una duración promedio de sesenta y cinco días después de germinado para variedades de ciclo medio (para variedades de ciclo corto puede durar cincuenta días y para ciclo largo aproximadamente setenta y cinco días). La floración comienza a los ochenta y cinco días después de germinado (se estima que esta fase dura de siete a diez días); la maduración empieza después de la fase de floración y hasta el momento de cosecha el ciclo puede llegar a ciento veinte días. Las variedades más utilizadas en la región Brunca a son Lazarroz FL, Nayudel FL, Puita-INTA, Palmar 18 y NayuribeB FL.

En el cuadro 4 se ilustra el ajuste realizado en los meses e intervalos de duración de cada fase en la región productiva de Brunca.

**Cuadro 4.** Fases del ciclo fenológico del cultivo de arroz, en la región productiva de Brunca

* -----0 -----7 DDS-----30 DDS-----65 DDS-----85 DDS-----95 DDS-----120 DDS					
Fases	Germinación y emergencia	Macollamiento	Diferenciación de primordio	Floración	Maduración
**-----S0-----S3-V4-----V9-----R0-----R4-----R6-----R8					
					
Época	Época seca (verano)		Época lluviosa (Invierno)		
I Siembra Meses	Abril	Mayo		Junio	Julio
Época	Época lluviosa (Invierno)				
II Siembra Meses	Setiembre	Octubre	Noviembre		Diciembre
<p>*DDS: Días después de la siembra.  ** Sistema de clasificación de fases de desarrollo del arroz propuesto por Counce <i>et al.</i>, (2000) para describir el crecimiento y desarrollo del cultivo, el cual está dividido en tres grandes fases: germinación, vegetativa y reproductiva. Se enmarcaron las fases fenológicas definidas en el presente estudio de acuerdo con las fases definidas por Counce <i>et al.</i>, (2000), donde germinación y emergencia va de S0 a S3, macollamiento va de V4 a V9, diferenciación de primordio va de R0 a R3, floración es R4 y maduración va de R6 a R8</p>					

Fuente: elaboración a partir de consulta a experto

- **Región productiva Huetar Norte**

De acuerdo con expertos de la región productiva de Huetar Norte, el ciclo del cultivo de arroz en esta región tiene una duración aproximada de ciento veinte días. En esta zona se realizan dos siembras al año (la primera en el mes de mayo y la segunda en los meses de octubre-noviembre) en el caso de arroz de secano; con la excepción que en la región hay dos fincas que cultivan arroz utilizando lámina de riego (son casos atípicos porque no es común realizar la práctica en la zona), realizando la primera siembra en mayo y la segunda siembra en diciembre.

La fase de germinación y emergencia en esta región tiene una duración aproximada de siete días, la etapa de macollamiento comienza a los treinta días después de la siembra, seguido de la fase de la diferenciación del primordio que tiene una duración promedio de sesenta y cinco días después de germinado para variedades de ciclo medio (para variedades de ciclo corto puede durar cincuenta días y para ciclo largo aproximadamente setenta y cinco días). La floración comienza a los ochenta y cinco días después de germinado (se estima que esta fase dura de siete a diez días); la maduración empieza después de la fase de floración y hasta el momento de cosecha el ciclo puede llegar a ciento veinte días. Las variedades más utilizadas en la región Huetar Norte son Lazarroz FL, Puita-INTA, Palmar 18 y NayuribeB FL.

En el cuadro 5 se ilustra el ajuste realizado en los meses e intervalos de duración de cada fase en la región productiva de Huetar Norte.

**Cuadro 5.** Fases del ciclo fenológico del cultivo de arroz, en la región productiva de Huetar Norte

* -----0-----7 DDS-----30 DDS-----65 DDS-----85 DDS-----95 DDS-----120 DDS						
Fases	Germinación y emergencia		Macollamiento	Diferenciación de primordio	Floración	Maduración
**	S0	S3	V4	V9	R0	R4
						
Época	Época lluviosa (Invierno)					
I Siembra Meses (Secano)	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	
Época	Época lluviosa (Invierno)			Época seca (verano)		
II Siembra Meses (Secano)	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo
Época	Época lluviosa (Invierno)			Época seca (verano)		
II Siembra Meses (Riego)	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	
*DDS: Días después de la siembra.						
** Sistema de clasificación de fases de desarrollo del arroz propuesto por Counce <i>et al.</i> , (2000) para describir el crecimiento y desarrollo del cultivo, el cual está dividido en tres grandes fases: germinación, vegetativa y reproductiva. Se enmarcaron las fases fenológicas definidas en el presente estudio de acuerdo con las fases definidas por Counce <i>et al.</i> , (2000), donde germinación y emergencia va de S0 a S3, macollamiento va de V4 a V9, diferenciación de primordio va de R0 a R3, floración es R4 y maduración va de R6 a R8						

Fuente: elaboración a partir de consulta a experto

- **Región productiva Chorotega**

De acuerdo con los expertos consultados de la región productiva Chorotega, el ciclo del cultivo de arroz en esta zona tiene una duración aproximada de ciento veinte días. La región se divide en dos grandes áreas: el área de arroz seco y el área con influencia de DRAT. El área de seco comprende los cantones de Santa Cruz, Nicoya, Nandayure, Liberia, Abangares y Carrillo. En esta región se realiza una siembra al año (entre los meses de julio-agosto); en el caso de zonas con mayor influencia a la época lluviosa y cercana a la costa (Nandayure), las siembras se realizan en mayo. Las variedades más utilizadas en la región Chorotega de seco son: Lazarroz FL, Puita-INTA, Palmar 18 y NayuribeB FL.

La región con influencia del DRAT (Distrito de Riego Arenal-Tempisque) o de arroz con riego incluye los cantones de Bagaces y Cañas. En esta zona se realizan dos siembras en el año, la primera entre los meses de julio-agosto y la segunda entre los meses de diciembre-enero. Las variedades más utilizadas en la región Chorotega con influencia del DRAT son: Lazarroz FL, Puita-INTA, Palmar 18, Nayudel FL, CR4477 y NayuribeB FL.

La fase de germinación y emergencia en esta región tiene una duración aproximada de siete días, la etapa de macollamiento comienza a los treinta días después de la siembra, seguido de la fase de la diferenciación del primordio que tiene una duración promedio de sesenta y cinco días después de germinado para variedades de ciclo medio (para variedades de ciclo corto puede durar cincuenta días y para ciclo largo aproximadamente setenta y cinco días). La floración comienza a los ochenta y cinco días después de germinado (se estima que esta fase dura de siete a diez días); la maduración empieza después de la fase de floración y hasta el momento de cosecha el ciclo puede llegar a ciento veinte días.

En los cuadros 6 y 7 se ilustran el ajuste realizado para arroz seco e inundado respectivamente en los meses e intervalos de duración de cada fase en la región productiva de Chorotega.

**Cuadro 6.** Fases del ciclo fenológico del cultivo de arroz, en la región productiva Chorotega de seco

* -----0 -----7 DDS-----30 DDS-----65 DDS-----85 DDS-----95 DDS-----120 DDS						
Fases	Germinación y emergencia		Macollamiento	Diferenciación de primordio	Floración	Maduración
**	S0	S3	V4	V9	R0	R4
**	S0	S3	V4	V9	R0	R4
						
Época	Época lluviosa (Invierno)					
I Siembra Meses (Secano)	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
*DDS: Días después de la siembra. ** Sistema de clasificación de fases de desarrollo del arroz propuesto por Counce <i>et al.</i> , (2000) para describir el crecimiento y desarrollo del cultivo, el cual está dividido en tres grandes fases: germinación, vegetativa y reproductiva. Se enmarcaron las fases fenológicas definidas en el presente estudio de acuerdo con las fases definidas por Counce <i>et al.</i> , (2000), donde germinación y emergencia va de S0 a S3, macollamiento va de V4 a V9, diferenciación de primordio va de R0 a R3, floración es R4 y maduración va de R6 a R8						

Fuente: elaboración a partir de consulta a experto

**Cuadro 7.** Fases del ciclo fenológico del cultivo de arroz, en la región productiva Chorotega inundado

* -----0-----7 DDS-----30 DDS-----65 DDS-----85 DDS-----95 DDS-----120 DDS						
Fases	Germinación y emergencia		Macollamiento	Diferenciación de primordio	Floración	Maduración
**	S0-----S3-----V4-----V9-----R0-----R4-----R6-----R8					
						
Época	Época lluviosa (Invierno)					
I Siembra Meses (Riego)	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Época	Época seca (verano)					
II Siembra Meses (secano)	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
*DDS: Días después de la siembra.						
** Sistema de clasificación de fases de desarrollo del arroz propuesto por Counce <i>et al.</i> , (2000) para describir el crecimiento y desarrollo del cultivo, el cual está dividido en tres grandes fases: germinación, vegetativa y reproductiva. Se enmarcaron las fases fenológicas definidas en el presente estudio de acuerdo con las fases definidas por Counce <i>et al.</i> , (2000), donde germinación y emergencia va de S0 a S3, macollamiento va de V4 a V9, diferenciación de primordio va de R0 a R3, floración es R4 y maduración va de R6 a R8						

Fuente: elaboración a partir de consulta a experto

### 3. Prácticas recomendadas para el manejo de la plantación

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

#### 3.1 Preparación del suelo

El arroz se puede cultivar en dos sistemas de siembra, el seco y el inundado. En el sistema de secano para la preparación de suelo se utiliza una rastra pesada a una profundidad de 20-30 cm. La primera pasada se realiza para eliminar todas las malezas presentes en el campo y estimular la emergencia del banco de semillas, después de la siembra y la aplicación de herbicida. Posteriormente se hace otra pasada de la rastra para favorecer el contacto suelo-semilla y alcanzar una buena germinación del arroz (Guzmán, 2006).

En el sistema de siembra inundado la preparación se realiza con una niveladora para manejar el nivel de la lámina de agua y después se utiliza un tractor con rueda fangueadora para eliminar los poros y mejorar la retención de agua y nutrientes (Guzmán, 2006).

#### 3.2 Siembra

La siembra en el sistema secano se realiza en forma directa, esta se puede dividir en métodos simples como el espeque (que es utilizado por productores pequeños), la siembra en forma manual (rayando surcos con bueyes o tractor donde manualmente se deposita o se vuela la semilla) y mecanizadas (donde se utiliza un tractor o avión, este último se utiliza normalmente con semilla pregerminada) (Tinoco & Acuña, 2009).

Para la siembra de arroz inundado se utiliza la siembra directa o por medio del trasplante manual. En este sistema las plantas crecen primero en almácigos y después de que la semilla este germinada se trasplanta (Tinoco & Acuña, 2009).

#### 3.3 Fertilización

En el cultivo de arroz, así como en otros cultivos, es importante ajustar el plan de fertilización requerido, considerando la cantidad y disponibilidad de nutrientes que existen en el suelo; además de considerar las curvas de absorción del cultivo para poder aportar en cada fase fenológica los nutrientes necesarios para su debido desarrollo.

Se han estimado programas de fertilización y se ha creado una recomendación de fertilización general como el utilizar al momento de la siembra fórmulas altas en fósforo (12-24-12; 10-30-10 ó 18-46-0) e incorporarlas al suelo para promover el desarrollo radicular, así como también el proceso de crecimiento y floración. El arroz se ha comprobado que es muy demandante de potasio para procesos como la regulación hídrica de la planta y resistencia a plagas o enfermedades; por lo que se realizan aplicaciones al inicio del macollamiento con fórmulas como 0-0-60; 20-0-20; 26-0-26 ó 15-3-31 (Rodríguez, 1999).

La fertilización nitrogenada debe realizarse considerando la etapa fenológica en la que se encuentra el cultivo, ya que excesos de nitrógeno provocan mayor susceptibilidad en la planta a enfermedades como *Pyricularia sp.* En la etapa de macollamiento se aplica de un

40-50% de N requerido para todo el ciclo del cultivo; mientras que en la etapa de diferenciación floral se debe aplicar el 50% requerido para el cultivo, ya que favorece la formación de hijos productivos y aumenta el rendimiento. Algunas fuentes utilizadas son: urea, sulfato de amonio y nitrato de amonio, que en sistema de secano se aplica incorporado para evitar la volatilización (Tinoco & Acuña, 2009).

### 3.4 Control de malezas

El control de malezas en la plantación de arroz es muy importante ya que estas plantas compiten con el cultivo por la absorción de nutrientes, luz y agua; además de que estas plantas funcionan como hospederos de enfermedades y plagas. La efectividad sobre su control puede estar limitada por las condiciones agroecológicas como humedad en el suelo, uso de herbicidas y la población de malezas existentes (Guzmán, 2006).

En arroz de secano el periodo crítico para el control de malezas se presenta entre los 0 a 40 días después de la siembra y principalmente en las fases de macollamiento y la diferenciación floral. El control químico se realiza entre los 12-15 días después de la siembra (DDS), con la mezcla de propanil (6-8 L/ha) y 2-4D (0,5L/ha) y para mejorar su efectividad en el suelo debe haber al menos un 80% de humedad (Tinoco *et al.*, 2005).

En el caso del arroz inundado, debido a que en el sistema hay condiciones de anegamiento se da un efectivo control de malezas, ya que las semillas en condiciones donde no hay oxígeno y a una menor temperatura se inhibe la germinación. La problemática de este sistema fue el ingreso al país de semillas contaminadas con arroz rojo (maleza voluntaria), la cual ha sido muy difícil de erradicar por su facultad de permanecer en latencia y viable de hasta 20 años. El principal control recomendado es el monitoreo (personas entrenadas para su identificación) y eliminación de forma manual. Además, se está utilizando la práctica de cero labranzas para no remover el banco de semillas y sembrar semillas pre germinadas (Blázquez & Albertin, 2003).

### 3.5 Control de enfermedades

- **Piricularia:** es una de las principales enfermedades del arroz, causada por el hongo *Pyricularia grisea*. En variedades resistentes las lesiones aparecen como puntos café poco definidos, mientras que en cultivares moderadamente resistentes las hojas muestran lesiones en forma de rombo con un centro oliváceo o gris (Tinoco y Acuña, 2009). El hongo puede afectar diferentes partes de la planta tales como: hoja, collar foliar, nudo del tallo y la panícula meses (Muller, 1984). Si la infección ocurre durante la floración, impide en alto grado la formación del grano; se observa la panícula erecta, de color blanco y en su cuello aparece micelio gris negruzco (MAG, 1991). Como parte de las estrategias de combate se mencionan el uso de variedades resistentes o tolerantes; sembrar preferiblemente en suelos con alta capacidad de retención de agua; evitar excesivas densidades de siembra (densidad con máquina de 100 kg/ha y al voleo de 150 kg/ha); evitar la fertilización excesiva con nitrógeno y

combatir eficientemente las malezas (MAG, 1991). Este hongo tiene la particularidad de ser capaz de sobrevivir en restos de cosecha hasta por seis meses, por lo que la incorporación adecuada de los rastrojos es clave para ayudar a reducir la población de este hongo en el suelo (Muller, 1984).

- **Añublo bacterial:** esta enfermedad es causada por la bacteria *Burkholderia glumae*, la cual ocasiona gran impacto en el llenado del grano, provocando la decoloración en la panícula, el manchado de las espiguillas, la decoloración y manchado del grano y en plántula genera la pudrición de la vaina. La enfermedad se ve beneficiada por temperaturas de 32-38 °C en el día y 28 °C en la noche; además de altas humedades relativas. Se puede diseminar fácilmente por fuertes vientos, el roce entre plantas y el salpique por lluvia (Vargas, 2012). El combate en arroz inundado en las primeras etapas que son las más críticas, por lo que se recomienda aumentar la lámina de agua hasta que las plantas estén totalmente cubiertas para evitar la exposición y diseminación de la enfermedad (Blázquez, 2006). El manejo integrado se realiza con la eliminación de malezas hospederas, buena fertilización nitrogenada, densidad de siembra adecuada, utilización de variedades tolerantes y por último el combate químico con productos como Kasumigacina y Edifenfos (Tinoco & Acuña, 2009).
- ***Rhizoctonia solani* (añublo de la vaina):** el añublo de la vaina causa grandes pérdidas económicas ya que afecta directamente las hojas basales provocando la pudrición de los tallos y un aumento en el volcamiento de plantas. La lesión provocada en la planta por el hongo *Rhizoctonia solani* es de un color verde grisáceo con el centro blanco y rodeado por un halo café rojizo. Su incidencia y severidad se pueden acrecentar por aplicaciones altas en nitrógeno y altas densidades de siembra (Guzmán, 2006). La etapa más crítica para el desarrollo de la enfermedad se da entre los 40-50 días después de la siembra (macollamiento). La condición óptima para la infección se da entre los 30-32 °C y con humedad mayor al 95%. El combate se puede realizar mediante un manejo integrado utilizando variedades tolerantes, incorporación de rastrojos, aplicaciones nitrogenadas adecuadas, densidades de siembra recomendadas, uso de control biológico (especialmente *Trichoderma*) y por último el uso de control químico con productos como clorotalonil, oxiclورو de cobre, tolclofosmetil, benomil, carbendazina, entre otros (Tinoco y Acuña, 2009).
- **Pudrición de la vaina de arroz:** esta enfermedad puede darse por el ataque del patógeno *Sarocladium oryzae*, el cual produce podredumbre de la vaina del arroz, generalmente sobre las vainas que se encuentran adheridas al tallo (Tinoco & Acuña, 2009). Esta enfermedad es de importancia potencial en las regiones arroceras muy húmedas y para el cultivo de arroz inundado. El combate se realiza mediante la siembra de variedades resistentes; evitar altas densidades de siembra; el combate eficiente de insectos del tallo y vaina y eliminar los residuos de cosecha (MAG, 1991).

- Manchado de grano: el manchado de granos puede la enfermedad es ocasionada por *Pseudomonas sp.*, la cual se desarrolla con mayor frecuencia en regiones favorecidas con condiciones ambientales de alta precipitación (Tinoco & Acuña, 2009). Esta enfermedad ocasiona que durante la emergencia de la panícula se produzca una necrosis café; las flores que emergen no llevan normalmente y el grano se mancha de café o es vano. Para controlar esta enfermedad se recomienda no utilizar altas densidades de siembra, utilizar variedades tolerantes y realizar fertilizaciones nitrogenadas ajustadas a los requerimientos del cultivo (MAG, 1991).
- Virus de la hoja blanca: el virus es transmitido por el insecto *Tagosodes orizicolus* (familia Homóptera), cuando este se alimenta de plantas enfermas y después pasa a plantas sanas. Los síntomas aparecen en la lámina de la hoja, produciendo rayas cloróticas, clorosis intervenal y ocasiona esterilidad de las semillas en la panícula de la planta (Muñoz *et al*, 2004). Dentro del sistema digestivo del insecto se puede replicar el virus y obtener una gran variabilidad en su periodo de incubación (varía entre 6 y 14 días). Su presencia en todas las fases del cultivo ha provocado que el combate químico y cultural no hayan tenido efectividad, por lo que se recomienda implementar nuevas variedades tolerantes al insecto y al virus (Tinoco & Acuña, 2009).
- Helminthosporium: esta enfermedad es una de las más problemáticas en arroz de secano y es provocada por el hongo *Helminthosporium oryzae*. En la hoja, las lesiones iniciales se observan como pequeños puntos circulares de color café (podrían confundirse con lesiones de piricularia). Después de la floración la hoja bandera es la más afectada por la enfermedad. También produce manchas ovaladas de color café oscuro en el grano, afectando la calidad y el peso del grano. El combate recomendado es: el uso de semilla resistente o tolerante a la enfermedad; la fertilización balanceada N, P, K, Mn, Zn; y de ser necesario la protección de la plantación con fungicidas durante la etapa de floración (MAG, 1991).

### 3.6 Control de plagas

- *Steneotarsonemus spinki* (ácaro de la vaina): su ciclo de vida está dividido en 4 etapas (huevo, larva, pupa y adulto) y se ve favorecido por temperaturas entre 22-32 °C y una humedad relativa mayor al 80%. Con temperaturas menores a 21 °C y mayores a 35 °C las poblaciones se ven reducidas. Los periodos más críticos se dan en la floración y la apertura de la panícula, pero los mayores niveles de población se localizan normalmente en la parte basal pues en ese sitio encuentran las condiciones de humedad óptimas (Ulate, 2010). El manejo de esta plaga se puede realizar mediante el uso de variedades tolerantes, la aplicación de dosis efectivas de nitrógeno, el respetar las densidades recomendadas, la rotación de cultivos y la eliminación de malezas hospederas (*Echinochloa colona*, *Digitaria spp.*, *Eleusine indica*, *Rottboellia cochinchinensis*). Para el control biológico se utilizan depredadores (*Bacillus*

*thuringiensis* y *Hirsutella nodulosa*) y como último recurso se recomienda el control químico, aplicando productos como profenofos, la mezcla de deltametrina-triazofos y algunos piretroides (Ulate, 2010).

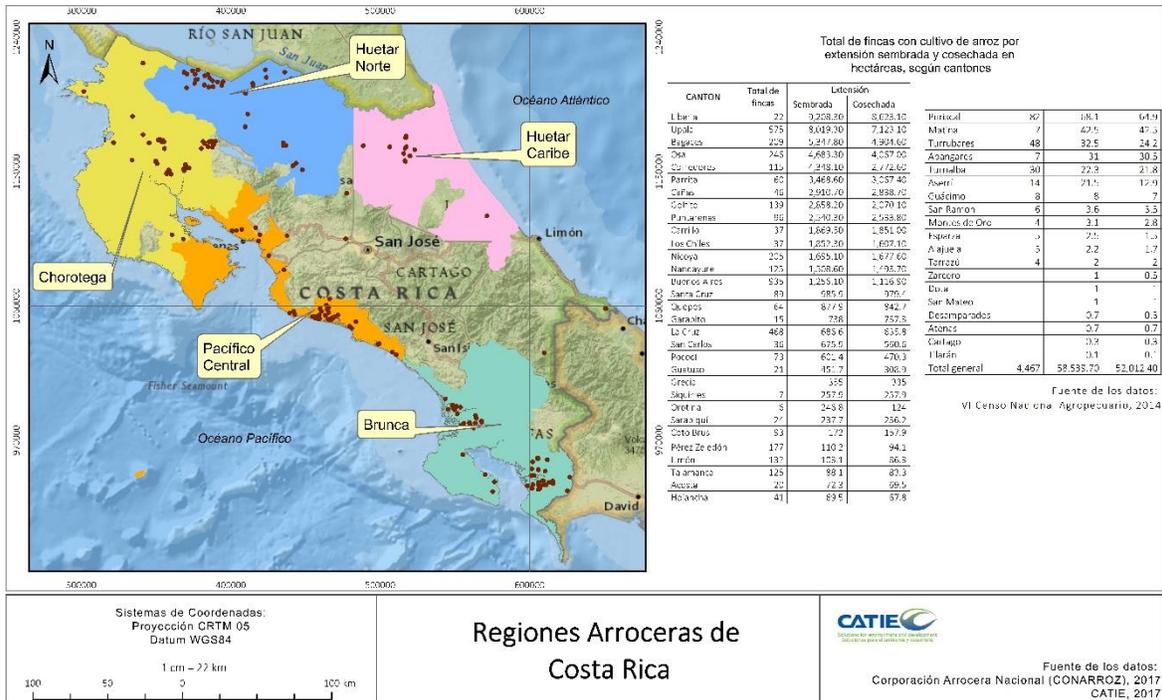
- *Phyllophaga* sp.: esta es una de las principales plagas de suelo y según Tinoco & Acuña (2009), afecta principalmente el sistema radical de la planta (especialmente en arroz de secano). El joboto puede atacar en todas las fases del cultivo y su población aumenta entre los meses de agosto a octubre. En el país se ha reportado mayor presencia en la zona Pacífico Seco y Huetar Norte. El control se realiza antes de la siembra con la remoción del suelo provocando que las larvas queden expuestas al sol. Además, se colocan trampas de luz y se siembran plantas trampas como guácimo, malinche, jocote, poró, amapola, yuca, entre otros. La aplicación de productos químicos tiene que ser compatible con el propanil y con un máximo de 3 meses de residualidad (Tinoco & Acuña, 2009).
- *Diatraea* sp.: el gusano barrenador (*Diatraea* sp.) provoca problemas considerables en la productividad y desarrollo del cultivo. Los ataques se dan en arroz inundado donde causa la muerte de las plantas en las primeras etapas. Después del macollamiento ocasiona galerías o túneles dentro del tallo y provoca el daño llamado “corazones muertos”, que afecta el paso de fotoasimilados necesarios para el desarrollo de la planta (Tinoco & Acuña, 2009). El control de esta plaga no se puede realizar mediante el uso de químicos, ya que el ciclo de vida de *Diatraea* sp. es muy corto y se reproduce muy rápidamente. La práctica recomendada es el uso de controladores biológicos como *Paratheresia claripalpis*, *Metagonistylum minense* y *Cotesia flavipes*, que han tenido buenos resultados (Badilla, 2002).
- *Oebalus insularis* (chinchas): esta plaga ataca principalmente en la etapa reproductiva, se ve favorecido con temperaturas promedio entre 26 a 28 °C y su población aumenta cuando el grano está lechoso y disminuye cuando ya está pastoso. Si el ataque se da después de la floración, los granos no se desarrollan (quedan vanos), y si el ataque es después el grano se mancha. Se ha reportado que poblaciones de 7 o menos individuos (localizados en la panícula) entre los primeros 10 días después de floración no afecta el rendimiento del cultivo. El combate se puede realizar a través del control cultural eliminando plantas hospederas, aumentando la lámina de agua y el uso de controladores biológicos como *Metarrhizium* (Rodríguez *et al.*, 2006; Blázquez, 2006).

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

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

### 1. Ubicación espacial de las zonas productoras de arroz en Costa Rica

El cultivo de arroz como se observa en la figura 2 se desarrolla principalmente en cinco regiones del territorio nacional, abarcando un área total de 58 539,7 hectáreas. La provincia de Guanacaste cuenta con la mayor área cultivada con 24 313 ha, lo que representa un 41,53% del total nacional; la segunda provincia con más área es Puntarenas con un 35,78% (20 948 ha), seguido de Alajuela donde se cultivan 11 609,3 ha (19,83%). Las otras provincias alcanzan valores muy bajos como Limón con un 1,88% (1 100,9 ha); San José con un 0,53% (308,2 ha), Heredia con un 0,41% (237,7 ha) y por último Cartago con apenas 22,6 ha sembradas que representa un 0,04% (INEC, 2014).



**Figura 2. Regiones arroceras y zonas para el cultivo del arroz (*Oriza Sataiva*), en Costa Rica**  
Fuentes: CONARROZ, 2017; SFE MAG, 2016

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

De acuerdo con la información recabada en la literatura, los efectos de los eventos climáticos en el cultivo de arroz están relacionados con la disponibilidad de agua de riego y el desarrollo de condiciones favorables para la proliferación de enfermedades y plagas, que afectan directamente al rendimiento de los cultivos. La información se resume en el cuadro 8. Cabe destacar que se encontraron vacíos de información técnica durante la revisión de literatura, por lo que para algunas de las fases no se presenta información relacionada con sensibilidad climática.

**Cuadro 8.** Aspectos climáticos que pueden ser críticos para el desarrollo del cultivo de arroz por fase del ciclo fenológico

CRITERIO	FASES DEL CULTIVO				
	GERMINACIÓN Y EMERGENCIA	MACOLLAMIENTO	DIFERENCIACIÓN FLORAL	FLORACIÓN	MADURACIÓN
Puntos críticos relacionados al clima	En esta fase es muy importante contar con disponibilidad hídrica para la germinación (arroz secano). <sup>1</sup>			Importante la disponibilidad hídrica para el llenado del grano. Los fuertes vientos provocan el aborto de las flores. <sup>1</sup>	El exceso de humedad produce pérdidas en rendimiento y calidad del grano. <sup>1</sup>
Problemas Fitosanitarios relacionados al clima	<i>Pyricularia grisea</i> (que produce pudrición en la plántula), se ve beneficiada por temperaturas de 32-38 °C en el día y 28 °C en la noche; además de altas humedades relativas y se puede diseminar fácilmente por fuertes vientos, el roce entre plantas y el salpique por lluvia. <sup>2</sup>		<i>Pyricularia grisea</i> (que afecta el llenado del grano; decolora la panícula, mancha las espiguillas y mancha el grano) se ve beneficiada por temperaturas de 32-38 °C en el día y 28 °C en la noche; además de altas humedades relativas y se puede diseminar fácilmente por fuertes vientos, el roce entre plantas y el salpique por lluvia. <sup>2</sup>	<i>Pyricularia grisea</i> (que afecta el llenado del grano; decolora la panícula, mancha las espiguillas y mancha el grano) se ve beneficiada por temperaturas de 32-38 °C en el día y 28 °C en la noche; además de altas humedades relativas y se puede diseminar fácilmente por fuertes vientos, el roce entre plantas y el salpique por lluvia. <sup>2</sup>	

Problemas Fitosanitarios relacionados al clima	<i>Rhizoctonia solani</i> ( que afecta las plántulas recién germinadas), alcanza las condiciones óptimas para la infección entre los 30 a 32 °C y con humedad mayor al 95%. <sup>3</sup>	<i>Rhizoctonia solani</i> : La etapa más crítica se da entre los 40-50 días después de la siembra, las condición óptima para la infección se da entre los 30-32 °C y con humedad mayor al 95%. <sup>3</sup>			
			Virus de la hoja blanca transmitido por insecto <i>Tagosodes orizicolus</i> , el cual se desarrolla bien a una temperatura óptima de 25-30 °C y humedad relativa de 80%. <sup>4</sup>	Virus de la hoja blanca transmitido por insecto <i>Tagosodes orizicolus</i> , el cual se desarrolla bien a una temperatura óptima de 25-30 °C y humedad relativa de 80%. <sup>4</sup>	
Problemas Fitosanitarios relacionados al clima			<i>Steneotarsonemus spinki</i> , la temperatura óptima es de 22-32°C y humedad relativa mayor al 80%; temperaturas menores a 21 °C y mayores a 35 °C las poblaciones se ven reducidas. Los periodos más críticos se dan en la floración y la apertura de la panícula. <sup>5</sup>	<i>Steneotarsonemus spinki</i> , la temperatura óptima es de 22-32 °C y humedad relativa mayor al 80%; temperaturas menores a 21 °C y mayores a 35 °C las poblaciones se ven reducidas. Los periodos más críticos se dan en la floración y la apertura de la panícula. <sup>5</sup>	
	Los jobotos se alimentan y ubican entre las raíces de la planta donde la humedad relativa es alta. La población aumenta entre los meses de agosto a octubre, principalmente en la zona Pacífico seco y Huetar norte. <sup>3</sup>	Los jobotos se alimentan y ubican entre las raíces de la planta donde la humedad relativa es alta. La población aumenta entre los meses de agosto a octubre, principalmente en la zona Pacífico seco y Huetar norte. <sup>3</sup>	Los jobotos se alimentan y ubican entre las raíces de la planta donde la humedad relativa es alta. La población aumenta entre los meses de agosto a octubre, principalmente en la zona Pacífico seco y Huetar norte. <sup>3</sup>		

				<i>Oebalus insularis</i> ataca principalmente en la etapa reproductiva a temperaturas promedio de 26-28 °C <sup>6</sup>	<i>Oebalus insularis</i> ataca principalmente en la etapa reproductiva a temperaturas promedio de 26-28 °C <sup>6</sup>
<p><b>Fuente:</b></p> <p><sup>1</sup>Villalobos, 2001.  <sup>2</sup>Vargas, 2012.  <sup>3</sup>Tinoco &amp; Acuña, 2009.  <sup>4</sup>Muñoz <i>et al.</i>, 2004.  <sup>5</sup>Ulate, 2010.  <sup>6</sup>Rodríguez <i>et al.</i>, 2006.</p>					

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

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

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

- **Región productiva Pacífico Central**

Los resultados del análisis muestran los eventos climáticos y no climáticos que tienen mayor impacto en el sistema productivo y durante el desarrollo de cada fase del cultivo. La valoración global de los factores de exposición (eventos climáticos y no climáticos), de acuerdo con el análisis de expertos, es de 65,7 la cual se considera como alta exposición. La información recabada se resume en la figura 3.

En relación con el grado de afectación de los factores de exposición a los eventos climáticos y no climáticos en el sistema productivo del arroz de la región Pacífico Central, se resumen a continuación:

Muy alta afectación:

- Lluvias irregulares/variabilidad de las lluvias en el año
- Sequías

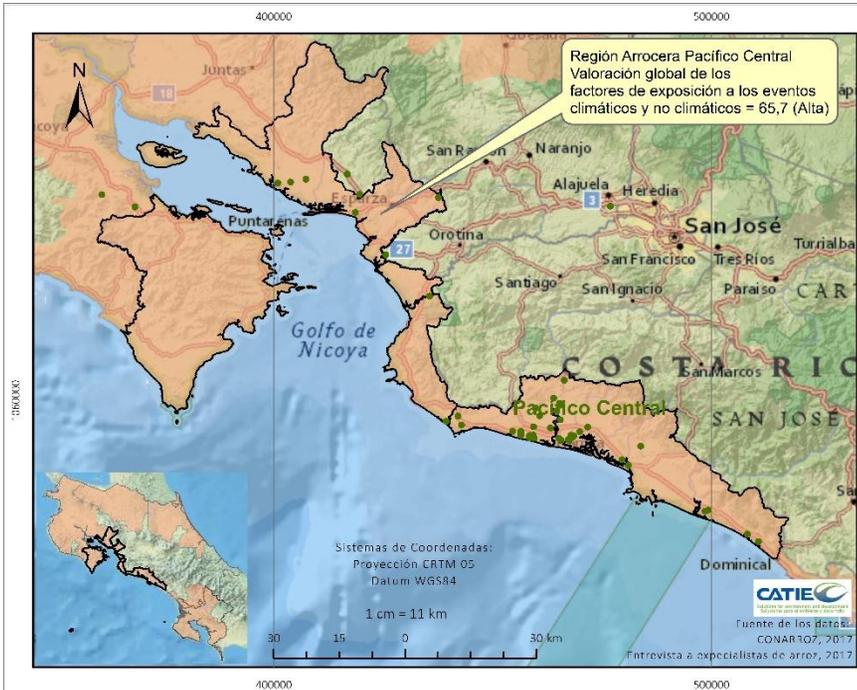
De muy alta a alta afectación agroclimática en la etapa fenológica del cultivo de arroz de secano primera siembra:

- Germinación; tiene muy alta afectación por lluvia, déficit hídrico, por plaga joboto y enfermedades como la *Rhizoctonia solani*.
- Preparación del terreno y siembra; muy alta afectación por lluvia.
- Mantenimiento del cultivo / crecimiento vegetativo; muy alta afectación por lluvia, déficit hídrico, radiación solar, por plagas *Steneotarsonemus spinki*, joboto y *Diatraea sp.*, por enfermedades como la *Rhizoctonia solani* y arroz rojo.
- Macollamiento; muy alta afectación por lluvia, déficit hídrico, radiación solar, por enfermedades como la *Rhizoctonia solani* y virus de la hoja blanca.
- diferencial floral; muy alta afectación por lluvia, déficit hídrico, radiación solar, por enfermedades como la *Pyricularia grisea*, *Rhizoctonia solani* y *Cercospora oryzae*.
- Floración; muy alta afectación por lluvia, déficit hídrico, radiación solar, por plagas *Steneotarsonemus spinki* y *Oebalus insularis*, por enfermedades como la *Pyricularia grisea*, *Rhizoctonia solani*, virus de la hoja blanca y arroz rojo.
- Maduración; muy alta afectación por lluvia, altitud, humedad relativa (%), déficit hídrico, radiación solar, por plagas *Steneotarsonemus spinki* y *Oebalus insularis*.

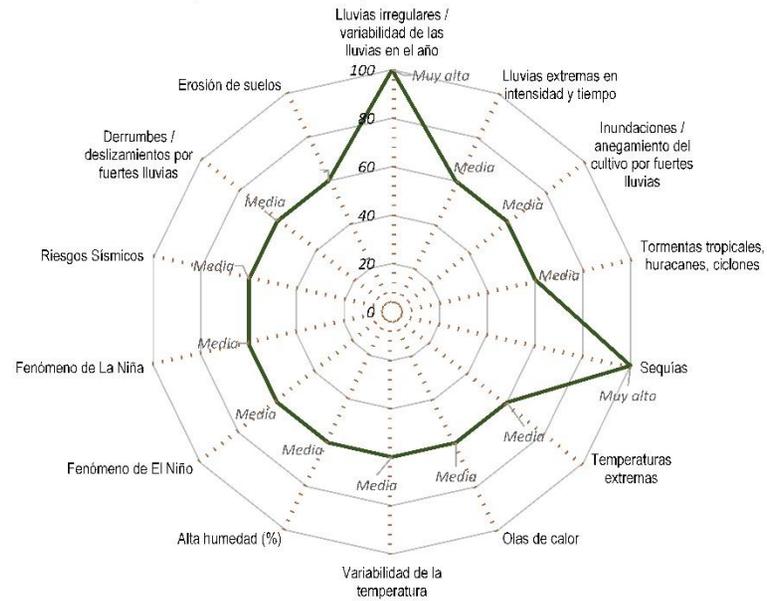
- Cosecha; muy alta afectación por lluvia, déficit hídrico y arroz rojo.
- Almacenamiento; muy alta afectación por lluvia.

De muy alta a alta afectación agroclimática en la etapa fenológica del cultivo de arroz inundado/riego segunda siembra:

- Germinación; tiene muy alta afectación por lluvia, déficit hídrico, por plaga joboto.
- Preparación del terreno y siembra; muy alta afectación por lluvia.
- Mantenimiento del cultivo / crecimiento vegetativo; tiene muy alta afectación por lluvia y déficit hídrico, por plagas *Stenotarsonemus spinki*, joboto y *Diatraea sp.*, por enfermedades como la *Rhizoctonia solani* y por arroz rojo.
- Macollamiento; muy alta afectación por lluvia, déficit hídrico y alta en radiación solar, muy alta por enfermedades como *Pyricularia grisea* y alta *Rhizoctonia solani* y virus de la hoja blanca.
- Deferencial floral; muy alta afectación por lluvia, déficit hídrico y radiación solar, muy alta por enfermedades como como *Pyricularia grisea* y alta como *Rhizoctonia solani* y *Cercospora oryzae*.
- Floración; muy alta afectación por lluvia, déficit hídrico y alta en radiación solar, muy alta por plaga *Stenotarsonemus spinki* y *Oebalus insularis*, alta afectación por enfermedades como *Pyricularia grisea*, *Rhizoctonia solani* y virus de la hoja blanca y por arroz rojo.
- Maduración; muy alta afectación por lluvia, déficit hídrico y alta en radiación solar, alta por altitud y humedad relativa (%), muy alta por plagas *Stenotarsonemus spinki* y *Oebalus insularis*.
- Cosecha; muy alta afectación por lluvia, déficit hídrico y por arroz rojo.
- Almacenamiento; muy alta afectación por lluvia, déficit hídrico.



**Factores de exposición a los eventos climáticos y no climáticos presentes en la región arrocera Pacifico Central**



Etapas fenológica del cultivo de arroz	Condiciones agroclimática en la fenológica del cultivo de arroz de secano primera siembra, Región Pacifico Central																					
	Clima				Plagas				Enfermedades				Otros		Suelos		Manejo de obra					
	Temp. °C	Liuvia	Altud. mm	Humedad. relatiua (%)	Ventil. hídrico	Déficit hídrico	Radiació. insolar	Stenotoma oratus	Trialeurodes orizivorus	Joboti	Diuraphis sp.	Oribatus insularis	Pyricularia grisea	Rhizoctonia lasiocarpa	Corcospora oryzae	Virus de la hoja blanca	Arroz rojo	Tipos de suelos	Textura	Manejo de obra	Mano de obra	
Geminación / almado	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
Preparación del terreno	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
Siembra	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
Mantenimiento del cultivo / crecimiento vegetatiuo	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
Mecclamiento	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
Diferencial floral	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
Floración	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
Maduración	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
Cosecha	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
Almacenamiento	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→

Etapas fenológica del cultivo de arroz	Condiciones agroclimática en la fenológica del cultivo de arroz inundado/segunda siembra, Región Pacifico Central																					
	Clima				Plagas				Enfermedades				Otros		Suelos		Manejo de obra					
	Temp. °C	Liuvia	Altud. mm	Humedad. relatiua (%)	Ventil. hídrico	Déficit hídrico	Radiació. insolar	Stenotoma oratus	Trialeurodes orizivorus	Joboti	Diuraphis sp.	Oribatus insularis	Pyricularia grisea	Rhizoctonia lasiocarpa	Corcospora oryzae	Virus de la hoja blanca	Arroz rojo	Tipos de suelos	Textura	Manejo de obra	Mano de obra	
Geminación / almado	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
Preparación del terreno	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
Siembra	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
Mantenimiento del cultivo / crecimiento vegetatiuo	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
Mecclamiento	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
Diferencial floral	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
Floración	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
Maduración	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
Cosecha	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
Almacenamiento	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→

Figura 3. Mapa de exposición de la región arrocera Pacifico Central ante los eventos climáticos y no climáticos

- **Región productiva Huetar Caribe**

Los resultados del análisis muestran los eventos climáticos y no climáticos que tienen mayor impacto en el sistema productivo y durante el desarrollo de cada fase del cultivo. La valoración global de los factores de exposición (eventos climáticos y no climáticos), de acuerdo con el análisis de expertos, es de 73,8 la cual se considera como alta exposición. La información recabada se resume 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 del arroz de la región Huetar Caribe, se resumen a continuación:

Muy alta afectación:

- Lluvias extremas e intensidad y tiempo
- Inundaciones/anegamiento del cultivo por fuertes lluvias
- Fenómeno de El Niño
- Fenómeno de La Niña

Alta afectación:

- Sequías
- Temperaturas extremas
- Alta humedad (%)
- Derrumbes / deslizamiento por fuertes lluvias

*De muy alta a alta afectación agroclimática en la etapa fenológica del cultivo de arroz de secano primera siembra:*

- Germinación/almacigo; alta afectación por temperatura, lluvia y déficit hídrico.
- Preparación del terreno y siembra; alta afectación por lluvia.
- Mantenimiento del cultivo / crecimiento vegetativo y macollamiento; alta afectación por la plaga *Tagosodes orizicolus*, por enfermedad como el virus de la hoja blanca, por arroz rojo y manejo de plantación.
- Diferencial floral; muy alta afectación por déficit hídrico, radiación solar, alta afectación por la plaga *Tagosodes orizicolus*, por enfermedad como el virus de la hoja blanca, por arroz rojo y manejo de plantación.
- Floración; muy alta afectación por lluvia, déficit hídrico, radiación solar y alta afectación por humedad relativa (%), por plagas *Stenotarsus spinki*, *Tagosodes orizicolus* y *Oebalus insularis*, por enfermedades como la *Rhizoctonia solani*, virus de la hoja blanca, por arroz rojo y manejo de plantación.
- Maduración; alta afectación por temperatura, lluvia, radiación solar y humedad relativa (%), muy alta afectación por déficit hídrico, alta afectación por plagas *Tagosodes orizicolus* y muy alta por *Oebalus insularis*, por enfermedades como la *Pyricularia grisea* y virus de la hoja blanca y alta como la *Rhizoctonia solani*, por arroz rojo y manejo de plantación.
- Cosecha; alta afectación por temperatura, muy alta por lluvia, humedad relativa (%) y déficit hídrico, muy alta afectación por plagas *Oebalus insularis* y alta *Tagosodes orizicolus*, por enfermedades muy alta en *Rhizoctonia solani* y alta en virus de la hoja

- blanca y manejo de plantación.
- Almacenamiento: muy alta afectación por temperatura y altitud, alta por humedad relativa (%) y viento, y muy alta afectación por mano de obra.

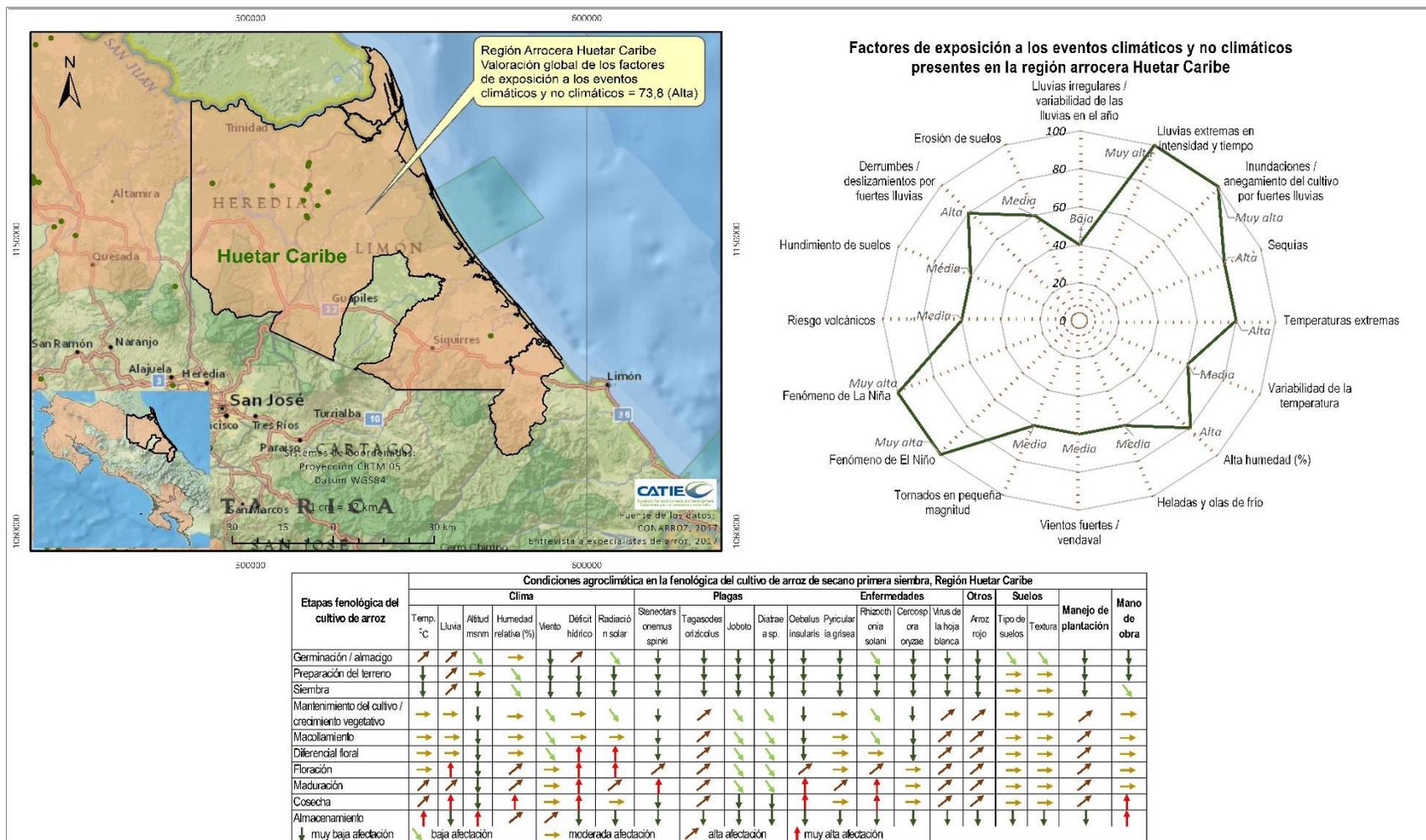


Figura 4. Mapa de exposición de la región arrozera Caribe ante los eventos climáticos y no climáticos

- **Región productiva Brunca**

Los resultados del análisis muestran los eventos climáticos y no climáticos que tienen mayor impacto en el sistema productivo y durante el desarrollo de cada fase del cultivo. La valoración global de los factores de exposición (eventos climáticos y no climáticos), de acuerdo con el análisis de expertos, es de 65,5 la cual se considera como alta exposición. La información recabada se resume en la figura 5.

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

Alta afectación:

- Variabilidad de la temperatura
- Alta humedad (%)
- Fenómeno de El Niño
- Fenómeno de La Niña

*De muy alta a alta afectación agroclimática en la etapa fenológica del cultivo de arroz de secano primera siembra:*

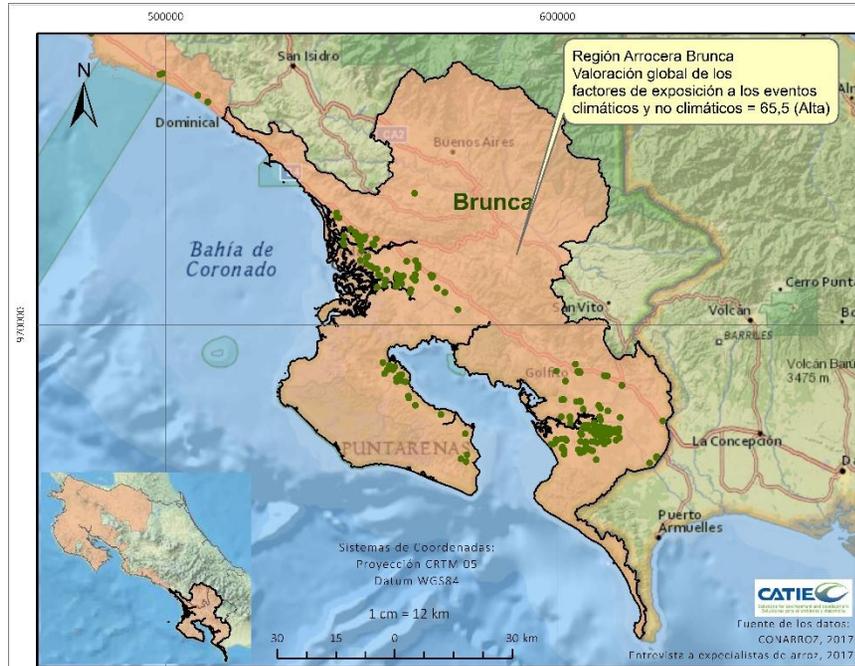
- Germinación/almacigo; tiene muy alta afectación por déficit hídrico y por plagas Joboto.
- Preparación del terreno y siembra; alta afectación por lluvia.
- Mantenimiento del cultivo / crecimiento vegetativo; alta afectación por temperatura, radiación solar, muy alta por déficit hídrico, muy alta por la plaga Joboto, y alta por tipos de suelos y textura.
- Macollamiento; alta afectación por temperatura, radiación solar, muy alta por déficit hídrico, alta por plagas *Tagosodes orizicolus* y joboto, por enfermedades *Pyricularia grisea*, *Rhizoctonia solani*, *Cercospora oryzae* y por arroz rojo.
- Diferencial floral; alta afectación por temperatura, humedad relativa (%), muy alta por déficit hídrico y radiación solar, muy alta por plagas *Steneotarsonemus spinki* y alta *Tagosodes orizicolus*, alta por enfermedades *Pyricularia grisea*, *Rhizoctonia solani*, *Cercospora oryzae* y por arroz rojo.
- Floración; muy alta afectación por temperatura, déficit hídrico, radiación solar, alta por lluvia, humedad relativa, muy alta por plagas *Steneotarsonemus spinki*, *Tagosodes orizicolus* y *Oebalus insularis*, por enfermedades como *Pyricularia grisea*, *Rhizoctonia solani*, *Cercospora oryzae* y alta por arroz rojo.
- Maduración; alta afectación por lluvia, humedad relativa (%), radiación solar, muy alta por plagas *Oebalus insularis*, por enfermedades como *Pyricularia grisea*, *Rhizoctonia solani*, *Cercospora oryzae* y muy alta por arroz rojo.
- Cosecha; muy alta afectación por lluvia, alta afectación por plagas *Oebalus insularis* y por arroz rojo.
- Almacenamiento; alta afectación por plagas *Oebalus insularis*.

*De muy alta a alta afectación agroclimática en la etapa fenológica del cultivo de arroz inundado/riego segunda siembra:*

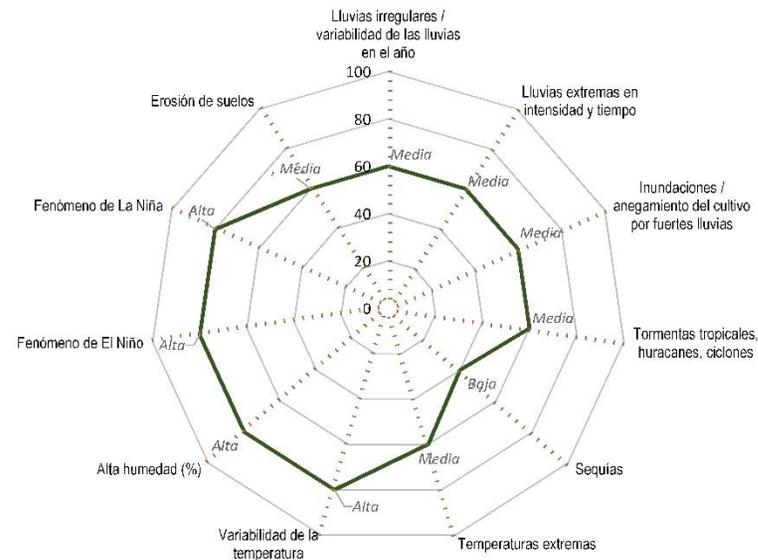
- Germinación/almacigo; tiene muy alta afectación por déficit hídrico y por plagas

joboto.

- Preparación del terreno y siembra; alta afectación por lluvia.
- Mantenimiento del cultivo / crecimiento vegetativo; alta afectación por temperatura, radiación solar y muy alta por déficit hídrico, muy alta por la plaga Joboto, y alta por tipos de suelos, textura y manejo de plantación.
- Macollamiento; alta afectación por temperatura, radiación solar, muy alta por déficit hídrico, alta por plagas *Tagosodes orizicolus* y joboto, por enfermedades *Pyricularia grisea*, *Rhizoctonia solani*, *Cercospora oryzae*, por arroz rojo y manejo de plantación.
- Diferencial floral; alta afectación por temperatura, humedad relativa (%), muy alta por déficit hídrico y radiación solar, muy alta por plagas *Steneotarsonemus spinki* y alta *Tagosodes orizicolus*, muy alta afectación por enfermedades *Pyricularia grisea*, *Rhizoctonia solani*, *Cercospora oryzae* y muy alta por arroz rojo y alta por manejo de plantación.
- Floración; muy alta afectación por temperatura, déficit hídrico y radiación solar, por plagas *Steneotarsonemus spinki*, *Tagosodes orizicolus* y *Oebalus insularis*, por enfermedades como *Pyricularia grisea*, *Rhizoctonia solani*, *Cercospora oryzae* y alta por arroz rojo y muy alta por manejo de plantación.
- Maduración; alta afectación por lluvia, humedad relativa (%), radiación solar, muy alta por plagas *Oebalus insularis*, muy alta por enfermedades como *Pyricularia grisea* *Rhizoctonia solani*, *Cercospora oryzae*, por arroz rojo y alta por manejo de plantación.
- Cosecha; muy alta afectación por lluvia, alta afectación por plagas *Oebalus insularis* y por arroz rojo.
- Almacenamiento; alta afectación por plagas *Oebalus insularis*.



**Factores de exposición a los eventos climáticos y no climáticos presentes en la región arrocera Brunca**



Condiciones agroclimática en la fenológica del cultivo de arroz de secano primera siembra, Región Brunca

Etapas fenológica del cultivo de arroz	Clima				Plagas				Enfermedades				Otros		Suelos		Manejo de plantación		Mano de obra	
	Temp °C	Lluvia mm	Humedad relativa (%)	Viento	Deficit hídrico	Salinidad	Radiación solar	Stenocera ornatus spiriki	Tagasodes orizobius	Ubbodo	Diatraea sp.	Oribius	Pyricularia grisea	Rhizoctonia solani	Cercospora orizae	Virus de la hoja blanca	Arroz rojo	Tipo de suelos		Textura
Germinación / almogodo	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
Preparación del terreno	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
Siembra	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
Mantenimiento del cultivo / crecimiento vegetativo	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
Macollamiento	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
Diferenciación floral	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
Floración	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
Maduración	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
Cosecha	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
Almacenamiento	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→

↓ muy baja afectación   ↓ baja afectación   → moderada afectación   ↗ alta afectación   ↑ muy alta afectación

Condiciones agroclimática en la fenológica del cultivo de arroz inundado/riego primera siembra, Región Brunca

Etapas fenológica del cultivo de arroz	Clima				Plagas				Enfermedades				Otros		Suelos		Manejo de plantación		Mano de obra	
	Temp °C	Lluvia mm	Humedad relativa (%)	Viento	Deficit hídrico	Salinidad	Radiación solar	Stenocera ornatus spiriki	Tagasodes orizobius	Ubbodo	Diatraea sp.	Oribius	Pyricularia grisea	Rhizoctonia solani	Cercospora orizae	Virus de la hoja blanca	Arroz rojo	Tipo de suelos		Textura
Germinación / almogodo	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
Preparación del terreno	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
Siembra	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
Mantenimiento del cultivo / crecimiento vegetativo	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
Macollamiento	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
Diferenciación floral	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
Floración	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
Maduración	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
Cosecha	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
Almacenamiento	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→

↓ muy baja afectación   ↓ baja afectación   → moderada afectación   ↗ alta afectación   ↑ muy alta afectación

Figura 5. Mapa de exposición de la región arrocera Brunca ante los eventos climáticos y no climáticos

- **Región productiva Huetar Norte**

Los resultados del análisis muestran los eventos climáticos y no climáticos que tienen mayor impacto en el sistema productivo y durante el desarrollo de cada fase del cultivo. La valoración global de los factores de exposición (eventos climáticos y no climáticos), de acuerdo con el análisis de expertos, es de 64,3 la cual se considera como alta exposición. La información recabada se resume en la figura 6.

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

Muy alta afectación:

- Sequías

Alta afectación:

- Lluvias irregulares / variabilidad de las lluvias en el año
- Lluvias extremas en intensidad y tiempo
- Vientos fuertes / vendaval

*De muy alta a alta afectación agroclimática en la etapa fenológica del cultivo de arroz de secano primera siembra:*

- Germinación/almacigo; tiene muy alta afectación por déficit hídrico, alta por lluvia, salinidad, muy alta por plagas joboto y alta afectación por manejo de plantación.
- Preparación del terreno; muy alta afectación por lluvia, alta por tipos de suelos, textura y manejo de plantaciones.
- Siembra; muy alta afectación por lluvia y alta por déficit hídrico.
- Mantenimiento del cultivo / crecimiento vegetativo; muy alta afectación por lluvia, déficit hídrico, alta por viento, radiación solar, muy alta por plaga joboto, *Diatraea sp.*, por enfermedades como *Pyricularia grisea*, *Rhizoctonia solani* y por arroz rojo.
- Macollamiento; alta afectación por lluvia, radiación solar, muy alta por déficit hídrico, alta por enfermedades como *Pyricularia grisea*, *Rhizoctonia solani* y por arroz rojo.
- Diferencial floral; alta afectación por lluvia, radiación solar, muy alta por déficit hídrico y alta por enfermedades como *Pyricularia grisea*, *Rhizoctonia solani* y *Cercospora oryzae*.
- Floración; muy alta afectación por lluvia, déficit hídrico, alta por viento y radiación solar, muy alta por plagas *Stenotarsonemus spinki*, alta por *Oebalus insularis*, alta por enfermedades como *Pyricularia grisea* y *Rhizoctonia solani* y por arroz rojo.
- Maduración; muy alta afectación por lluvia, déficit hídrico y por plagas *Oebalus insularis*.
- Cosecha; muy alta afectación por lluvia, alta por viento y muy alta por arroz rojo.
- Almacenamiento; muy alta afectación por lluvia.

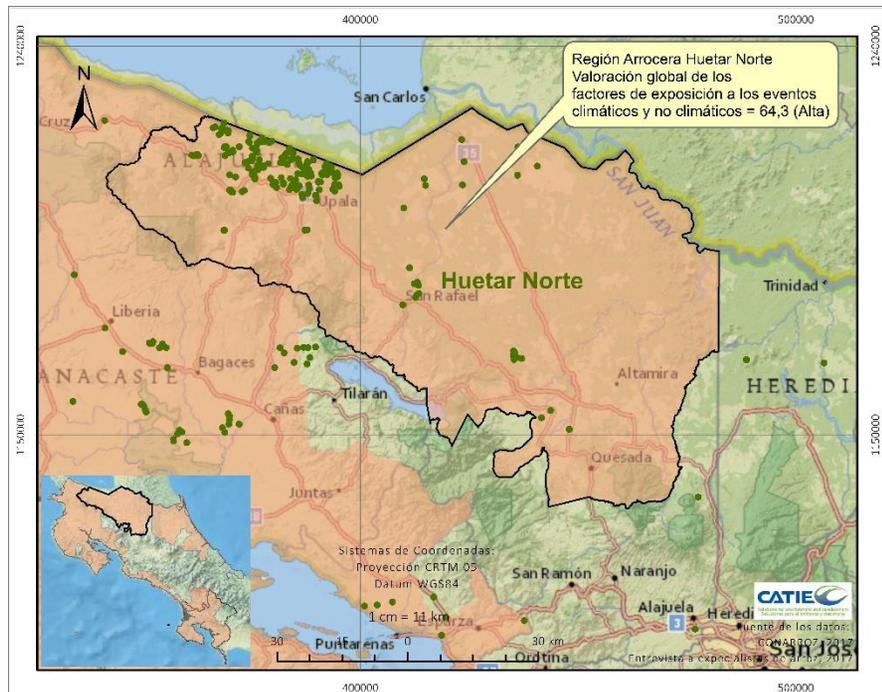
*De muy alta a alta afectación agroclimática en la etapa fenológica del cultivo de arroz de secano segunda siembra:*

- Germinación/almacigo; tiene alta por lluvia, déficit hídrico, salinidad, muy alta por

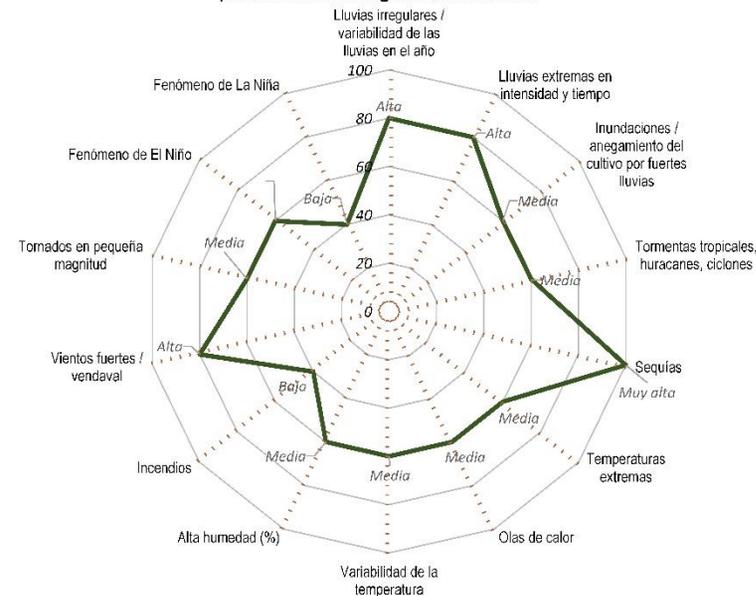
- plagas joboto y por manejo de plantación.
- Preparación del terreno; muy alta afectación por lluvia, alta por tipos de suelos, textura y manejo de plantaciones.
  - Siembra; muy alta afectación por lluvia y déficit hídrico.
  - Mantenimiento del cultivo / crecimiento vegetativo; muy alta afectación por lluvia, alta por déficit hídrico y radiación solar, muy alta por plaga joboto, *Diatraea sp.*, por enfermedades como *Pyricularia grisea*, *Rhizoctonia solani* y por arroz rojo.
  - Macollamiento; muy alta afectación por lluvia, alta por déficit hídrico y radiación solar, alta por enfermedades como *Pyricularia grisea*, *Rhizoctonia solani*, por arroz rojo y manejo de plantación.
  - Diferencial floral; alta afectación por lluvia, radiación solar, muy alta por déficit hídrico, alta por enfermedades como *Pyricularia grisea*, *Rhizoctonia solani* y *Cercospora oryzae*.
  - Floración; muy alta afectación por lluvia, déficit hídrico, alta por viento y radiación solar, muy alta por plagas *Stenotarsus pinki*, alta por *Oebalus insularis*, alta por enfermedades como *Pyricularia grisea* y *Rhizoctonia solani* y por arroz rojo.
  - Maduración; muy alta afectación por lluvia, déficit hídrico y por plagas *Oebalus insularis*.
  - Cosecha; muy alta afectación por lluvia, alta por viento y muy alta por arroz rojo.
  - Almacenamiento; muy alta afectación por lluvia.

De muy alta a alta afectación agroclimática en la etapa fenológica del cultivo de arroz inundado/riego segunda siembra:

- Germinación/almacigo; tiene alta afectación por déficit hídrico y salinidad, muy alta por plagas Joboto y por manejo de plantaciones.
- Preparación del terreno; alta afectación por tipos de suelos, textura y manejo de plantación.
- Siembra; muy alta por déficit hídrico, alta por manejo de plantación y mano de obra.
- Mantenimiento del cultivo / crecimiento vegetativo; alta afectación por déficit hídrico, salinidad, muy alta por la plaga joboto, *Diatraea sp.*, por tipos de enfermedades como *Pyricularia grisea* y *Rhizoctonia solani* y por arroz rojos.
- Macollamiento; alta afectación por déficit hídrico, radiación solar, alta por enfermedades como *Pyricularia grisea*, *Rhizoctonia solani* y por arroz rojo.
- Diferencial floral; muy alta afectación por déficit hídrico, alta por radiación solar, alta afectación por enfermedades como *Pyricularia grisea*, *Rhizoctonia solani* y *Cercospora oryzae*.
- Floración; alta afectación por viento, radiación solar, muy alta por déficit hídrico, muy alta por plagas *Stenotarsus pinki*, alta por enfermedades como *Pyricularia grisea*, *Rhizoctonia solani* y por arroz rojo.
- Maduración; muy alta afectación por déficit hídrico y muy alta por plagas *Oebalus insularis*.
- Cosecha; muy alta afectación por temperatura, lluvia, alta por viento y muy alta afectación por arroz rojo



**Factores de exposición a los eventos climáticos y no climáticos presentes en la región Huetar Norte**



Etapas fenológica del cultivo de arroz	Condiciones agroclimáticas en la fenología del cultivo de arroz de secano primera siembra, Región Huetar Norte																						
	Clima				Plagas				Enfermedades				Otros										
	Temp. °C	Lluvia	Altid. (msnm)	Humedad relativa (%)	Viento	Deficit hídrico	Salinidad	Radiación solar	Stenotaphrum sp.	Tagetes orizobus	Jabato	Diatraea sp.	Oribalus insularis	Pyricularia agrisea	Rhizoctonia solani	Cercospora orizoglyce	Virus de la hoja blanca	Arroz rojo	Tipo de suelos	Textura	Manejo de plantación	Mano de obra	
Germinación / almogro	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘
Preparación del terreno	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘
Siembra	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘
Mantenimiento del cultivo / crecimiento vegetativo	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘
Mantamiento	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘
Diferenciación floral	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘
Floración	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘
Maduración	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘
Cosecha	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘
Almacenamiento	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘

Etapas fenológicas del cultivo de arroz	Condiciones agroclimáticas en la fenología del cultivo de arroz inundado/segunda siembra, Región Huetar Norte																						
	Clima				Plagas				Enfermedades				Otros										
	Temp. °C	Lluvia	Altid. (msnm)	Humedad relativa (%)	Viento	Deficit hídrico	Salinidad	Radiación solar	Stenotaphrum sp.	Tagetes orizobus	Jabato	Diatraea sp.	Oribalus insularis	Pyricularia agrisea	Rhizoctonia solani	Cercospora orizoglyce	Virus de la hoja blanca	Arroz rojo	Tipo de suelos	Textura	Manejo de plantación	Mano de obra	
Germinación / almogro	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘
Preparación del terreno	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘
Siembra	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘
Mantenimiento del cultivo / crecimiento vegetativo	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘
Mantamiento	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘
Diferenciación floral	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘
Floración	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘
Maduración	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘
Cosecha	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘
Almacenamiento	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘

Figura 6. Mapa de exposición de la región arrocera Huetar Norte ante los eventos climáticos y no climáticos

- **Región productiva Chorotega, Secano**

Los resultados del análisis muestran los eventos climáticos y no climáticos que tienen mayor impacto en el sistema productivo y durante el desarrollo de cada fase del cultivo de arroz de secano. La valoración global de los factores de exposición (eventos climáticos y no climáticos), de acuerdo con el análisis de expertos, es de 77,1 puntos caracterizada de alta exposición. La información recopilada y analizada se resume en la figura 7.

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

Muy alta afectación:

- Lluvias irregulares / variabilidad de las lluvias en el año
- Lluvias extremas en intensidad y tiempo
- Inundaciones / anegamiento del cultivo por fuertes lluvias
- Sequías
- Fenómeno de El Niño

Alta afectación:

- Temperaturas extremas
- Variabilidad de la temperatura
- Vientos fuertes / vendaval

*De muy alta a alta afectación agroclimática en la etapa fenológica del cultivo de arroz de secano primera siembra:*

- Germinación/almácigo; tiene muy alta afectación por lluvia, déficit hídrico, por plaga de joboto y la enfermedad *Rhizoctonia solani*.
- Preparación del terreno y siembra; muy alta afectación por lluvia.
- Mantenimiento del cultivo / crecimiento vegetativo; muy alta afectación por lluvia, déficit hídrico, alta por radiación solar, muy alta por plaga joboto, *Diatraea sp.*, por enfermedades como *Pyricularia grisea*, *Rhizoctonia solani* y por arroz rojo.
- Macollamiento; muy alta afectación por lluvia, déficit hídrico, alta por radiación solar, muy alta por enfermedades como *Pyricularia grisea*, alta por *Rhizoctonia solani* y virus de la hoja blanca.
- Diferencial floral; muy alta afectación por lluvia, déficit hídrico y alta afectación por enfermedades como *Pyricularia grisea*, alta por *Rhizoctonia solani* y *Cercospora oryzae*.
- Floración; muy alta afectación por lluvia, déficit hídrico, alta por radiación solar, muy alta por plagas *Stenotarsus spinki*, alta por *Oebalus insularis*, alta por enfermedades como *Pyricularia grisea*, *Rhizoctonia solani*, virus de la hoja blanca y por arroz rojo.
- Maduración; muy alta afectación por lluvia, déficit hídrico y por *Oebalus insularis*.
- Cosecha; muy alta afectación por lluvia, déficit hídrico y por arroz rojo.
- Almacenamiento; muy alta afectación por lluvia y déficit hídrico.

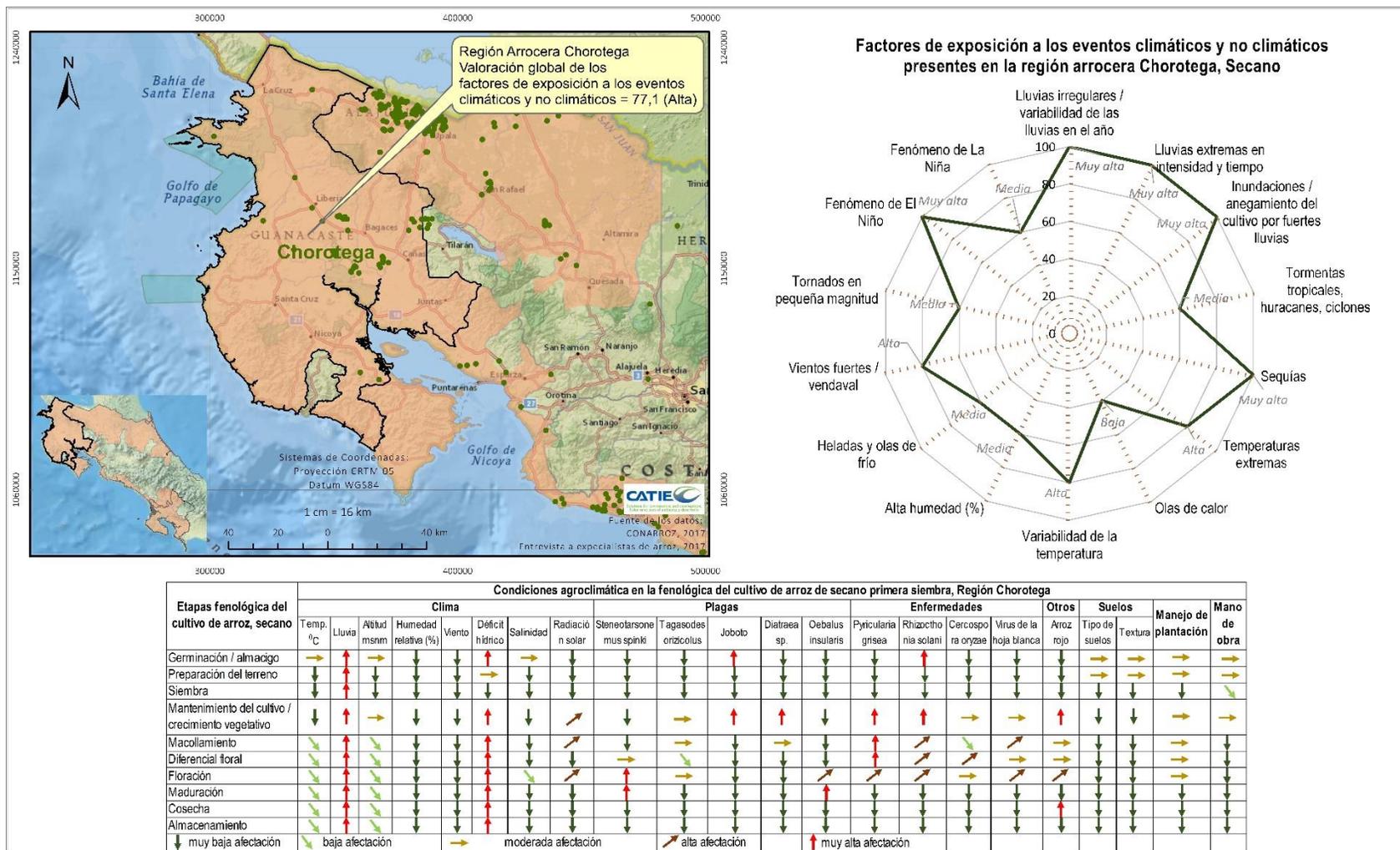


Figura 7. Mapa de exposición de la región arrocera Chorotega ante los eventos climáticos y no climáticos<sup>6</sup>

<sup>6</sup> La exposición a eventos climáticos puede variar del sistema de producción que se utilice; así como también en la zona donde se desarrolle el cultivo, ya que la región Chorotega se divide en dos zonas específicas DRAT y sin riego.

- **Región productiva Chorotega, Riego**

Los resultados del análisis muestran los eventos climáticos y no climáticos que tienen mayor impacto en el sistema productivo y durante el desarrollo de cada fase del cultivo de arroz con riego. La valoración global de los factores de exposición (eventos climáticos y no climáticos), de acuerdo con el análisis de expertos, es de 65 puntos caracterizada de alta exposición climática. La información recabada se resume en la figura 8.

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

Muy alta afectación:

- Tormentas tropicales, huracanes, ciclones
- Fenómeno de La Niña

Alta afectación:

- Lluvias extremas en intensidad y tiempo
- Inundaciones / anegamiento del cultivo por fuertes lluvias

*De muy alta a alta afectación agroclimática en la etapa fenológica del cultivo de arroz de secano segunda siembra:*

- Germinación/almácigo; tiene muy alta afectación por déficit hídrico, por plaga como el joboto y la enfermedad *Rhizoctonia solani*.
- Preparación del terreno y siembra; no manifiestan afectaciones de alta a muy alta afectación agroclimática de acuerdo a los especialistas consultados.
- Mantenimiento del cultivo / crecimiento vegetativo; muy alta afectación por lluvia, déficit hídrico, por plagas como el Joboto y *Diatraea sp.*, por enfermedades como la *Pyricularia grisea* y *Rhizoctonia solani*, y por arroz rojo.
- Macollamiento; muy alta afectación por viento, déficit hídrico, y por enfermedades como *Pyricularia grisea*.
- Diferencial floral; muy alta afectación por viento, déficit hídrico, y por enfermedades como *Pyricularia grisea*.
- Floración; muy alta afectación por viento, déficit hídrico, y por enfermedades como *Pyricularia grisea*.
- Maduración; muy alta afectación por viento, déficit hídrico y por plagas como la *Steneotarsonemus spinki* y *Oebalus insularis*.
- Cosecha; muy alta afectación por déficit hídrico y arroz rojo.
- Almacenamiento; muy alta afectación por déficit hídrico.

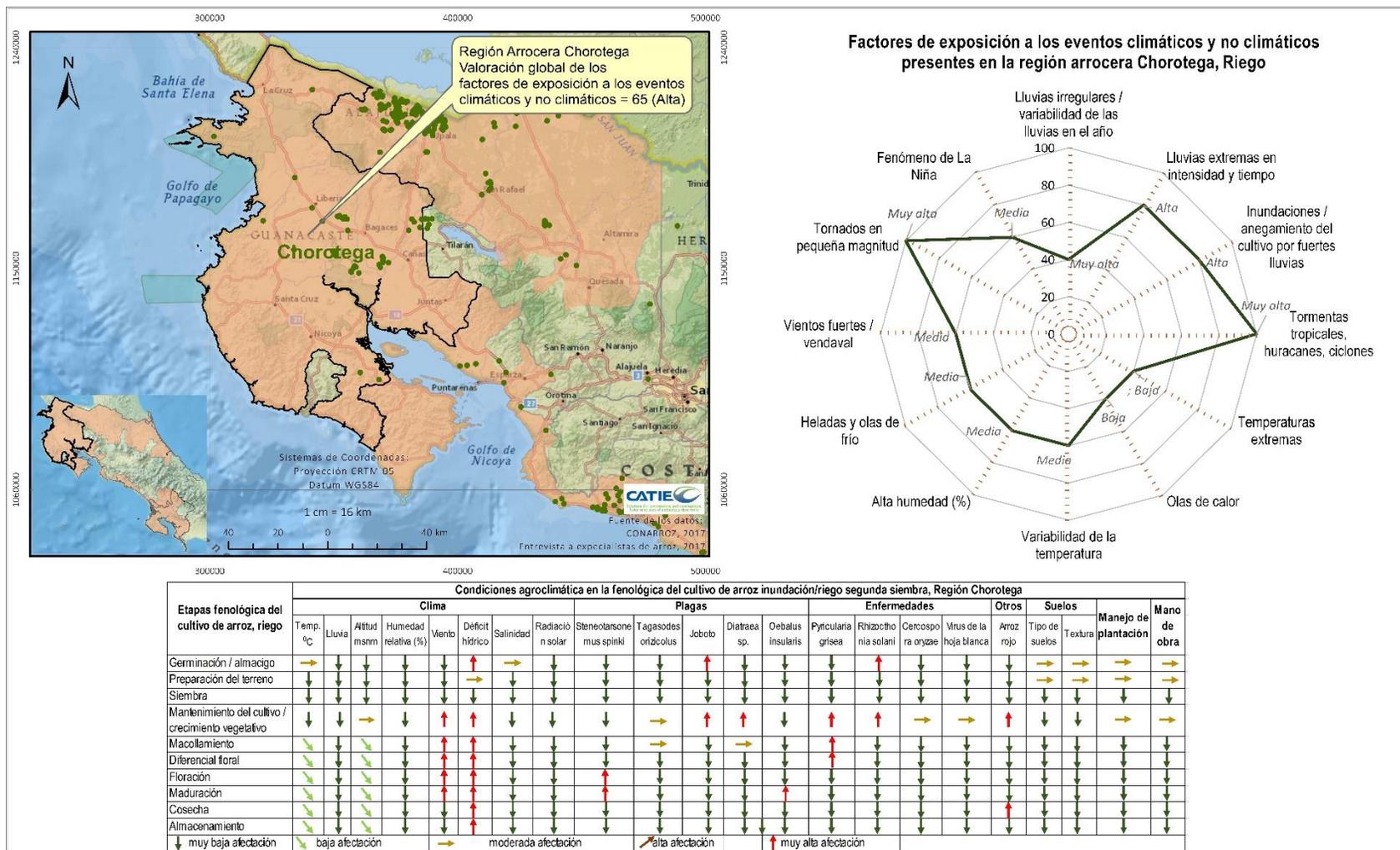


Figura 8. Mapa de exposición de la región arrocera Chorotega ante los eventos climáticos y no climáticos<sup>7</sup>, riego

<sup>7</sup> La exposición a eventos climáticos puede variar del sistema de producción que se utilice; así como también en la zona donde se desarrolle el cultivo, ya que la región Chorotega se divide en dos zonas específicas DRAT y sin riego.

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

Como complemento a los resultados presentados producto del análisis de la información existente y consultas a los expertos nacionales y regionales sobre la recurrencia e impacto de eventos climáticos en las regiones productivas, se despliega a continuación un resumen de la base de datos del Sistema de Inventario de Efectos de Desastres (DesInventar).

##### 4.1 Base de datos DesInventar<sup>8</sup>

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

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

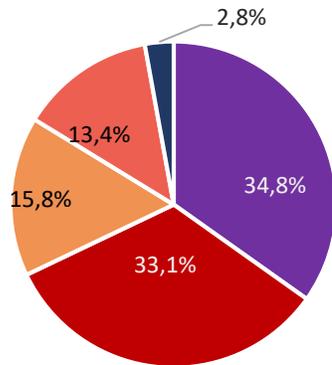
- **Región productiva Pacífico Central**

Los gráficos muestran el valor porcentual por los tipos de eventos que han afectado al sector agropecuario y a los cultivos y bosques por hectáreas, en los distritos que comprende la región arrocera Pacífico Central. Distritos: Sierra, Junta San Juan, Colorado, Sabanillas, Naranjito, Quepos, Savegre, San Jerónimo, Macacona, San Rafael, Espíritu Santo, San Juan Grande, Jaco, Tarcoles, Unión, Miramar, San Isidro, Carmona, Porvenir, Bejuco, San Pablo, Coyolar, Ceiba, Parrita, Río Nuevo, Monte Verde, Guacimal, Arancibia, Acapulco, Barranca, El Roble, Puntarenas, Pitahaya, Chomes, Manzanillo, Chira, Lepanto, Paquera, Cobano, Chacarita, Chires, Peñas Blancas, Ángeles, San Lorenzo, Quebrada Grande, Carará y San Juan de Mata de las provincias de Guanacaste, Puntarenas, San José y Alajuela.

---

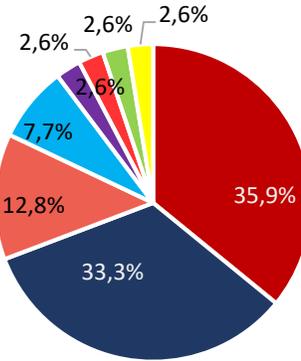
<sup>8</sup> DesInventar es una herramienta conceptual y metodológica para la construcción de bases de datos de pérdidas, daños o efectos ocasionados por emergencias o desastres. <http://www.desinventar.org/es/database>

Ocurrencia de eventos con afectaciones a cultivos y bosques (ha)



■ Vendaval  
■ Incendio forestal  
■ Deslizamiento  
■ Sequía  
■ Inundación

Ocurrencia de eventos con efecto agropecuario



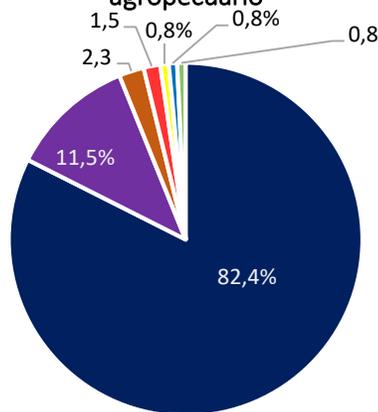
■ Sequía  
■ Inundación  
■ Incendio forestal  
■ Deslizamiento  
■ Vendaval  
■ Avenida torrencial  
■ Lluvias  
■ Sismo

**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 Pacífico Central

- **Región productiva Huetar Caribe**

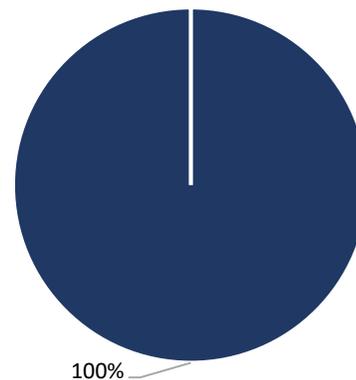
Los gráficos muestran el valor porcentual por los tipos de eventos que han afectado al sector agropecuario y a los cultivos y bosques por hectáreas, en los distritos que comprende la región arrocera Huetar Caribe.

Ocurrencia de eventos con efecto agropecuario



■ Inundación  
■ Deslizamiento  
■ Plaga  
■ Tormenta eléctrica  
■ Vendaval  
■ Sismo  
■ Actividad volcánica

Ocurrencia de eventos con afectaciones a cultivos y bosques (ha)



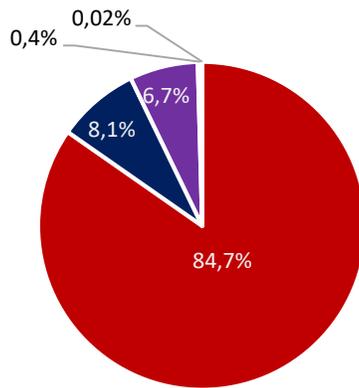
■ Inundación

**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 Caribe

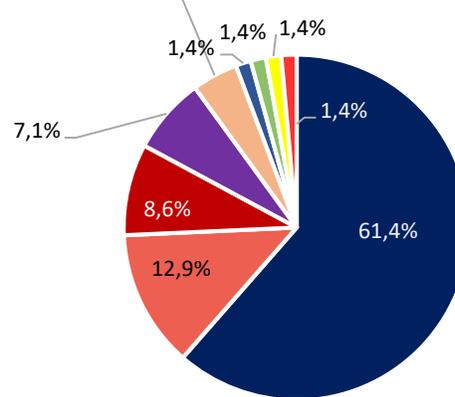
- **Región productiva Brunca**

Los gráficos muestran el valor porcentual por los tipos de eventos que han afectado al sector agropecuario y a los cultivos y bosques por hectáreas, en los distritos que comprende la región arrocera Brunca. Distritos: Savegre, Pilas, Boruca, Colinas, Changuena, Biolley, Potrero Grande, Buenos Aires, Volcán, Brunca, Corredor, La Cuesta, Laurel, Canoas, San Vito, Limoncito, Pittier, Aguabuena, Puerto Jiménez, Guaycara, Pavón, Golfito, Puerto Cortes, Palmar, Piedra Blancas, Sierpe, Bahía Ballena, Bahía Drake, Platanares, Pejibaye y Teliré de las provincias de Puntarenas, San José y Limón.

**Ocurrencia de eventos con afectaciones a cultivos y bosques (ha)**



**Ocurrencia de eventos con efecto agropecuario**

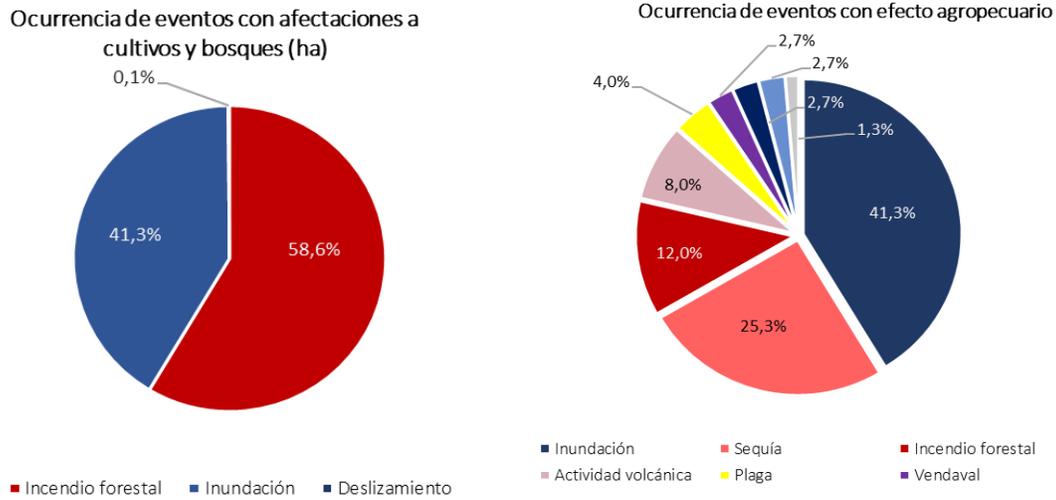


- Incendio forestal
- Inundación
- Inundación
- Sequía
- Incendio forestal
- Vendaval
- Lluvias
- Vendaval
- Deslizamiento
- Lluvias
- Deslizamiento

**Gráfico 3.** 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**

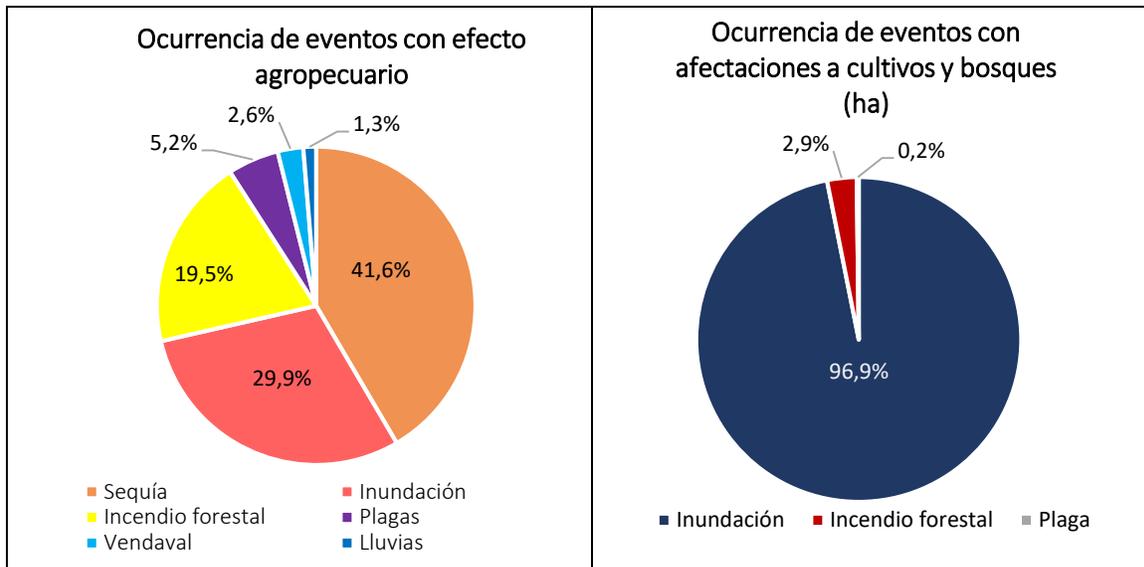
Los gráficos muestran el valor porcentual por los tipos de eventos que han afectado al sector agropecuario y a los cultivos y bosques por hectáreas, en los distritos que comprende la región arrocera Huetar Norte. Distritos: Zapote, Brisas, Mogote, Fortuna, Río Naranjo, Palmira, Río Cuarto, San Rafael, Cote, Katira, Buena Vista, Santa Cecilia, Mayorga, Liberia, El Amparo, San Jorge, Cano Negro, Los Chiles, Monterrey, Venado, Aguas Zarcas, Fortuna, Palmera, Florencia, Quesada, Venecia, Tigra, Buena Vista, Cutris, Pital, Pocosal, Peñas Blancas, Ángeles, Curena, Tierras Morenas, Dos Ríos, Aguas Claras, Yolillal, Upala, Bijagua, San José, Delicias, Canalete y Toro Amarillo en las provincias de Alajuela y Guanacaste.



**Gráfico 4.** 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, Secano**

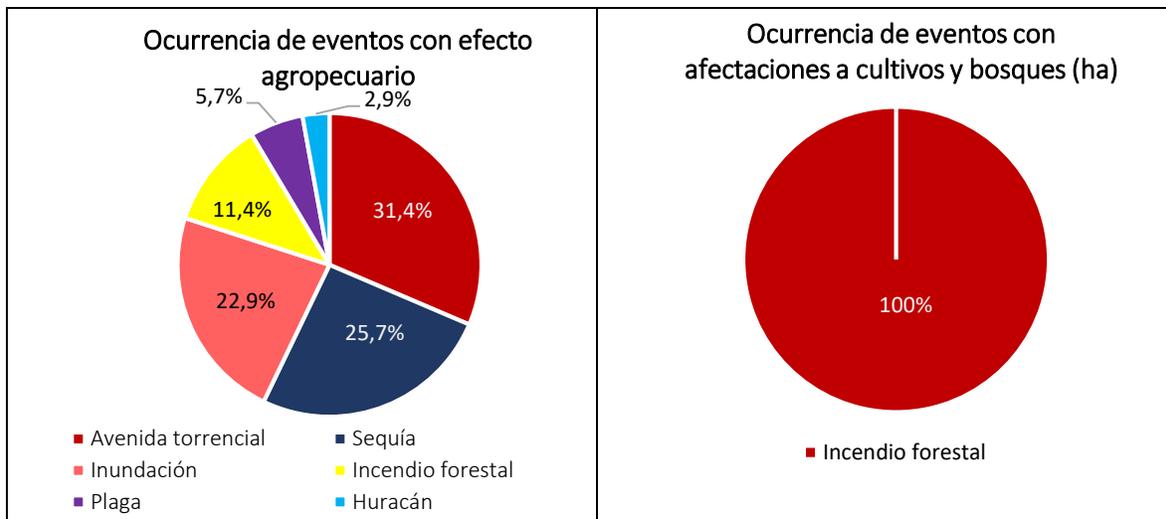
Los gráficos muestran el valor porcentual por los tipos de eventos que han afectado al sector agropecuario y a los cultivos y bosques por hectáreas, en los distritos que comprende la región arrocera Chorotega de secano. Distritos de Belén Nosarita, Mansión, Nicoya, Nosara, San Antonio, Quebrada Honda, Samara del cantón de Nicoya, los distritos de Cartagena, Santa Cruz, Diría, Cabo Velas, Cuajiniquil, Veintisiete de Abril, Bolsón, Tamarindo, Tempate del cantón de Santa Cruz, los distritos de Bejuco, Carmona, Porvenir, San Pablo, Santa Rita, Zapotal del cantón de Nandayure, los distritos de Cañas Dulces, Curubande, Liberia, Mayorga, Nacascolo del cantón de Liberia, los distritos de Colorado, Juntas, San Juan, Sierra del cantón de Abangares, y los distritos de Belén, Filadelfia, Palmira y Sardinal del cantón de Carrillo, provincia de Guanacaste.



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

- **Región productiva Chorotega, Riego**

Los gráficos muestran el valor porcentual por los tipos de eventos que han afectado al sector agropecuario y a los cultivos y bosques por hectáreas, en los distritos que comprende la región arrocera Chorotega. Distritos de Bagaces, Fortuna, Mogote, Río Naranjo del cantón de Bagaces, y los distritos de Bebedero, Cañas, Palmira, Porozal, San Miguel del cantón de Cañas, provincia de Guanacaste.



**Gráfico 6.** Valor porcentual por tipos de eventos que han afectado al sector agropecuario y a los 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 ES SISTEMA PRODUCTIVO DE ARROZ

Para la identificación de prácticas que permitan reducir o prevenir el impacto de los eventos climáticos en el cultivo de arroz inicialmente se realizó una sistematización de información bibliográfica sobre prácticas recomendadas para el cultivo que reducen los efectos de evento climáticos en su desarrollo. Posteriormente se realizaron consultas a expertos en las principales regiones productivas con el fin de validar las amenazas climáticas identificadas en el análisis de exposición, determinar el impacto de los eventos climáticos en cada fase del cultivo, y finalmente identificar las prácticas que se realizan para reducir este impacto en cada fase.

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

En el cuadro 9 se muestran las prácticas agrícolas que, de acuerdo con la revisión de literatura, reducen los efectos directos o indirectos de eventos climáticos en el desarrollo del cultivo de arroz. Cabe destacar que se encontraron vacíos de información técnica durante la revisión de literatura, por lo que para algunas de las fases no se presenta información relacionada con prácticas para la reducción del impacto de eventos climáticos.

**Cuadro 9.** Prácticas para la reducción del impacto de eventos climáticos en el cultivo de arroz según la revisión de literatura

CRITERIO	FASES DEL CULTIVO				
	GERMINACIÓN Y EMERGENCIA	MACOLLAMIENTO	DIFERENCIACIÓN FLORAL	FLORACIÓN	MADURACIÓN
Prácticas de reducción del impacto climático sobre <i>Pyricularia grisea</i>	Utilizar variedades tolerantes (CR 4477, Puita INTA y Palmar 18) y la eliminación de malezas hospederas. <sup>1,2</sup>	Buena fertilización para los dos sistemas productivos y en el caso de arroz inundado subir la lámina de agua hasta cubrir la planta totalmente para evitar la infección del cultivo. <sup>1</sup>			
Prácticas de reducción del impacto climático sobre <i>Rhizoctonia solani</i>	Variedades tolerantes (Sierpe FL 250 mod. toletante), incorporación de rastrojos y densidades de siembra recomendadas para mejorar la aireación en el caso de seco. <sup>1,2</sup>	En arroz inundado se realiza la práctica de drenar la lámina de agua para evitar la propagación y bajar la humedad relativa del suelo; además del uso de control biológico (especialmente <i>Trichoderma</i> ). <sup>2</sup>	En arroz inundado se realiza la práctica de drenar la lámina de agua para evitar la propagación y bajar la humedad relativa del suelo; además del uso de control biológico (especialmente <i>Trichoderma</i> ). <sup>2</sup>		
Prácticas de reducción del impacto climático sobre Virus de la hoja blanca transmitido por insecto <i>Tagosodes orizicolus</i> .	Variedades tolerantes (CR 4477 y Palmar 18), si es zona cálida utilizar riego y ajustar las épocas de siembra, ya que la población disminuye en temperaturas menores a 25°C (la época depende de las condiciones de la región). <sup>4</sup>				
Prácticas de reducción del impacto climático sobre <i>Stenotarsonemus spinki</i>	Variedades tolerantes, densidades de siembra recomendadas, rotación de cultivos y eliminación de malezas hospederas ( <i>Echinochloa colona</i> , <i>Digitaria</i> spp, <i>Eleusine indica</i> , <i>Rottboellia cochinchinensis</i> ). Además de evitar exponer las nuevas siembras localizadas a favor de viento, ya que favorece	En arroz inundado evitar el drenaje de la lámina de agua hacia otras parcelas colindantes para evitar la diseminación. Se recomienda también el uso de control biológico donde se utilizan ácaros depredadores y hongos entomopatógenos ( <i>Bacillus thuringiensis</i> y <i>Hirsutella</i> sp.). <sup>3,5</sup>	Se recomienda hacer una programación de la época de siembra para evitar que esta etapa este en los periodos más cálidos. <sup>3,5</sup>	Se recomienda hacer una programación de la época de siembra para evitar que esta etapa este en los periodos más cálidos. <sup>3,5</sup>	

	su diseminación. <sup>3, 5</sup>				
Prácticas de reducción del impacto climático sobre <i>Phyllophaga</i> sp.	La preparación de suelo usando rastras, ya que las larvas quedan expuestas al sol y mueren; también y colocación de trampas de luz y trampas con feromonas. <sup>2</sup>	Sembrar plantas trampas como guácimo, malinche, jocote, poro, amapola, yuca, entre otros. <sup>2</sup>	Sembrar plantas trampas como guácimo, malinche, jocote, poro, amapola, yuca, entre otros. <sup>2</sup>		
Prácticas de reducción del impacto climático sobre <i>Oebalus insularis</i>		Eliminación de plantas hospederas, aumentar la lámina de agua y el uso de controladores biológicos como <i>Metarrhizium</i> sp. <sup>1</sup>	Eliminación de plantas hospederas, aumentar la lámina de agua y el uso de controladores biológicos como <i>Metarrhizium</i> sp. <sup>1</sup>	Eliminación de plantas hospederas, aumentar la lámina de agua y el uso de controladores biológicos como <i>Metarrhizium</i> sp. <sup>1</sup>	
<p><b>Fuente:</b>  <sup>1</sup>Blázquez, 2006.  <sup>2</sup>Tinoco &amp; Acuña, 2009.  <sup>3</sup>Ulate, 2010.  <sup>4</sup>Meneses <i>et al.</i>, 2001.  <sup>5</sup>Almaguel &amp; Botta, 2005.</p>					

## 2. Prácticas identificadas para la reducción de impacto 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 identificadas como prioritarias por el Instituto Nacional de Seguros. La información presentada resume los principales eventos climáticos que afectan las diferentes fases del cultivo de arroz, 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, 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).

### 2.1 REGIÓN PRODUCTIVA DE PACÍFICO CENTRAL

#### **FASE DE GERMINACIÓN:**

##### **- Impacto por alta temperaturas**

Las altas temperaturas muestran incidencia directa sobre la germinación en caso de presentarse acompañadas de periodos de sequías. En esta etapa el cultivo demanda altas temperaturas con humedad suficiente del suelo para estimular la germinación de las semillas. Al presentarse altas temperaturas y pérdida de humedad del suelo, se obtiene baja germinación, estrés hídrico por déficit de agua y un atraso fisiológico en el desarrollo de las semillas que logran germinar. Se da también la pérdida de fertilizantes por efecto de la volatilización, además de un aumento de malezas que inician competencia con el cultivo.

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

1. Riego.
2. Taipas.
3. Reservorios.
4. Tapar semilla con suelo.
5. Compactar suelo después de la siembra.
6. Incorporación de fertilizante.
7. Tratamiento de semilla.
8. Uso de fertilizantes de lenta liberación.

Para el caso específico del tratamiento de semilla, se hace uso de fungicidas y bioestimulantes dentro de los cuales se tienen los ácidos húmicos con función estimulante de raíces; *Trichoderma*, como protección ante patógenos; fuentes de zinc para potencializar o estimular el crecimiento; y fuentes de cobre como agente fungicida.

##### **- Impacto por lluvias fuertes**

Las lluvias fuertes provocan baja germinación por pérdida de semillas, ya que con el impacto de la lluvia sobre el suelo las semillas quedan expuestas y pueden ser arrastradas por el agua. También es posible el lavado de fertilizantes.

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

1. Selección de áreas sin riesgo para el cultivo
2. Nivelación.
3. Drenajes.
4. Tapar semilla con suelo.
5. Compactar suelo después de la siembra.
6. Resiembra.
7. Uso de datos climáticos.

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

La erosión y deslizamientos de tierra tienen poca afectación en la región, sin embargo, puede ocurrir algún tipo de deslizamiento de que ocasione erosión del suelo y pérdida de fertilidad del mismo.

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

1. Nivelación.
2. Selección de áreas sin riesgo para el cultivo.

- **Impacto por lluvias prolongadas**

Las lluvias prolongadas pueden provocar anoxia<sup>9</sup> en las plántulas que logran germinar y una baja germinación por pérdida de semillas que se pudren. También se da un aumento de plagas en el cultivo.

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

1. Época de siembra.
2. Nivelación.
3. Taipas.
4. Drenajes.
5. Tapar semillas con suelo.
6. Resiembra.
7. Variedades mejoradas.
8. Aplicación de insecticidas.

Para el caso de la resiembra se valora el uso de variedades de ciclo más corto o la utilización de semilla pregerminada con el objetivo de homogenizar la presencia de plantas en el sistema. De esta forma se obtiene la densidad requerida pese a la pérdida tenida, además de un cultivo sin problemas de disparidad al momento de cosecha. En la región Pacífico Central la mayoría de productores realizan siembra directa con sembradoras convencionales y sembradoras de mínima labranza. En ocasiones donde se requiera hacer resiembra y la humedad o las condiciones del terreno no permiten el uso de las máquinas, la resiembra se

---

<sup>9</sup> Anoxia es la limitación de oxígeno que tienen las plantas en el suelo para realizar procesos metabólicos (respiración mitocondrial, oxidación) en períodos de inundación (De la Cruz *et al.*, 2012).

hace al voleo. Cuando esto sucede es necesario llevar a cabo la práctica de tapar la semilla ya que al dejar la semilla expuesta puede ser atacada por plagas (roedores, insectos, pájaros) o bien afectada por otros eventos climáticos.

#### - **Impacto por sequías prolongadas**

La sequía prolongada genera una baja germinación y ocasiona estrés hídrico y atraso fisiológico en el desarrollo de la planta germinada por déficit de agua (las plántulas pierden vigorosidad). También se dan problemas de volatilización de fertilizante, así como el aumento de plagas como gusanos (*Spodoptera sp.*) y ácaros (*Steneotarsonemus spinki*); de enfermedades como añublo del arroz causado por *Pyricularia* y aumento de malezas.

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

1. Época de siembra.
2. Variedades mejoradas.
3. Tratamiento de semilla.
4. Control biológico (uso de *Trichoderma* en tratamiento de semilla).
5. Tapar semilla con suelo.
6. Compactar semilla con suelo.
7. Taipas.
8. Reservorios.
9. Riego.
10. Uso de fertilizantes de lenta liberación.
11. Aplicación de insecticidas.
12. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos.
13. Aplicación de herbicidas.

La época de siembra se ajusta al periodo donde se tenga la apropiada humedad y temperatura del terreno, para propiciar una adecuada germinación. El periodo ideal para la siembra en esta región es la época de entrada del invierno (en el mes de mayo aproximadamente). En algunos casos la época de siembra se puede adelantar haciendo uso del riego asistido. Sin embargo, para la región el factor riego es limitado por diversas razones que incluyen la disponibilidad de las fuentes de agua, disponibilidad del recurso económico necesario para la implementación del sistema, así como los temas institucionales relacionados principalmente con las concesiones para uso de agua en la región.

Para el tratamiento de semilla se hacen aplicaciones de fungicidas y bioestimulantes dentro de los cuales se utilizan productos como los ácidos húmicos, con función estimulante de raíces; *Trichoderma*, como protección ante patógenos; fuentes de zinc para potencializar o estimular el crecimiento; y fuentes de cobre como agente fungicida.

Para el caso de las malezas se realizan dos aplicaciones de herbicidas, posterior a la preparación de suelo con el fin de eliminar todas las plantas no deseadas que puedan hacer competencia con el cultivo.

#### - **Impacto por luminosidad (baja intensidad)**

La baja intensidad de luz provoca un atraso fisiológico en el desarrollo de las plántulas que

germinan.

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

1. Época de siembra

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

Las tormentas tropicales, huracanes y tornados provocan la pérdida de áreas efectivas de producción, ya sea por arrastre de suelo y de plantas.

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

1. Selección de áreas sin riego para el cultivo.

- **Impacto por inundaciones:**

Las inundaciones generan baja germinación porque las semillas se pudren con el exceso de humedad.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por inundaciones:

1. Drenajes.

- **Impacto por mareas altas (agua salada)**

Esta amenaza climática se ha registrado para algunas áreas específicas dentro de la región Pacífico Central. Las mareas altas hacen que agua salada ingrese a los suelos predestinados para el cultivo de arroz o en ocasiones donde el cultivo ya ha sido sembrado. Esta inclusión de agua salada provoca baja germinación al exponer las semillas a condiciones de alta salinidad. En las semillas que logran germinar y desarrollarse, se produce una intoxicación de las plantas por el exceso de sal, ocasionando su muerte.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por mareas altas (agua salada):

1. Selección de áreas sin riego para el cultivo.
2. Formación de diques.

### ***FASE DE MACOLLAMIENTO***

- **Impacto por alta temperaturas**

En esta fase las altas temperaturas pueden provocar estrés hídrico por déficit de agua y un atraso fisiológico en el desarrollo de la planta, así como la disminución del macollamiento. También se podría estar generando atraso en las prácticas agrícolas que deben realizarse en el cultivo (por ejemplo, las fertilizaciones ya que se corre el riesgo de la volatilización de fertilizante). Se puede presentar también un aumento de las plagas.

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

1. Riego.
2. Reservorios
3. Taipas
4. Variedades mejoradas.

5. Fertilización adecuada.
6. Aplicación foliar.
7. Uso de fertilizantes de lenta liberación.
8. Uso de datos climáticos.
9. Aplicación de insecticidas.

En la práctica de fertilización adecuada, se recomienda el ajuste y disminución de las aplicaciones nitrogenadas. Esta acción permite regular el crecimiento de las plantas, evitando la elongación de las plantas y haciéndolas más resistentes al acame.

En el caso de la variedad INTA-Puita es posible hacer uso del producto llamado “MODDUS” (regulador de crecimiento aplicado a inicios de macollamiento), el cual acorta la distancia entre los entrenudos del tallo y lo engrosa. Esto permite el desarrollo de plantas más pequeñas con una mejor resistencia ante el acame.

#### - **Impacto por lluvias fuertes**

Las lluvias fuertes provocan lavado de fertilizante y un aumento de enfermedades en la plantación.

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

1. Nivelación.
2. Drenajes.
3. Uso de datos climáticos.
4. Utilizar bajas densidades de siembra.
5. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos.

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

La erosión y deslizamientos de tierra provocan pérdida de áreas efectivas y erosión de suelo.

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

1. Selección de áreas sin riesgo para el cultivo.
2. Nivelación.

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

Las lluvias intermitentes y fuera de estación pueden provocar atraso fisiológico en el desarrollo de planta.

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

1. Aplicación foliar.

#### - **Impacto por lluvias prolongadas**

Las lluvias prolongadas pueden provocar anoxia, atraso fisiológico en el desarrollo de la

planta e incluso hasta la pérdida de plantas. También se da un aumento de enfermedades como el añublo del arroz (*Rhizoctonia solani*) y rayado bacteriano de la hoja (*Xanthomonas oryzae*).

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

1. Drenajes.
2. Aplicación foliar.
3. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos.
4. Aplicación de bactericidas.

#### - **Impacto por sequías prolongadas**

La sequía prolongada ocasiona estrés hídrico por déficit de agua, atraso fisiológico en el desarrollo de la planta, pérdida de plantas, disminución de rendimiento, así como atraso en desarrollo de prácticas agrícolas para el mantenimiento del cultivo. Adicionalmente es posible que genere la volatilización de fertilizante, aumento de malezas, aumento de plagas y aumento de enfermedades.

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

1. Taipas (práctica preventiva realizada desde preparación del suelo).
2. Reservorios.
3. Riego.
4. Variedades mejoradas.
5. Aplicación foliar.
6. Uso de fertilizantes de lenta liberación.
7. Uso de datos climáticos.
8. Aplicación de herbicidas.
9. Aplicación de insecticidas.
10. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos.

Los productos que se emplean en las aplicaciones foliares son generalmente productos preparados con aminoácidos y en algunos casos se aplica melaza.

#### - **Impacto por luminosidad (baja intensidad)**

La luminosidad (baja intensidad) provoca atraso fisiológico en el desarrollo de planta, ya que al reducirse la disponibilidad de luz solar se reduce la producción de moléculas que permiten la asimilación de elementos necesarios para incrementar la biomasa de la planta.

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

1. Época de siembra.
2. Uso de datos climáticos.
3. Aplicación foliar (ayudar a reactivar el cultivo).

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

Las tormentas tropicales, huracanes y tornados provocan la pérdida de áreas efectivas, daños

físicos en planta y pérdida de plantas. El impacto que genera este evento climático también puede verse reflejado en el aumento de plagas y de enfermedades en la plantación.

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

1. Selección de áreas sin riesgo para el cultivo.
2. Drenajes (en caso de terrenos que se inunden, donde sea factible aún recuperar el cultivo).

- **Impacto por inundaciones:**

Las inundaciones generan aumento de enfermedades principalmente de origen fúngico, ya que el exceso de humedad facilita la reproducción y desarrollo de hongos en la plantación.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por inundaciones:

1. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos.

- **Impacto por mareas altas (agua salada)**

Las mareas altas (agua salada) provocan la pérdida de plantas por intoxicación. Las altas concentraciones de sales en el suelo provocan que el cultivo tenga que hacer un consumo extra de energía para poder absorber el agua del suelo (efecto osmótico). El estrés salino ocasiona un atraso fisiológico en el desarrollo de la planta, reduce la actividad fotosintética y aumenta la transpiración, lo que se traduce en reducción de rendimientos o pérdida de plantas.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por mareas altas (agua salada):

1. Formación de diques.

**FASE DE DIFERENCIACIÓN FLORAL**

- **Impacto por alta temperaturas**

En esta fase las altas temperaturas pueden provocar estrés hídrico por déficit de agua con atraso fisiológico en el desarrollo de la planta. Se puede presentar una disminución de panículas, vaneamiento de la panícula, así como baja calidad y desarrollo del grano que se traduce en una disminución del rendimiento. Es posible que se presente volatilización de fertilizante y atraso en el desarrollo de prácticas agrícolas para el mantenimiento del cultivo.

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

1. Taipas (práctica preventiva realizada desde preparación del suelo).
2. Riego.
3. Variedades mejoradas.
4. Fertilización adecuada.
5. Aplicación foliar.
6. Uso de fertilizantes de lenta liberación.

#### - Impacto por lluvias fuertes

Las lluvias fuertes provocan un atraso fisiológico en el desarrollo de la panta y vaneamiento de la panícula. Adicionalmente se puede presentar un aumento de enfermedades como el añublo de la vaina (*Rhizoctonia solani*) y añublo del arroz (*Pyricularia*); y el lavado de fertilizante.

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

1. Nivelación (práctica preventiva realizada desde preparación del suelo).
2. Taipas (práctica preventiva realizada desde preparación del suelo).
3. Drenajes.
4. Utilizar bajas densidades de siembra.
5. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos.
6. Aplicación de bactericidas.

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

La erosión y deslizamientos de tierra provocan la pérdida de áreas efectivas, afecta la fertilidad del suelo y por ende la disponibilidad de nutrientes para el desarrollo del cultivo.

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

1. Selección de áreas sin riesgo para el cultivo.

#### - Impacto por lluvias prolongadas

Las lluvias prolongadas pueden provocar anoxia, estrés hídrico por exceso de agua, mala formación de panícula y vaneamiento de la panícula. Estos efectos inciden directamente en la disminución del rendimiento. También se presenta un aumento de enfermedades como añublo de la vaina (*Rhizoctonia solani*) y añublo del arroz (*Pyricularia*) principalmente.

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

1. Drenajes.
2. Utilizar bajas densidades de siembra.
3. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos.
4. Aplicación de bactericidas.

#### - Impacto por sequías prolongadas

La sequía prolongada ocasiona estrés hídrico por déficit de agua, atraso fisiológico en el desarrollo de la planta e incluso la pérdida de plantas. El déficit de agua provoca la disminución de panículas, el vaneamiento de la panícula, así como una baja calidad y desarrollo del grano. También ocasiona el atraso en el desarrollo de prácticas agrícolas necesarias para el mantenimiento del cultivo (al no haber una adecuada disponibilidad de agua se atrasan las fertilizaciones ya que se corre el riesgo de que el fertilizante se pierda por volatilización). Algunas enfermedades y plagas pueden atacar en periodos de sequía, como

por ejemplo los ácaros (*Steneotarsonemus spinki*), sogata (*Sogatodes oryzicola*) y chinche (*Oebalus sp.*). También enfermedades como el rayado bacteriano de la hoja (*Xanthomonas oryzae*).

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

1. Taipas (práctica preventiva realizada desde preparación del suelo).
2. Riego.
3. Reservorios.
4. Variedades mejoradas.
5. Aplicación foliar.
6. Uso de fertilizantes de lenta liberación.
7. Aplicación de insecticidas.
8. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos.
9. Aplicación de bactericidas.

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

La luminosidad (baja intensidad) provoca atraso fisiológico en el desarrollo de planta, disminución de la inducción del primordio, vaneamiento de la panícula, baja calidad y desarrollo del grano. Esto repercute en los rendimientos finales del cultivo

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

1. Fertilización adecuada.
2. Uso de datos climáticos.
3. Aplicación foliar (ayudar a reactivar el cultivo).

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

Las tormentas tropicales, huracanes y tornados provocan vaneamiento de la espiga y acame del cultivo, lo que disminuye el rendimiento.

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

1. Selección de áreas sin riego para el cultivo.
2. Uso de datos climáticos.

- **Impacto por inundaciones:**

Las inundaciones pueden provocar vaneamiento de la espiga debido al estrés que sufre la planta por exceso de humedad.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por inundaciones:

1. Drenajes.

- **Impacto por mareas altas (agua salada)**

Las mareas altas (agua salada) provocan pérdida de plantas por intoxicación.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por mareas altas (agua salada):

1. Formación de diques.

### **FASE DE FLORACIÓN**

#### **- Impacto por alta temperaturas**

En esta fase las altas temperaturas pueden provocar estrés hídrico por déficit de agua, atraso fisiológico en el desarrollo de la planta y esterilidad de las espiguillas y vaneamiento de la panícula. Es posible que se presente también un aumento de plagas.

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

1. Riego.
2. Variedades mejoradas.
3. Fertilización adecuada.
4. Aplicación foliar.
5. Aplicación de insecticidas.

#### **- Impacto por lluvias fuertes**

Las lluvias fuertes provocan pérdida de polen, vaneamiento de la panícula, baja calidad y desarrollo del grano (incluye manchado del grano, granos yesosos, entre otros). También puede provocar el acame de cultivo (al aumentar el peso de la planta, es más fácil que esta se vuelque por efecto de las lluvias y vientos fuertes) y aumento de enfermedades como falso carbón (*Ustilaginiodea virens*). Estos impactos generan disminución del rendimiento.

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

1. Nivelación (práctica preventiva realizada desde preparación del suelo).
2. Drenajes.
3. Variedades mejoradas.
4. Utilizar bajas densidades de siembra.
5. Aplicación foliar (productos engrosadores de tallo, como aplicación de fuentes de sílice).

#### **- Impacto por fuertes vientos**

Los fuertes vientos para la Región Pacífico Central es una amenaza climática que presenta poca incidencia, en comparación con otras regiones productivas. Sin embargo, dentro de los impactos que se pueden tener se considera el acame del cultivo y la pérdida de polen que van a afectar el proceso de polinización.

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

1. Variedades mejoradas.
2. Aplicación foliar (productos engrosadores de tallo, como aplicación de fuentes de sílice).

3. Barreras rompevientos (son poco utilizadas y en caso de ponerse en práctica se utilizan especies como bambú, palmeras, entre otros).

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

La erosión y deslizamientos de tierra provocan pérdida de áreas efectivas, la pérdida de suelo fértil y por ende reduce la disponibilidad de nutrientes para la planta.

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

1. Selección de áreas sin riesgo para el cultivo.

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

Las lluvias intermitentes y fuera de estación pueden provocar atraso fisiológico en el desarrollo de la planta, así como baja calidad y desarrollo del grano. También se presenta un aumento de plagas y enfermedades como el falso carbón (*Ustilaginiodea virens*).

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

1. Drenajes.
2. Fertilización adecuada.
3. Variedades mejoradas.

- **Impacto por lluvias prolongadas**

Las lluvias prolongadas ocasionan anoxia, estrés hídrico por exceso de agua, atraso fisiológico en el desarrollo de la planta, pérdida de polen, vaneamiento de la panícula, así como baja calidad y desarrollo del grano. También ocasiona un atraso en la realización de prácticas culturales requeridas para el mantenimiento del cultivo. Adicionalmente es posible tener aumento de plagas principalmente de insectos como los sinfílicos e Hydrelia (*Hydrellia sp.*) y enfermedades como el falso carbón (*Ustilaginiodea virens*) y rayado bacteriano de la hoja (*Xanthomonas oryzae*).

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

1. Nivelación (práctica preventiva realizada desde preparación del suelo).
2. Drenajes.
3. Variedades mejoradas.
4. Aplicación foliar.
5. Fertilización adecuada.
6. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos.
7. Aplicación de bactericidas.
8. Aplicación de insecticidas.

- **Impacto por sequías prolongadas**

La sequía prolongada ocasiona estrés hídrico por déficit de agua, atraso fisiológico en el

desarrollo de la planta, disminución de panículas, vaneamiento de la panícula, así como baja calidad y desarrollo del grano. Adicionalmente es posible que provoque un aumento de plagas y aumento de enfermedades.

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

1. Taipas (práctica preventiva realizada desde preparación del suelo).
2. Riego.
3. Reservorios.
4. Variedades mejoradas.
5. Aplicación foliar.
6. Fertilización adecuada.
7. Aplicación de insecticidas.
8. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos.

#### - **Impacto por luminosidad (baja intensidad)**

La luminosidad (baja intensidad) provoca atraso fisiológico en el desarrollo de planta, disminución de la inducción del primordio, vaneamiento de la espiga, baja calidad y desarrollo del grano. La condición de baja luminosidad repercute en los rendimientos y la calidad del grano cosechado.

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

1. Fertilización adecuada.
2. Uso de datos climáticos.
3. Aplicación foliar (tratamiento preventivo en etapas fases previas, para ayudar a fortalecer el cultivo).

#### - **Impacto por tormentas eléctricas**

Las tormentas eléctricas generan pérdida de áreas efectivas. La sección donde cae un rayo por lo general se seca dependiendo de la severidad de la descarga. En ocasiones es posible realizar aplicaciones foliares para reactivar las plantas. Sin embargo, por las dimensiones de los terrenos que se destinan para el cultivo es difícil identificar las áreas donde impactan los rayos. Se puede decir que la incidencia por esta amenaza se puede considerar poco significativa.

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

Las tormentas tropicales, huracanes y tornados provocan la caída de la flor, vaneamiento de la panícula y una baja calidad y desarrollo del grano. También pueden ocasionar la pérdida de plantas y el acame del cultivo.

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

1. Selección de áreas sin riego para el cultivo.
2. Uso de datos climáticos.
3. Variedades mejoradas.

- **Impacto por inundaciones:**

Las inundaciones pueden provocar pérdida de plantas, baja calidad y desarrollo del grano, así como acame del cultivo.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por inundaciones:

1. Drenajes.

- **Impacto por mareas altas (agua salada)**

Las mareas altas (agua salada) provocan pérdida de plantas por intoxicación.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por mareas altas (agua salada):

1. Formación de diques.

**FASE DE MADURACIÓN**

- **Impacto por alta temperaturas**

En esta fase las altas temperaturas pueden provocar estrés hídrico por déficit de agua, atraso fisiológico en el desarrollo de la planta, vaneamiento de la panícula, así como baja calidad y desarrollo del grano. Es posible que se presente un aumento de plagas.

Cabe destacar que la deficiencia de agua afecta en las etapas iniciales de la maduración, por el contrario, en las etapas finales se busca limitar el recurso para propiciar el secado del grano. También para que las labores de cosecha no se vean atrasadas por el exceso de humedad en el suelo.

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

1. Riego (en los primeros días de inicio de maduración).
2. Variedades mejoradas.
3. Fertilización adecuada (la fertilización realizada en etapas previas para asegurar plantas bien nutridas y sanas en esta última fase).
4. Aplicación foliar (tratamiento preventivo realizado en etapas anteriores).
5. Aplicación de plaguicidas (en caso que la infestación lo amerite. Se debe tener cuidado para no dejar residuos en el producto a cosechar).

- **Impacto por lluvias fuertes**

Las lluvias fuertes provocan baja calidad y desarrollo del grano (incluye manchado del grano, granos yesosos, granos deformes, entre otros). También se puede provocar el acame de cultivo (por aumento de peso de la espiga) así como aumento de humedad en la espiga que puede propiciar la germinación de granos en la planta.

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

1. Drenajes.
2. Variedades mejoradas.
3. Utilizar bajas densidades de siembra.
4. Aplicación foliar (tratamiento preventivo realizado en etapas anteriores. El uso de productos engrosadores de tallo, como aplicación de fuentes de sílice).

5. Fertilización adecuada (la fertilización realizada en etapas previas para asegurar plantas fuertes, bien nutridas y sanas en esta última fase).

En la práctica de fertilización adecuada, se recomienda el control (reducción) del uso de nitrógeno. Esta acción permite regular el crecimiento de las plantas, evitando la elongación de plantas y propiciando su resistencia al acame del cultivo.

En el caso de la variedad INTA-Puita es posible hacer uso del producto llamado “MODDUS” (regulador de crecimiento, aplicado a inicios de macollamiento), el cual tiene efecto de acortar distancia en los entrenudos del tallo y engrosar el mismo, generando el desarrollo de plantas más pequeñas con una mejor resistencia ante el acame.

#### - **Impacto por fuertes vientos**

Los fuertes vientos para la Región Pacífico Central es una amenaza climática que presenta poca incidencia en comparación con otras regiones productivas. Sin embargo, dentro de los impactos que se pueden tener se considera el acame del cultivo y por ende disminución del rendimiento.

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

1. Variedades mejoradas.
2. Aplicación foliar (tratamiento preventivo realizado en etapas anteriores. El uso de productos engrosadores de tallo, como aplicación de fuentes de sílice).
3. Fertilización adecuada (la fertilización realizada en etapas previas para asegurar plantas bien nutridas y sanas en esta última fase).

En la práctica de fertilización adecuada, se recomienda el control (reducción) del uso de nitrógeno. Esta acción permite regular el crecimiento de las plantas, propiciando plantas más pequeñas y resistentes ante el acame del cultivo.

En el caso de la variedad INTA-Puita es posible hacer uso del producto llamado “MODDUS” (regulador de crecimiento, aplicado a inicios de macollamiento), el cual tiene efecto de acortar distancia en los entrenudos del tallo y engrosar el mismo, generando el desarrollo de plantas más pequeñas con una mejor resistencia ante el acame.

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

La erosión y deslizamientos de tierra provocan pérdida de áreas efectivas y acame de cultivo.

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

1. Selección de áreas sin riesgo para el cultivo.
2. Variedades mejoradas.

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

Las lluvias intermitentes y fuera de estación pueden provocar baja calidad y desarrollo del grano (principalmente manchado de grano y granos yesosos). También se presenta germinación de granos en planta.

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

1. Drenajes.
2. Variedades mejoradas.

- **Impacto por lluvias prolongadas**

Las lluvias prolongadas ocasionan anoxia, pérdida de plantas, acame del cultivo, vaneamiento de la panícula, así como baja calidad y desarrollo del grano. Adicionalmente puede propiciar la germinación de granos en planta (por el exceso de humedad) y un aumento de enfermedades como el falso carbón (*Ustilaginiodea virens*), añublo de la vaina (*Rhizoctonia solani*) y añublo del arroz (*Pyricularia*).

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

1. Drenajes.
2. Variedades mejoradas.
3. Fertilización adecuada.
4. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos.
5. Utilizar bajas densidades de siembra.

- **Impacto por sequías prolongadas**

La sequía prolongada ocasiona estrés hídrico por déficit de agua, atraso fisiológico en el desarrollo de la planta, vaneamiento de la panícula, así como baja calidad y desarrollo del grano, ocasionando una reducción del rendimiento del cultivo. Adicionalmente es posible que se provoque un aumento de plagas como el chinche (*Oebalus sp.*) y gusano (*Spodoptera sp.*) y aumento de enfermedades como añublo del arroz (*Pyricularia*).

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

1. Riego.
2. Reservorios.
3. Variedades mejoradas.
4. Aplicación foliar (tratamiento preventivo realizado en etapas anteriores. El uso de productos anti estresantes compuestos principalmente por aminoácidos).
5. Aplicación de insecticidas.
6. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos.

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

La luminosidad (baja intensidad) provoca baja calidad y desarrollo del grano. Cuando la luminosidad en la fase de maduración es insuficiente, la tasa de llenado de grano se reduce y, por ende, aumenta el porcentaje de vaneamiento de la panícula.

En este caso los expertos mencionaron que no tienen práctica para contrarrestar el impacto.

- **Impacto por tormentas eléctricas**

Las tormentas eléctricas generan pérdida de áreas efectivas. La sección donde cae un rayo por lo general se seca dependiendo de la severidad de la descarga. En ocasiones es posible realizar aplicaciones foliares para reactivar las plantas. Sin embargo, por las dimensiones de los terrenos que se destinan para el cultivo es difícil identificar las áreas donde impactan los rayos. Se puede decir que la incidencia por esta amenaza se puede considerar poco significativa.

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

Las tormentas tropicales, huracanes y tornados provocan pérdida de plantas, el acame del cultivo y una baja calidad y desarrollo del grano. Es posible tener germinación de granos en planta, también se puede presentar atraso en las prácticas del cultivo como la cosecha.

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

1. Selección de áreas sin riego para el cultivo.
2. Uso de datos climáticos.
3. Variedades mejoradas.

- **Impacto por inundaciones:**

Las inundaciones pueden provocar pérdida de plantas, baja calidad y desarrollo del grano, así como acame del cultivo y atraso en prácticas del cultivo (principalmente labores de cosecha).

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por inundaciones:

1. Drenajes.
2. Uso de datos climáticos.
3. Variedades mejoradas.

**BARRERAS IDENTIFICADAS POR EXPERTOS DE LA REGIÓN PACÍFICO CENTRAL PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE ADAPTACIÓN**

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

**Cuadro 10.** Barreras identificadas por expertos de la región Pacífico Central para la implementación de prácticas de adaptación

Práctica	Barrera	Motivo
Aplicación de bactericidas	Económica	Depende de la relación costo beneficio, ya que si no hay mucha afectación en el cultivo, se prefiere ahorrarse la aplicación del producto.
Aplicación de fungicidas preventivos y curativos	Económica	Depende de la relación costo beneficio, ya que si no hay mucha afectación en el cultivo, se prefiere

		ahorrarse la aplicación del producto.
<b>Aplicación de herbicidas</b>	Económica	Algunos productores se limitan a aplicar productos únicamente para contrarrestar el problema en caso de que aparezca para reducir costos.
	Sociocultural	Algunos productores no están acostumbrados a realizar tratamientos preventivos principalmente, como reforzar sellos de preemergencia de malezas.
<b>Aplicación de insecticidas</b>	Económica	Depende de la relación costo beneficio, ya que si no hay mucha afectación en el cultivo, se prefiere ahorrarse la aplicación del producto.
<b>Aplicación foliar</b>	Económica	Los productores deciden evitar o disminuir la aplicación para no aumentar los costos y depende de la relación costo beneficio o del estado del cultivo.
	Institucional	Falta de capacitación o servicios de extensión por parte de las entidades para dar a conocer los beneficios de estos productos.
	Sociocultural	Algunos productores no confían en los beneficios de estas aplicaciones. No están acostumbrados a realizarlas.
<b>Barreras rompevientos</b>	Económica	Es necesario evaluar la relación beneficio-costo, ya que la zona no presenta mayor incidencia por vientos fuertes o amenazas similares.
<b>Compactar suelo después de siembra</b>	Económica	Alto costo de máquinas para siembra (alquilar o comprar), o costo adicional que conlleva realizar la labor después de la siembra.
	Institucional	Necesidad de acompañamiento y capacitación por parte de las instituciones, ya que no se conocen los beneficios reales de la práctica.
	Sociocultural	Falta de costumbre de realizar ese tipo de prácticas en el cultivo.
<b>Control biológico</b>	Sociocultural	Algunos productores no están acostumbrados a realizar control preventivo. Además no confían en los rendimientos o efectos de los productos biológicos.
<b>Drenajes</b>	Económica	Alto costo para la instalación, así como la limitada disponibilidad de maquinaria especializada. Alto costo de mano de obra para realización de los mismos. Aumenta los costos de la preparación de terrenos.
	Sociocultural	Algunos productores no tienen la costumbre de prevenir daños por exceso de humedad, por lo que no dejan opciones previstas para hacer los drenajes.
<b>Época de siembra</b>	Sociocultural	Por lo general los productores si toman en cuenta las variaciones climáticas (sobre todo la disponibilidad de agua) para realizar la siembra. Algunos indican que siempre se han sembrado en esas fechas.
<b>Fertilización adecuada</b>	Institucional	Necesidad de capacitación en temas de técnicas y productos para una fertilización eficiente.

	Sociocultural	Los productores están acostumbrados a planes y fraccionamientos de fertilización. Algunos mencionan tener preferencia o costumbre de utilización de algunos productos.
Formación de diques	Económica	Alto costo de inversión para protección de áreas muy pequeñas. Aún con la realización de los diques no hay seguridad de prevenir el daño por la filtración del agua salada.
	Institucional	Las instituciones del Estado frenan la práctica por regulaciones.
Incorporación de fertilizante	Institucional	Necesidad de acompañamiento y capacitación en temas de técnicas y productos para una fertilización eficiente.
	Sociocultural	El productor está acostumbrado a un solo modo de realizar las aplicaciones de fertilizante.
Nivelación	Económica	Alto costo de maquinaria necesaria (alquiler o compra) así como disponibilidad de la misma. Se considera un costo adicional a la preparación de terrenos.
	Institucional	Necesidad de acompañamiento y capacitación por parte de las instituciones.
	Sociocultural	Algunos productores no ven necesaria la práctica de nivelación y desconocen los beneficios de la práctica.
Reservorios	Económica	Alto costo para instalación de reservorios, así como poca disponibilidad de recurso hídrico.
	Institucional	Problemas con las concesiones de uso de agua.
	Sociocultural	Los productores no están acostumbrados a realizar estas prácticas de aprovechamiento de agua para sus cultivos.
Resiembra	Económica	En la resiembra se valora entre densidad del cultivo, costo de compra de semilla e incluso si el tiempo de siembra ya ha sido superado.
Riego	Económica	Altos costos del equipo. Se debe aprovechar canales u otros métodos de riego haciendo uso de la gravedad.
	Institucional	Los permisos de concesiones para uso de fuentes de agua son limitados. Existe mucha burocracia así como la falta de acompañamiento al productor por parte de las instituciones para realizar un proyecto de riego (Proyecto de riego Bardudal).
Selección de áreas sin riego para el cultivo	Económica	Los productores solo cuentan con ese terreno para la producción y no pueden disponer de otros ya sea comprando o alquilando al no contar con solvencia económica.
	Institucional	Necesidad de acompañamiento a los productores y divulgación de información sobre áreas propensas a sufrir afectación por amenazas climáticas.
	Sociocultural	Siembran en áreas propensas a incidencia por

		amenazas climáticas ya que no están acostumbrados a prevenir.
<b>Taipas</b>	Económica	Alto costo de maquinaria y equipos utilizados para hacer las taipas. Se considera un costo adicional a la preparación de terreno. Los productores indican que eleva los costos para labores posteriores ya que se hace más lento (según sea el diseño). Conarroz ofrece la Taipadora y cada productor debe disponer de un tractor además de cubrir el costo en combustible-operario y el costo de reparación, en caso de que se dañe el implemento.
	Institucional	Necesidad de capacitación y acompañamiento de los productores, así como divulgación de información sobre beneficios y efectividad de la práctica.
	Sociocultural	Algunos productores desconocen y desconfían de los beneficios de la práctica. No les gusta ya que según ellos incide negativamente sobre otras labores haciéndolas más lentas.
<b>Tapar semilla con suelo</b>	Económica	Alto costo de máquinas especializadas para siembra(alquiler o compra) o costo adicional que conlleva realizar la labor después de la siembra.
	Institucional	Necesidad de acompañamiento y capacitación por parte de las instituciones sobre beneficios y efectividad de la práctica.
	Sociocultural	El productor no tiene la costumbre realizar esta práctica en el cultivo.
<b>Tratamiento de semilla</b>	Económica	Algunas semillas ya vienen tratadas, de no ser así se debe incurrir en un costo adicional para tratarlas.
	Institucional	Necesidad de capacitación en temas de preparación y selección de semillas.
	Sociocultural	Los productores por lo general si realizan esta práctica. Si la semilla no viene tratada los productores realizan el tratamiento con productos bioestimulantes o protectantes.
<b>Uso de datos climáticos</b>	Institucional	Necesidad de capacitación sobre el uso de información climática para la planificación de actividades en el cultivo. La información climática no está siempre disponible en un lenguaje adecuado para el entendimiento del productor.
	Sociocultural	Algunos productores muestran desconfianza en los reportes de información brindada así de la utilidad de estas aplicaciones.
<b>Uso de fertilizantes de lenta liberación</b>	Institucional	Necesidad de acompañamiento y capacitación en temas de técnicas y productos para una fertilización eficiente.
	Sociocultural	Los productores no son muy abiertos a usar nuevos insumos.

<b>Utilizar bajas densidades de siembra</b>	Sociocultural	Costumbre de utilización de las mismas densidades de siembra.
<b>Variedades mejoradas</b>	Institucional	El proceso de liberación de variedades mejoradas es lento debido a la institucionalidad existente. Necesidad de divulgación de información por parte de entidades en temas de variedades mejoradas.
	Sociocultural	Los expertos mencionan que los productores son abiertos a probar nuevas variedades para obtener mejores rendimientos. En pocos casos acostumbran a mantener las mismas variedades confiando en los rendimientos obtenidos.

## 2.2 REGIÓN PRODUCTIVA DE HUETAR CARIBE

### **FASE DE GERMINACIÓN Y EMERGENCIA:**

#### **- Impacto por lluvias fuertes**

Las lluvias fuertes provocan baja germinación por pérdida de semillas, ya que estas pueden quedar expuestas debido al impacto de la lluvia sobre el suelo. También es posible la pérdida de plantas por anoxia y la erosión del suelo (ya que las gotas de lluvia generan la desagregación, el movimiento y arrastre de partículas de suelo).

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

1. Taipas.
2. Labranza mínima.
3. Siembra a contorno.
4. Siembra de arroz pregerminado.

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

La erosión y deslizamientos de tierra pueden generar baja germinación por la pérdida o lavado de semillas.

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

1. Labranza mínima
2. Compactar suelo después de siembra.
3. Selección de áreas sin riesgo para el cultivo.

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

Las lluvias intermitentes y fuera de estación provocan atraso fisiológico en el desarrollo de la planta. En ocasiones la lluvia que cae no es suficiente (cantidad y tiempo) para promover una germinación homogénea o el desarrollo normal de las plántulas.

Práctica recomendada para reducir/prevenir el impacto de las lluvias intermitentes y fuera de estación:

1. Época de siembra.
2. Riego.

- **Impacto por lluvias prolongadas**

Las lluvias prolongadas pueden provocar inundaciones en la finca y con ello la pérdida de plantas. Si la semilla de arroz está expuesta al anegamiento y a una gran profundidad de siembra, la germinación será pobre.

También ocasiona un atraso en el desarrollo de prácticas culturales requeridas para el manejo adecuado del cultivo.

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

1. Selección de áreas sin riesgo para el cultivo.
2. Labranza mínima.

- **Impacto por sequías prolongadas**

La sequía prolongada ocasiona estrés hídrico por déficit de agua que en consecuencia retrasa la germinación, la emergencia y afecta a la plántula. El agua es esencial para la activación de los procesos metabólicos que dan lugar a la germinación.

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

1. Riego.
2. Taipas.
3. Labranza mínima.

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

La luminosidad (baja intensidad) provoca la disminución del rendimiento debido a que afecta el desarrollo adecuado de las plántulas.

Práctica recomendada para reducir/prevenir el impacto de luminosidad (baja intensidad):

1. Época de siembra.

**FASE DE MACOLLAMIENTO:**

- **Impacto por sequías prolongadas**

La sequía prolongada ocasiona estrés hídrico por déficit de agua, lo cual retarda el crecimiento, disminuye la velocidad de aparición de las hojas y el macollamiento. También ocasiona una disminución del número de hijos productivos. Adicionalmente es posible volatilización de fertilizante.

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

1. Riego.
2. Reservorios.

### ***FASE DE DIFERENCIACIÓN DE PRIMORDIO:***

#### **- Impacto por lluvias fuertes**

Las lluvias fuertes provocan disminución en el rendimiento principalmente, ya que el estrés por exceso de humedad puede reducir el número de espiguillas que se desarrollen en la panícula.

Práctica recomendada para reducir/prevenir el impacto de las lluvias fuertes:

1. Uso de datos climáticos.

#### **- Impacto por sequías prolongadas**

La sequía prolongada ocasiona estrés hídrico por déficit de agua, vaneamiento de la panícula y por ende se disminuye el rendimiento.

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

1. Taipas.
2. Riego.
3. Reservorios.

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

La luminosidad (baja intensidad) provoca vaneamiento de la panícula y disminuye el rendimiento.

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

4. Época de siembra.
1. Uso de datos climáticos.
2. Variedades mejoradas.

### ***FASE DE FLORACIÓN:***

#### **- Impacto por alta temperaturas**

En esta fase las altas temperaturas pueden generar un aumento de plagas. Esto se debe a que, en algunos casos, las condiciones de alta temperatura, influyen de forma positiva en la actividad de ovoposición o alimentación de los insectos plaga.

Práctica recomendada para reducir/prevenir el impacto de alta temperaturas:

1. Riego.

#### **- Impacto por lluvias fuertes**

Las lluvias fuertes provocan una floración poco uniforme y vaneamiento de la panícula. Las lluvias fuertes pueden ocasionar que se reduzca la polinización al botar el polen de la planta; esto genera esterilidad en la panícula.

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

1. Época de siembra.
2. Variedades mejoradas.

- **Impacto por sequías prolongadas**

La sequía prolongada ocasiona vaneamiento de la panícula. Al reducirse la disponibilidad de agua en la etapa reproductiva, se reduce el número de espiguillas por panícula y se aumenta la esterilidad de las flores.

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

1. Riego.
2. Reservorios.

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

La luminosidad (baja intensidad) provoca un atraso fisiológico en el desarrollo de la planta más específicamente, atrasa el periodo de floración en el cultivo, lo que puede ocasionar desajustes en los tiempos de cosecha.

Práctica recomendada para reducir/prevenir el impacto de luminosidad (baja intensidad de luz):

1. Variedades mejoradas.

- **Impacto por otros (frentes fríos):**

Los frentes fríos pueden provocar atraso fisiológico en el proceso de floración del cultivo, o produce una floración poco uniforme. También puede inducir a la esterilidad de las flores.

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

1. Variedades mejoradas.

***FASE DE MADURACIÓN.***

- **Impacto por lluvias fuertes**

Las lluvias fuertes provocan acame de cultivo (por aumento de peso de la panícula) así como un atraso en el desarrollo de prácticas en el cultivo, especialmente en la cosecha. Al cosechar granos con un porcentaje de humedad mayor al establecido por las industrias, el productor puede perder dinero ya que las empresas receptoras descuentan al productor el costo de secado.

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

1. Época de siembra.

- **Impacto por fuertes vientos**

Los fuertes vientos pueden propiciar el acame del cultivo.

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

## 1. Cosecha oportuna.

### - **Impacto por erosión y deslizamiento de tierra:**

La erosión y deslizamiento de tierra pueden provocar atraso en prácticas requeridas para el manejo del cultivo. Los deslizamientos de tierra pueden dificultar el proceso de cosecha del arroz, lo que puede significar un riesgo en cuanto a pérdida de calidad y por ende pérdida de rentabilidad.

Para el caso de este impacto no se mencionó ninguna práctica que ayude a disminuir o prevenir el efecto.

### - **Impacto por lluvias prolongadas**

Las lluvias prolongadas ocasionan acame del cultivo y un atraso en las prácticas del cultivo, especialmente en la cosecha. En esta zona, debido a la ocurrencia de las lluvias, el tiempo diario sin lluvia para realizar la cosecha es corto, por lo que se recomienda usar en caso de tener acceso, una mayor cantidad de cosechadoras en una determinada área para evitar que el grano se humedezca con las lluvias y pierda calidad.

Práctica recomendada para reducir/prevenir el impacto de lluvias prolongadas:

1. Época de siembra.

### - **Impacto por sequías prolongadas**

La sequía prolongada para esta fase ocasiona baja calidad y desarrollo del grano, también se disminuye el rendimiento. Si el grano tiene una menor humedad que el rango recomendado aumenta la probabilidad de tener pérdidas industriales ya que se puede generar mayor proporción de grano partido.

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

1. Taipas.
2. Riego.
3. Labranza mínima.

### - **Impacto por otros (frentes fríos)**

Los frentes fríos pueden provocar acame del cultivo, una madurez irregular, llenado deficiente de granos y también puede atrasar el desarrollo de prácticas en el cultivo, especialmente la cosecha.

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

1. Variedades mejoradas.

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

A continuación, se presenta la información obtenida a través de las consultas realizadas a los expertos de la región Huetar Caribe sobre barreras existentes para la implementación de buenas prácticas para reducir el impacto de eventos climáticos en los sistemas productivos de arroz. En el cuadro 11 se resumen las barreras de tipo económica, institucional o sociocultural, identificadas para cada una de las prácticas. Cabe resaltar que existen vacíos de información, ya que, al momento de realizarse las consultas, los expertos desconocían el tipo de barreras que podrían estar asociadas a la implementación de las prácticas.

**Cuadro 11.** Barreras identificadas por expertos de la región Huetar Caribe para la implementación de prácticas de adaptación

Práctica	Barrera	Motivo
Compactar suelo después de siembra	Económica	Costo adicional de pasar el implemento requerido.
Cosecha oportuna	ND	ND
Época de siembra	Sociocultural	Están acostumbrados a sembrar en esas fechas y prefieren no cambiar.
Labranza mínima	Económica	Alto costo de la maquinaria.
Reservorios	Económica	Alto costo de maquinaria para realizar el reservorio.
	Institucional	Problemas para otorgar concesiones para el uso de agua.
Riego	Económica	La inversión es muy alta, por las bombas (equipos), canales (estructuras) y personal.
	Institucional	Problemas para otorgar concesiones para el uso de agua.
	Sociocultural	El productor no desea cambiar el modo de trabajar.
Selección de áreas sin riesgo para el cultivo	ND	ND
Siembras a contorno	Económica	Alto costo de la maquinaria.
Siembra de arroz pregerminado	ND	ND
Taipas	Económica	Alto costo de la maquinaria.
	Sociocultural	Poco conocimiento sobre el uso de la práctica de forma complementaria con otras labores .
Uso de datos climáticos	Sociocultural	Poco conocimiento sobre el uso de la práctica de forma complementaria con otras labores .
Variedades mejoradas	Sociocultural	No hay un claro conocimiento sobre las variedades adecuadas a la región.

## 2.3 REGIÓN PRODUCTIVA DE BRUNCA

### **FASE DE GERMINACIÓN Y EMERGENCIA:**

#### **- Impacto por alta temperaturas**

Las altas temperaturas muestran incidencia directa sobre esta fase causando baja germinación. Esto se produce ya que las altas temperaturas pueden provocar pérdida de humedad del suelo, generando incluso hasta un estrés hídrico por déficit de agua. Para que se genere una adecuada germinación se mezclan factores principalmente de humedad y temperatura del suelo, es por esta razón que las siembras generalmente se realizan a la caída de las primeras lluvias para aprovechar la tempera del suelo y el agua de las lluvias. En caso de contar con riego, estas épocas de siembra se pueden variar acorde a las necesidades del cultivo.

Práctica recomendada para reducir/prevenir el impacto de alta temperaturas:

1. Época de siembra.

#### **- Impacto por lluvias fuertes**

Las lluvias fuertes en la región pueden provocar baja germinación. Principalmente si estas lluvias provocan el arrastre y exposición de las semillas. También si no se cuenta con una apropiada nivelación de terreno y sistemas de drenajes para evacuación de agua, se pueden presentar inundaciones, que generan en la planta anoxia y pudrición de semilla.

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

1. Época de siembra.
2. Nivelación.

#### **- Impacto por lluvias prolongadas**

Las lluvias prolongadas pueden provocar baja germinación. Si no se cuenta con una apropiada nivelación de terreno y sistemas de drenajes para evacuación de agua, se pueden presentar inundaciones, que generan en la planta anoxia y pudrición de semilla.

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

1. Época de siembra.
2. Nivelación.

#### **- Impacto por sequías prolongadas**

La sequía prolongada puede ocasionar baja germinación principalmente, ya que la semilla requiere de una adecuada humedad y temperatura del suelo para iniciar el proceso de germinación.

Práctica recomendada para reducir/prevenir el impacto de sequías prolongadas:

1. Uso de datos climáticos.

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

Las tormentas tropicales, huracanes y tornados provocan baja germinación. Esta amenaza puede ocasionar inundaciones de terreno que provocan anoxia del cultivo, lo cual resulta básicamente en un ahogamiento y pudrición de la semilla. Dependiendo de la incidencia sobre el terreno es posible la pérdida de semillas por arrastre y lavado.

Práctica recomendada para reducir/prevenir el impacto de tormentas tropicales, huracanes y tornados:

1. Uso de datos climáticos.

#### **FASE DE MACOLLAMIENTO:**

#### - **Impacto por lluvias prolongadas**

Las lluvias prolongadas pueden provocar atraso en prácticas del cultivo, así como lavado de fertilizante.

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

1. Época de siembra.
2. Fertilización adecuada.

#### - **Impacto por sequías prolongadas**

La sequía prolongada ocasiona un atraso fisiológico en el desarrollo de la planta. Se limita el recurso hídrico disponible para la planta, razón por la cual se genera un desequilibrio a nivel fisiológico (la planta cierra los estomas para evitar la deshidratación).

Práctica recomendada para reducir/prevenir el impacto de sequías prolongadas:

1. Riego.

#### - **Impacto por luminosidad (baja intensidad)**

La luminosidad (baja intensidad) provoca un atraso fisiológico en el desarrollo de planta. El arroz es un cultivo altamente demandante de energía lumínica para llevar a cabo sus actividades metabólicas. Al encontrarse con períodos de tiempo con baja intensidad de luz considerable, el cultivo atrasa su desarrollo y ocasiona bajas en los rendimientos del cultivo. Cabe destacar que el técnico consultado en esta región, no identificó prácticas que ayuden a reducir o prevenir los impactos negativos en el cultivo por baja luminosidad.

#### **FASE DE DIFERENCIACIÓN DE PRIMORDIO:**

En esta fase de diferenciación de primordio se lograron identificar una serie de amenazas que impactan al cultivo, las cuales son:

- **Impacto por alta temperaturas**
- **Impacto por lluvias fuertes**
- **Impacto por lluvias prolongadas**
- **Impacto por sequías prolongadas**
- **Impacto por luminosidad (baja intensidad)**

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

Estos impactos para el caso de la Región Brunca, tienen en común que pueden provocar principalmente disminución de la inducción del primordio. Para el caso específico de los impactos por luminosidad y tormentas eléctricas, la práctica que se recomendó por parte del experto consultado, fue el uso de datos climáticos con la finalidad de programar actividades y tratar de reducir el efecto de estos eventos. Además, se menciona el uso de riego para contrarrestar los efectos provocados altas temperaturas y para poder planificar siembra y por ende las demás actividades, en otras épocas donde se reduzca o evite la presencia de alguno de estos impactos.

Para el de los impactos generados por los demás eventos climáticos, el experto consultado para la Región Brunca, no identificó posibles prácticas para contrarrestar los efectos.

#### **FASE DE FLORACIÓN**

En esta fase de floración se lograron identificar una serie de amenazas que impactan al cultivo, las cuales son:

- **Impacto por alta temperaturas:** provoca vaneamiento de la panícula.
- **Impacto por lluvias fuertes:** provoca vaneamiento de la panícula.
- **Impacto por lluvias prolongadas:** provoca pérdida de polen, así como el vaneamiento de la panícula.
- **Impacto por sequías prolongadas:** provoca vaneamiento de la panícula.
- **Impacto por luminosidad (baja intensidad):** provoca vaneamiento de la panícula.
- **Impacto por tormentas tropicales, huracanes y tornados:** provoca pérdida de polen, vaneamiento de la panícula, así como acame del cultivo.

Como se puede observar en esta fase, las diferentes amenazas tienen en común el impacto de vaneamiento de la panícula. Se sabe que el cultivo necesita alta radiación para sus funciones metabólicas, por lo que una baja luminosidad repercute directamente generando atrasos fisiológicos en el desarrollo de la planta. De igual forma los excesos de humedad o el faltante del recurso hídrico, interfieren negativamente en la fisiología de la planta.

Las lluvias prolongadas, así como las tormentas tropicales, huracanes y tornados pueden generar pérdida de polen. Como efecto directo se tienen una disminución de las flores polinizadas que resulta en vaneamiento de espigas, menos producto por cosechar y menor rendimiento.

Las prácticas recomendadas para el caso de luminosidad (baja intensidad de la luz) y tormentas eléctricas, huracanes y tornados, es hacer uso de datos climáticos (para hacer una mejor programación de actividades del cultivo) y riego. El riego permitiría planificar la siembra en épocas donde no se acostumbra sembrar por falta de recurso hídrico, esto permitiría aprovechar otras condiciones climáticas favorables como la alta radiación solar.

Para los demás eventos el experto consultado para la Región Brunca, no identificó posibles prácticas para reducir o contrarrestar los impactos.

## **FASE DE MADURACIÓN**

En esta fase de maduración se lograron identificar una serie de amenazas que impactan al cultivo las cuales son:

- **Impacto por lluvias fuertes:** provocan baja calidad y desarrollo del grano. También puede provocar acame de cultivo (por aumento de peso de la espiga).
- **Impacto por lluvias prolongadas:** las lluvias prolongadas pueden generar baja calidad y desarrollo del grano.
- **Impacto por luminosidad (baja intensidad de la luz):** genera la disminución del rendimiento, ya que la planta es altamente demandante de energía lumínica para desarrollar su proceso de fotosíntesis.
- **Impacto por tormentas tropicales, huracanes y tornados:** provocan baja calidad y desarrollo del grano, así como acame del cultivo.

Los impactos en maduración se verán reflejados principalmente en la baja calidad y desarrollo del grano que afectan directa o indirectamente el rendimiento. Se debe recordar que a inicios de esta fase se debe contar con una fuente de humedad para que el cultivo termine esa última etapa de cuaje y formación del grano; así como una adecuada disponibilidad de luz para que se obtengan buenos rendimientos.

En caso de presentarse un exceso de agua por diferentes factores climáticos en la etapa final de esta fase, se generan granos de mala calidad y mal desarrollados, como granos manchados, granos yesosos y mal formados. También es posible que se presente el aumento de plagas y enfermedades que generan defectos en los granos.

El acame de cultivo es posible que se presente, ya que, si se tiene mucha humedad en el entorno, la panícula aumenta su peso y el tallo no es capaz de resistirlo, cediendo a la caída de la planta.

Las prácticas recomendadas para el caso de luminosidad (baja intensidad de la luz) y tormentas eléctricas, huracanes y tornados, es hacer uso de datos climáticos (para hacer una mejor programación de actividades del cultivo) y riego. El riego permitiría planificar la siembra en épocas donde no se acostumbra sembrar por falta de recurso hídrico, esto permitiría aprovechar otras condiciones climáticas favorables como la alta radiación solar.

Para los demás eventos el experto consultado para la Región Brunca no identificó posibles prácticas para reducir o contrarrestar el impacto de los mismos.

Cabe destacar que, para caso de todas las prácticas recomendadas en cada una de las fases, no se identificaron barreras de tipo económica, social o institucional que pudieran limitar la adopción de estas prácticas en la región.

## 2.4 REGIÓN PRODUCTIVA DE HUETAR NORTE

### ***FASE DE GERMINACIÓN Y EMERGENCIA:***

#### **- Impacto por alta temperaturas**

Las altas temperaturas muestran incidencia directa sobre esta fase causando baja germinación, (si la alta temperatura está acompañada por un periodo de déficit hídrico), ya que atrasa o inhibe los procesos metabólicos necesarios para la germinación de la semilla. También puede favorecer la proliferación de plagas y enfermedades que afectan las plántulas en crecimiento.

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

1. Época de siembra.
2. Riego.
3. Tapar semilla con suelo.
4. Compactar suelo después de la siembra.
5. Tratamiento se semilla.
6. Aplicación de insecticidas.
7. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos.

#### **- Impacto por lluvias fuertes**

Las lluvias fuertes provocan baja germinación por pérdida de semillas (las semillas quedan expuestas y pueden ser comidas por pájaros o roedores); atraso fisiológico en el desarrollo de la planta (el exceso de humedad y el impacto de las gotas pueden ocasionar volcamiento, daños físicos en las plántulas y la exposición de raíces), y un atraso en el desarrollo de prácticas requeridas para el manejo adecuado del cultivo.

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

1. Nivelación.
2. Taipas.
3. Drenajes.
4. Terrazas.
5. Tapar semillas con suelo.
6. Compactar suelo después de la siembra.
7. Siembra de arroz pregerminado.
8. Resiembra.
9. Tratamiento de semilla.
10. Uso de datos climáticos.
11. Variedades mejoradas.

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

La erosión y deslizamientos de tierra tienen poca afectación en la región, sin embargo, puede generar baja germinación porque las semillas son arrastradas o quedan expuestas y son atacadas por pájaros o roedores.

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

1. Labranza mínima.

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

Las lluvias intermitentes y fuera de estación provocan baja germinación en esta fase, ya que, si la planta no tiene las condiciones de humedad suficientes para germinar, los procesos metabólicos que dan inicio al crecimiento del embrión se atrasan o se inhiben.

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

1. Riego.

#### - **Impacto por lluvias prolongadas**

Las lluvias prolongadas pueden provocar una baja germinación por pérdida de semillas que se pudren al pasar periodos prolongados en condiciones de alta humedad; y pérdida por exposición de semillas que pueden ser comidas por pájaros o roedores. Se puede dar un atraso fisiológico en el desarrollo de las plántulas, especialmente por pasar largos periodos expuestos a bajos niveles de oxígeno en el suelo. También puede ocasionar un atraso en el desarrollo de prácticas requeridas para el manejo del cultivo.

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

1. Nivelación.
2. Taipas.
3. Drenajes.
4. Terrazas.
5. Compactar suelo después de la siembra.
6. Siembra de arroz pregerminado.
7. Resiembra.
8. Tratamiento de semilla.
9. Uso de datos climáticos.
10. Variedades mejoradas.

#### - **Impacto por sequías prolongadas**

La sequía prolongada ocasiona baja germinación (ya que la semilla requiere de humedad para iniciar los procesos metabólicos asociados a la germinación) y un atraso fisiológico en el desarrollo de la planta (las plántulas pierden vigorosidad debido al estrés hídrico). También se da un aumento de plagas ya que las condiciones de alta temperatura y sequía pueden favorecer la tasa reproductiva de cierto tipo de insectos.

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

1. Época de siembra
2. Riego.
3. Resiembra.
4. Siembra de arroz pregerminado.
5. Fertilización adecuada.
6. Uso de datos climáticos.

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

La luminosidad (baja intensidad) provoca atraso fisiológico en el desarrollo de las plántulas que han emergido, ya que la luz del sol es la fuente primaria de energía y es el insumo primario para la fotosíntesis. Al reducirse la disponibilidad de luz, se limita el proceso de metabolización de moléculas que le permiten a la planta incrementar su biomasa.

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

1. Variedades mejoradas.

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

Las tormentas tropicales, huracanes y tornados provocan baja germinación, ya que la semilla puede perderse por arrastre, exposición o pudrición.

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

1. Selección de áreas sin riego para el cultivo.
2. Drenajes
3. Compactar suelo después de siembra.
4. Resiembra.
5. Siembra de arroz pregerminado.
6. Variedades mejoradas.

- **Impacto por inundaciones:**

Las inundaciones generan baja germinación, porque semillas que se pudren al pasar un periodo prolongado en condiciones de anegamiento.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por inundaciones:

1. Drenajes.

- **Impacto por otros (pájaros):**

Se puede dar la pérdida de semillas por pájaros, ya que estos se alimentan de las semillas que quedan expuestas.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por inundaciones:

1. Pólvoa.

## **FASE DE MACOLLAMIENTO**

### **- Impacto por alta temperaturas**

En esta fase las altas temperaturas pueden provocar atraso fisiológico debido al estrés térmico que ocasiona en la planta, así como la disminución del macollamiento (la tasa de fotosíntesis disminuye al aumentar la temperatura de las hojas debido al cierre de los estomas para evitar la deshidratación). También se podría presentar aumento de plagas y de enfermedades, ya que las condiciones de alta temperatura y pueden favorecer la tasa reproductiva de cierto tipo de insectos y microorganismos.

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

1. Riego.
2. Aplicación foliar.
3. Fertilización adecuada.
4. Control biológico.
5. Aplicación de microorganismos de montaña (bioles).
6. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos.

### **- Impacto por lluvias fuertes**

Las lluvias fuertes provocan atraso en la realización de prácticas requeridas para el desarrollo adecuado del cultivo (ej. fertilización, control de enfermedades y plagas) y puede disminuir el rendimiento de la plantación por afectar el macollamiento de la planta. Es posible tener un aumento de malezas (ya que las lluvias pueden inhibir la acción de los herbicidas) y aumento de enfermedades (el exceso de humedad favorece la proliferación de enfermedades fungosas).

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

1. Nivelación.
2. Drenajes.
3. Control biológico.
4. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos.

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

Las lluvias intermitentes y fuera de estación pueden provocar atraso fisiológico en el desarrollo de planta. La falta de humedad adecuada en la etapa vegetativa reduce la altura, el macollaje y el área foliar. También puede favorecer el desarrollo reproductivo de microorganismos patógenos, aumentando la incidencia de enfermedades.

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

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

#### - **Impacto por lluvias prolongadas**

Las lluvias prolongadas pueden provocar anoxia; disminuir el macollamiento y si los periodos de lluvia son muy prolongados, puede causar la pudrición de raíces y la pérdida de plantas. También ocasiona un aumento de enfermedades y aumento de las poblaciones de malezas.

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

1. Nivelación.
2. Drenajes.
3. Control biológico.
4. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos.

#### - **Impacto por sequías prolongadas**

La sequía prolongada ocasiona estrés hídrico por déficit de agua que afecta el crecimiento y el rendimiento del cultivo. Se observa un macollaje limitado, se reduce la altura y el área foliar. Adicionalmente es posible tener aumento plagas y aumento de enfermedades.

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

1. Nivelación.
2. Riego.
3. Aplicación foliar.
4. Control biológico.
5. Fertilización adecuada.

Los productos que se emplean en las aplicaciones foliares son generalmente productos preparados con aminoácidos y en algunos casos se aplica melaza.

#### - **Impacto por luminosidad (baja intensidad)**

La luminosidad (baja intensidad) provoca atraso fisiológico en el desarrollo de planta, disminuye macollamiento y por ende disminuye rendimiento. Al reducirse la disponibilidad de luz, se limita el proceso de metabolización de moléculas que le permiten a la planta incrementar su biomasa. También se presenta un aumento de enfermedades.

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

1. Época de siembra.
2. Variedades mejoradas.
3. Aplicación foliar (ayudar a reactivar el cultivo).
4. Utilizar bajas densidades de siembra.
5. Fertilización adecuada.
6. Aplicación de microorganismos de montaña (bioles).

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

Las tormentas tropicales, huracanes y tornados provocan un atraso en la ejecución de las prácticas requeridas para el desarrollo adecuado del cultivo (como por ejemplo la fertilización); se da pérdida de plantas y el aumento de enfermedades. El impacto que genera

este evento climático puede verse reflejado en una reducción del rendimiento.

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

1. Selección de áreas sin riego para el cultivo.
2. Nivelación.
3. Drenajes.
4. Control biológico.

- **Impacto por inundaciones:**

La inundación puede causar la muerte de las plántulas o de los macollos, ya que a pesar de que el arroz puede resistir a condiciones de inmersión total, la planta muere si permanece un periodo prolongado totalmente sumergida.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por inundaciones:

1. Drenajes.
2. Formación de diques.

**FASE DE DIFERENCIACIÓN DE PRIMORDIO**

- **Impacto por alta temperaturas**

En esta fase las altas temperaturas pueden provocar estrés hídrico por déficit de agua con atraso fisiológico en el desarrollo de la planta. Se puede presentar una disminución de panículas y vaneamiento de la panícula, lo que se traduce en una disminución del rendimiento. Es posible que se presente un aumento de enfermedades y aumento de plagas.

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

1. Riego.
2. Fertilización adecuada.
3. Aplicación foliar.
4. Control biológico.
5. Aplicación de insecticidas.
6. Aplicación de microorganismos de montaña.
7. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos.

- **Impacto por lluvias fuertes**

Las lluvias fuertes provocan un atraso en el proceso de inducción del primordio, la disminución de panículas, y la pérdida de polen lo que ocasiona el vaneamiento de la panícula. Adicionalmente se presenta atraso en el desarrollo de las prácticas planificadas para el cultivo (puede retardar la cosecha); y un aumento de malezas y enfermedades como el añublo de la vaina (*Rhizoctonia solani*) y el añublo del arroz (*Pyricularia*).

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

1. Nivelación (práctica preventiva realizada desde preparación del suelo).
2. Drenajes.

3. Época de siembra.
4. Fertilización adecuada.
5. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos.
6. Uso de datos climáticos.

- **Impacto por fuertes vientos:**

Los fuertes vientos provocan lesiones en la planta que pueden retrasar el proceso de inducción del primordio, e inducir al vaneamiento de la panícula. Depende de la intensidad del viento puede provocar el acame del cultivo.

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

1. Época de siembra.
2. Barreras rompevientos.
3. Fertilización adecuada.
4. Variedades mejoradas.

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

Si las lluvias no son suficientes para solventar los requerimientos del cultivo, se produce una disminución de panículas, y posteriormente el vaneamiento de la panícula, así como una baja calidad y desarrollo del grano.

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

1. Drenajes.

- **Impacto por lluvias prolongadas**

Las lluvias prolongadas pueden provocar un atraso en el proceso de inducción del primordio, una disminución de panículas y un posterior vaneamiento de la panícula. Todos estos impactos producen una disminución del rendimiento. Es posible tener pérdida de plantas, atraso en prácticas del cultivo y un aumento de malezas.

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

1. Época de siembra.
2. Nivelación.
3. Drenajes.
4. Uso de datos climáticos.
5. Fertilización adecuada.

- **Impacto por sequías prolongadas**

La sequía prolongada ocasiona estrés hídrico por déficit de agua, lo que genera un atraso fisiológico en el desarrollo de la planta, un atraso en el proceso de inducción del primordio y una disminución de panículas. Es posible la mala formación de la panícula o incluso el vaneamiento de la panícula y por ende una posterior reducción del rendimiento. Adicionalmente es posible observar un aumento de plagas principalmente ácaros

(*Stenotarsus pinki*), sogata (*Sogatodes oryzicola*) y chinches (*Oebalus sp.*). También se puede observar un aumento de enfermedades como el rayado bacteriano de la hoja (*Xanthomonas oryzae*).

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

1. Época de siembra.
2. Labranza mínima.
3. Riego.
4. Fertilización adecuada.
5. Aplicación foliar.
6. Control biológico.
7. Uso de datos climáticos.

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

La luminosidad (baja intensidad) provoca un atraso fisiológico en el desarrollo de planta, especialmente en el proceso de inducción del primordio. Como consecuencia posterior se puede observar un vaneamiento de la panícula y una reducción de la calidad y desarrollo del grano. Esto repercute en los rendimientos finales del cultivo. También se hace puede observar mayor incidencia de enfermedades.

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

1. Época de siembra.
2. Riego.
3. Fertilización adecuada.
4. Uso de datos climáticos.
5. Utilizar bajas densidades de siembra.
6. Aplicación de microorganismos de montaña.
7. Aplicación foliar (ayudar a reactivar el cultivo).
8. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos.
9. Variedades mejoradas.

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

Las tormentas tropicales, huracanes y tornados provocan a pérdida de áreas efectivas, daños físicos en planta y pérdida de plantas. El impacto que genera este evento climático puede verse reflejado en una reducción del rendimiento de la plantación.

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

1. Selección de áreas sin riego para el cultivo.
2. Drenajes.

- **Impacto por inundaciones:**

Las inundaciones pueden provocar pérdida de plantas, y un atraso en el proceso de inducción

del primordio.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por inundaciones:

1. Época de siembra.
2. Drenajes.

### **FASE DE FLORACIÓN**

#### **- Impacto por alta temperaturas**

En esta fase las altas temperaturas pueden provocar la pérdida de humedad del suelo, lo que reduce la disponibilidad de agua para la planta y reduce la eficiencia de prácticas como la fertilización. Además, ocasiona el vaneamiento de la panícula (ya que afecta el número de panículas por planta, la cantidad de polen producido y el número de espigas por panícula que son polinizadas). Adicionalmente se presenta un aumento de plagas y aumento de enfermedades.

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

1. Labranza mínima.
2. Riego.
3. Aplicación de microorganismos de montaña.
4. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos.
5. Fertilización adecuada.
6. Aplicación foliar.
7. Aplicación de insecticidas.

#### **- Impacto por lluvias fuertes**

Las lluvias fuertes provocan pérdida de polen y por ende el vaneamiento de la panícula. Por otro lado, afectan el desarrollo posterior del grano (produciendo manchado del grano, granos yesosos entre otros). También se puede provocar el acame de cultivo (por aumento de peso de la espiga) y aumento de enfermedades como falso carbón (*Ustilaginiodea virens*). Estos impactos generan disminución del rendimiento.

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

1. Época de siembra.
2. Nivelación (práctica preventiva realizada desde preparación del suelo).
3. Drenajes.
4. Variedades mejoradas.
5. Fertilización adecuada.
6. Aplicación de microorganismos de montaña.
7. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos.

#### **- Impacto por fuertes vientos**

Dentro de los principales impactos que se presentan por los fuertes vientos es el acame del cultivo y daños físicos en planta. También la pérdida de polen y un posterior vaneamiento de

la panícula, lo que ocasiona una clara disminución del rendimiento.

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

1. Variedades mejoradas.
2. Fertilización adecuada.
3. Barreras rompevientos.
4. Aplicación de enraizadores.
5. Aplicación de microorganismos de montaña.

#### - **Impacto por lluvias prolongadas**

Las lluvias prolongadas pueden ocasionar la disminución del número de espigas fértiles debido a la pérdida de polen; lo que posteriormente ocasiona el vaneamiento de la panícula. Los impactos mencionados tienen una clara incidencia en la reducción de los rendimientos del cultivo. Adicionalmente es posible tener un aumento de enfermedades como el falso carbón (*Ustilaginiodea virens*).

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

1. Época de siembra.
2. Nivelación (práctica preventiva realizada desde preparación del suelo).
3. Drenajes.
4. Aplicación foliar.
5. Fertilización adecuada.
6. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos.
7. Uso de datos climáticos.

#### - **Impacto por sequías prolongadas**

La sequía prolongada ocasiona la pérdida de humedad del suelo (reduciendo la disponibilidad de agua para la planta y la eficiencia de prácticas como la fertilización); atraso en el proceso de inducción del primordio, mala formación y vaneamiento de la panícula. Finalmente produce una reducción de los rendimientos al bajar la calidad y desarrollo del grano. Adicionalmente es posible que se observe un aumento de plagas y de enfermedades.

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

1. Época de siembra.
2. Labranza mínima.
3. Riego.
4. Aplicación foliar.
5. Fertilización adecuada.
6. Control biológico.
7. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos.
8. Manejo adecuado de rastrojo.

#### - **Impacto por luminosidad (baja intensidad)**

La baja intensidad de luz provoca el vaneamiento de la panícula y afecta el proceso de llenado de grano (reduce la conductancia estomática). También puede promover el desarrollo de enfermedades. Los efectos de la baja luminosidad se observan directamente en la reducción de los rendimientos del cultivo.

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

1. Época de siembra.
2. Fertilización adecuada.
3. Uso de datos climáticos.
4. Aplicación foliar (tratamiento preventivo en etapas fases previas, para ayudar a reactivar el cultivo).
5. Control biológico.
6. Aplicación de microorganismos de montaña.
7. Utilizar bajas densidades de siembra.
8. Variedades mejoradas.

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

Las tormentas tropicales, huracanes y tornados provocan la pérdida de áreas efectivas, daños físicos en planta, vaneamiento de la panícula y pérdida de plantas.

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

1. Selección de áreas sin riego para el cultivo.
2. Drenajes.

#### - **Impacto por inundaciones:**

Las inundaciones pueden provocar la pérdida de áreas de producción.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por inundaciones:

1. Drenajes.
2. Uso de datos climáticos.
3. Formación de diques.

#### - **Impacto por otros (bajas temperaturas)**

Las bajas temperaturas provocan esterilidad floral, ya que afectan el desarrollo y la viabilidad del polen. El vaneamiento de la panícula por este evento climático, puede generar importantes pérdidas de rendimiento en la plantación.

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

1. Época de siembra
2. Fertilización adecuada.
3. Aplicación de microorganismos de montaña.

## **FASE DE MADURACIÓN**

### **- Impacto por alta temperaturas**

En esta fase las altas temperaturas pueden provocar vaneamiento de la panícula, así como aumento de enfermedades.

Cabe destacar que la deficiencia de agua afecta en las etapas iniciales de la maduración, ya que un aumento de la tasa de respiración ocasiona una disminución de los fotoasimilados disponibles por la planta para su producción. Por el contrario, en las etapas finales las altas temperaturas facilitan el secado del grano, así como las labores de cosecha. No obstante, si la reducción de humedad en el grano es fuera de los parámetros establecidos por la industria, el grano puede perder calidad ya que es más susceptible a quebrarse.

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

1. Variedades mejoradas.
2. Fertilización adecuada (la fertilización realizada en etapas previas para asegurar plantas bien nutridas y sanas en esta última fase).

### **- Impacto por lluvias fuertes**

Las lluvias fuertes provocan baja calidad y desarrollo del grano (puede ocasionar manchado del grano, granos yesosos, granos deformes, entre otros). También puede provocar vaneamiento de la panícula, acame de cultivo (por aumento de peso de la espiga), caída de granos y pérdida de plantas. Además, el aumento de humedad relativa puede propiciar la germinación de granos en la planta. Estos efectos generan la disminución del rendimiento y un aumento de enfermedades. Adicionalmente las lluvias fuertes pueden generar atraso en el desarrollo de prácticas requeridas para el manejo del cultivo, especialmente para el proceso de cosecha.

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

1. Época de siembra.
2. Drenajes.
3. Variedades mejoradas.
4. Uso de datos climáticos.
5. Fertilización adecuada (la fertilización realizada en etapas previas para asegurar plantas fuertes, bien nutridas y sanas en esta última fase).

En la práctica de fertilización adecuada, se recomienda el control (reducción) del uso de nitrógeno. Esta acción permite regular el crecimiento de las plantas, evitando la elongación y reduciendo la susceptibilidad al acame.

### **- Impacto por fuertes vientos**

Los fuertes vientos pueden propiciar vaneamiento de la panícula, el acame del cultivo, caída de granos y un atraso en el desarrollo de prácticas requeridas para el manejo adecuado del cultivo, especialmente para la cosecha.

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

1. Variedades mejoradas.
2. Fertilización adecuada (la fertilización realizada en etapas previas para asegurar plantas bien nutridas y sanas en esta última fase).
3. Barreras rompevientos.

En la práctica de fertilización adecuada, se recomienda el control (reducción) del uso de nitrógeno. Esta acción permite regular el crecimiento de las plantas, evitando la elongación y reduciendo la susceptibilidad al acame.

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

Las lluvias intermitentes y fuera de estación pueden provocar baja calidad y desarrollo del grano (principalmente manchado de grano y granos yesosos). También puede ocasionar un atraso en el desarrollo de prácticas requeridas para el manejo adecuado del cultivo, especialmente para la cosecha.

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

1. Drenajes.
2. Variedades mejoradas.
3. Uso de datos climáticos.

#### - **Impacto por lluvias prolongadas**

Las lluvias prolongadas ocasionan el acame del cultivo, el vaneamiento de la panícula y baja calidad y desarrollo del grano que se ve reflejado en la disminución de rendimiento. También atrasa el periodo de cosecha de arroz, lo que conlleva a una reducción de la calidad del grano y un riesgo para el productor (ya que la industria puede castigar considerablemente los precios de compra por exceso de humedad o manchado de grano). Adicionalmente puede propiciar la germinación de granos en planta (por el exceso de humedad).

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

1. Época de siembra.
2. Nivelación (práctica preventiva realizada desde la preparación del terreno).
3. Drenajes.
4. Variedades mejoradas.
5. Uso de datos climáticos.

#### - **Impacto por sequías prolongadas**

La sequía prolongada para esta fase ocasiona baja calidad y desarrollo del grano, también se disminuye el rendimiento. Si el grano tiene una menor humedad que el rango recomendado, aumenta la probabilidad de tener pérdidas industriales ya que se puede generar mayor proporción de grano partido.

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

1. Riego.
2. Variedades mejoradas.

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

La luminosidad (baja intensidad de luz) provoca vaneamiento de la panícula, baja calidad y desarrollo del grano y se disminuye el rendimiento. Esto se debe a que la baja luminosidad incrementa la esterilidad de espiguillas y reduce de manera significativa la tasa de llenado de la panícula.

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

1. Variedades mejoradas.
2. Fertilización adecuada (la fertilización realizada en etapas previas para asegurar plantas bien nutridas y sanas en esta última fase).
3. Uso de datos climáticos.

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

Las tormentas tropicales, huracanes y tornados provocan pérdida de plantas y áreas efectivas de producción, así como el acame del cultivo.

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

1. Selección de áreas sin riego para el cultivo.
2. Drenajes.

- **Impacto por inundaciones:**

Las inundaciones pueden provocar la pérdida de plantas y áreas productivas.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por inundaciones:

1. Drenajes.
2. Uso de datos climáticos.
3. Formación de diques.

- **Impacto por otros (heladas nocturnas)**

Las bajas temperaturas pueden provocar una madurez irregular, llenado deficiente de granos y también puede atrasar el desarrollo de prácticas en el cultivo, especialmente la cosecha.

Práctica recomendada para reducir/prevenir el impacto por heladas nocturnas:

1. Fertilización adecuada (la fertilización realizada en etapas previas para asegurar plantas bien nutridas y sanas en esta última fase).

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

A continuación, se presenta la información obtenida a través de las consultas realizadas a los expertos de la región Huetar Norte sobre barreras existentes para la implementación de buenas prácticas para reducir el impacto de eventos climáticos en los sistemas productivos de arroz. En el cuadro 12 se resumen las barreras de tipo económica, institucional o sociocultural, identificadas para cada una de las prácticas. Cabe resaltar que existen vacíos de información, ya que, al momento de realizarse las consultas, los expertos desconocían el tipo de barreras que podrían estar asociadas a la implementación de las prácticas.

**Cuadro 12.** Barreras identificadas por expertos de la región Pacífico Central para la implementación de prácticas de adaptación

Práctica	Barrera	Motivo
Aplicación de enraizadores	Sociocultural	Reducida disponibilidad del producto en la región.
Aplicación de fungicidas preventivos y curativos	Económica	Alto costo del producto. Además no se cuenta con la maquinaria propia para realizar las aplicaciones y el alquiler es costoso.
Aplicación de insecticidas	Económica	Alto costo del producto. Además no se cuenta con la maquinaria propia para realizar las aplicaciones y el alquiler es costoso.
	Sociocultural	Los productores no realizan monitoreo de poblaciones de insectos, por lo que no tienen seguridad del momento preciso de aplicación.
Aplicación de microorganismos de montaña	Institucional	Falta de asesoría técnica sobre la preparación, beneficios y aplicación de este producto.
	Sociocultural	Falta de conocimiento sobre la elaboración del producto, además no está convencido de los beneficios del producto.
Aplicación foliar	Económica	Alto costo del producto. Además, no se cuenta con la maquinaria propia para realizar las aplicaciones y el alquiler es costoso. El productor tiene poco acceso a crédito.
	Sociocultural	Algunos productores desconocen la posibilidad de fertilizar a través del área foliar, manteniendo la idea de que solo se puede hacer nutrición por medio de las raíces. Además no quieren invertir en ese tipo de fertilización, prefieren ahorrar costos.
Barreras rompevientos	Económica	Alto costo que conlleva realizar la práctica.
	Sociocultural	No es una práctica que se acostumbre realizar para el cultivo, además de la desconfianza existente sobre los efectos positivos de la misma. También alegan que al ser terrenos alquilados, no vale la pena invertir en esta práctica.
Compactar suelo después de siembra	Económica	Es un costo adicional por pasar el bolo compactador.
	Sociocultural	Los productores desconocen y desconfían de los beneficios de la práctica.

<b>Control biológico</b>	Sociocultural	Los productores desconfían o no conocen de los potenciales beneficios de aplicar este tipo de control. Están acostumbrados a la aplicación de productos químicos.
<b>Drenajes</b>	Económica	Es un alto costo de inversión para la compra/alquiler de equipos requeridos, sumado a la falta de financiamiento para los productores.
	Institucional	Falta de información técnica y capacitaciones que guíen al productor.
	Sociocultural	Desconocimiento sobre forma adecuada de drenar el agua en los terrenos. También alegan que al ser terrenos alquilados, no vale la pena invertir en esta práctica.
<b>Época de siembra</b>	Sociocultural	Los productores muestran costumbre de sembrar en una fecha específica (en ocasiones por tradición) sin considerar patrones de clima. Desconocen sobre usos y acceso a información climática para la planificación de actividades. También alegan que al ser terrenos alquilados, no vale la pena invertir en adquirir datos de clima.
<b>Fertilización adecuada</b>	Económica	Costo del producto y poco acceso a crédito.
	Sociocultural	Productores prefieren ahorrar dinero y no realizar las aplicaciones.
<b>Formación de diques</b>	Económica	Alto costo de elaboración de los diques.
<b>Labranza mínima</b>	Sociocultural	Desconocimiento sobre beneficios del sistema de labranza mínima.
<b>Manejo adecuado de rastrojos</b>	Sociocultural	El productor no está convencido del beneficio de la práctica.
<b>Nivelación</b>	Económica	Alto costo y falta financiamiento para la compra del equipo o alquiler.
	Sociocultural	No se invierte en realizar esta práctica porque los terrenos son alquilados.
<b>Pólvora</b>	ND	ND
<b>Resiembra</b>	Económica	Costo de la nueva semilla.
	Sociocultural	Productor no acostumbra realizar la práctica.
<b>Riego</b>	Económica	Alto costo para la compra de equipo y para la implementación. Además, existe poca disponibilidad de recurso hídrico por lo que se debe pensar en alternativas como pozos perforados que tienen un elevado costo. Sumado a la falta financiamiento para los productores.
	Sociocultural	Los productores mencionan que la práctica no es algo que ellos puedan realizar.
<b>Selección de áreas sin riesgo para el cultivo</b>	Sociocultural	Los productores no tienen la facilidad de buscar nuevas áreas para sembrar, ya sea por la disponibilidad o el costo de adquirir nuevas tierras.
<b>Siembra de arroz</b>	Sociocultural	Productores desconocen o no confían en los

pergerminado		beneficios de este método de siembra.
Taipas	Institucional	Poco apoyo para la implementación y capacitación de la tecnología.
Tapar semilla con suelo	Económica	Alto costo para compra o alquiler de maquinaria. Falta financiamiento para los productores.
	Sociocultural	Productores prefieren hacer siembra al boleo y no invertir tanto en la siembra; además de desconocer o desconfiar del beneficio de la práctica.
Tratamiento de semilla	NA	NA
Uso de datos climáticos	Institucional	No existe este servicio de acceso a la información por parte de instituciones del sector.
	Sociocultural	El productor no tiene acceso o no sabe interpretar la información, por ende no es posible el aprovechamiento de la información climática.
Utilizar bajas densidades de siembra	Sociocultural	Existe una costumbre muy arraigada a sembrar a altas densidades.
Variedades mejoradas	Económica	Alto costo de inversión que se debe realizar en investigación para el desarrollo de nuevas variedades.
	Institucional	No existen variedades en el país mejoradas para muchos de los eventos climáticos que afectan las regiones.
	Sociocultural	Afinidad del productor por solo un tipo de variedad. En ocasiones también el productor desconoce sobre los beneficios o propiedades de otras variedades. Además algunos aducen que las variedades no se adaptan y que no hay mejoramiento.

## 2.5 REGIÓN PRODUCTIVA DE CHOROTEGA

### **FASE DE GERMINACIÓN Y EMERGENCIA:**

#### **- Impacto por lluvias fuertes**

Las lluvias fuertes afectan la germinación al ocasionar la exposición y arrastre de semillas. También provoca anoxia y pérdida de plántulas por acumulación de agua.

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

1. Drenajes.
2. Nivelación.
3. Época de siembra.
4. Taipas.
5. Selección de áreas sin riesgo para el cultivo.

#### **- Impacto por altas temperaturas**

Las altas temperaturas pueden provocar estrés hídrico por déficit de agua, baja germinación de la semilla por desecación del suelo y pérdida de plántulas posterior a la emergencia. Además, puede favorecer las condiciones para el desarrollo de reproductivo de plagas y

enfermedades que afectan el cultivo.

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

1. Época de siembra.
2. Riego.
3. Aplicación de insecticidas.

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

La pérdida de suelo por erosión provoca la reducción de la capa fértil (lo que limita la disponibilidad de nutrientes para el aprovechamiento de la planta); reduce la germinación de semillas (estas se pierden por arrastre) y ocasiona la pérdida de plantas cuando emergen.

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

1. Labranza mínima.

- **Impacto por lluvias prolongadas**

Las lluvias prolongadas pueden provocar anoxia, pérdida de semillas y pérdida de plantas en la emergencia por el exceso de agua en el suelo.

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

1. Drenajes.
2. Época de siembra.
3. Nivelación.

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

Las lluvias intermitentes pueden afectar al cultivo provocando una disminución en el proceso de germinación por déficit hídrico en los primeros días después de germinado.

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

1. Reservorios.

- **Impacto por fuertes vientos:**

Los fuertes vientos pueden provocar desecación en el suelo y bajar el porcentaje de germinación; además de un atraso fisiológico en el desarrollo de la planta (por lesiones que pueda provocar y por la pérdida de humedad en el área foliar).

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

1. Barreras rompevientos.

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

La baja intensidad lumínica puede provocar un atraso fisiológico en el desarrollo de la planta, ya que disminuye la producción de fotoasimilados necesarios para los procesos de crecimiento y desarrollo.

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

1. Fertilización adecuada.

- **Impacto por sequías prolongadas:**

Las sequías prolongadas afectan la disponibilidad de agua para las plantas, lo que provoca un

estrés hídrico, baja germinación y atraso fisiológico en el desarrollo de la planta; además de un aumento de plagas en el cultivo.

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

1. Riego
2. Reservorios.
3. Tapar semilla con suelo.
4. Taipas.
5. Época de siembra.
6. Compactar suelo después de siembra.
7. Tratamiento de semilla.

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

Las tormentas pueden provocar inundaciones, anoxia y la pérdida de semillas por lavado o por la acumulación de sedimento.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por tormentas tropicales, huracanes y tornados.

1. Drenajes.
2. Época de siembra.

**FASE DE MACOLLAMIENTO:**

- **Impacto por altas temperaturas**

Las altas temperaturas pueden provocar un atraso fisiológico en el desarrollo de la planta y la disminución del macollamiento debido al cierre de los estomas para evitar la deshidratación.

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

1. Riego.
2. Taipas.

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

La pérdida de suelo por erosión provoca pérdida de plantas y la disminución en el desarrollo de macollas.

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

1. Labranza mínima.

- **Impacto por fuertes vientos:**

Los fuertes vientos pueden provocar daños físicos en la planta (romper tallos y hojas) y atraso fisiológico en el desarrollo de la planta, ya que no puede realizar adecuadamente el proceso de fotosíntesis.

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

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

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

Las tormentas pueden provocar inundaciones, anoxia y la pérdida de plantas por lavado o por la acumulación de sedimento.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por tormentas tropicales, huracanes y tornados.

1. Drenajes.
2. Época de siembra.
3. Taipas.

- **Impacto por lluvias fuertes**

El exceso de agua por fuertes lluvias afecta al cultivo por anoxia en las plantas, aumenta enfermedades, provoca inundaciones y disminuye el proceso de macollamiento.

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

1. Drenajes.
2. Época de siembra.
3. Labranza mínima.
4. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos.

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

La caída de lluvias intermitentes y fuera de estación pueden provocar el aumento de enfermedades y plagas que disminuyen el rendimiento del cultivo.

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

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

- **Impacto por lluvias prolongadas**

El exceso de agua por lluvias prolongadas puede provocar anoxia en las plantas, un aumento de enfermedades y pérdida de plantas. Si los periodos de lluvia son largos, se dan inundaciones y disminución en el proceso de macollamiento.

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

1. Drenajes.
2. Época de siembra.
3. Nivelación.

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

La baja intensidad lumínica puede provocar un atraso fisiológico en el desarrollo de la planta, ya que disminuye la fabricación de fotoasimilados necesarios para los procesos de desarrollo. Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por luminosidad (baja intensidad de luz).

1. Fertilización adecuada.

## **FASE DE DIFERENCIACIÓN DE PRIMORDIO:**

### **- Impacto por altas temperaturas**

Las altas temperaturas pueden provocar un atraso fisiológico en el desarrollo de la planta; ocasionando la disminución de panículas por planta cuando se están desarrollando y el vaneamiento de la panícula.

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

1. Riego.
2. Taipas.

### **- Impacto por fuertes vientos:**

Los fuertes vientos pueden provocar daños físicos en la planta (romper tallos y hojas), disminución de panículas y atraso fisiológico en el desarrollo de la planta (ya que la planta no se encuentra en condiciones de realizar adecuadamente el proceso de fotosíntesis).

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

1. Barreras rompevientos.
2. Fertilización adecuada.

### **- Impacto por lluvias fuertes**

En esta fase del cultivo las lluvias fuertes ocasionan estrés hídrico por exceso de humedad que puede provocar una disminución en la calidad y desarrollo del grano, vaneamiento de la panícula, aumento de enfermedades y plagas.

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

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

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

La caída de lluvias intermitentes y fuera de estación puede provocar el aumento de enfermedades y plagas que disminuyen el rendimiento del cultivo.

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

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

### **- Impacto por lluvias prolongadas**

Las lluvias prolongadas pueden provocar anoxia y estrés hídrico por exceso de agua; así como vaneamiento de la panícula, baja calidad y desarrollo del grano; y pérdida de plantas por aumento de enfermedades y plagas.

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

1. Drenajes.
2. Aplicación de bactericidas.
3. Nivelación.
4. Aplicación de insecticidas.
5. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos.

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

La baja intensidad lumínica puede provocar un atraso fisiológico en el desarrollo de la planta, ya que disminuye la producción de fotoasimilados necesarios para los procesos de desarrollo. Al limitarse el proceso de fotosíntesis, se genera una mala formación de la panícula, aumento de enfermedades y vaneamiento de la panícula.

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

1. Época de siembra.
2. Aplicación de bactericidas.
3. Fertilización adecuada.
4. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos.

- **Impacto por sequías prolongadas**

Las sequías prolongadas provocan estrés hídrico por la baja disponibilidad de agua para las plantas, lo que provoca atraso fisiológico en el desarrollo de la planta, disminución y vaneamiento de panículas. También promueve el desarrollo de enfermedades y aumento de plagas; además de reducir la calidad y desarrollo del grano.

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

1. Riego.
2. Aplicación de foliar.
3. Taipas.
4. Aplicación de insecticidas.
5. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos.
6. Reservorio.

**FASE DE FLORACIÓN:**

- **Impacto por altas temperaturas**

Las altas temperaturas pueden provocar vaneamiento de la panícula.

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

1. Taipas.

- **Impacto por fuertes vientos**

Los fuertes vientos en esta fase pueden provocar daños físicos, caída de flor, pérdida de polen y acame en la planta; también disminuye el rendimiento y aumenta el vaneamiento de la panícula.

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

1. Barreras rompevientos.
2. Fertilización adecuada.
3. Época de siembra.
4. Variedades mejoradas.

- **Impacto por lluvias fuertes**

Las lluvias fuertes ocasionan pérdidas de polen, caída de flores que afectan el rendimiento y

el vaneamiento de la panícula. Además, por el exceso de humedad se puede propiciar un ambiente adecuado para el desarrollo reproductivo de plagas y enfermedades.

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

1. Aplicación de insecticidas.
2. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos.
3. Fertilización adecuada.
4. Época de siembra.
5. Variedades mejoradas.
6. Drenajes.

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

La caída de lluvias intermitentes y fuera de estación puede provocar el aumento de plagas que disminuyen el rendimiento del cultivo.

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

1. Aplicación de insecticidas.

- **Impacto por lluvias prolongadas**

Las lluvias prolongadas pueden provocar anoxia y estrés hídrico por exceso de agua. Estas condiciones favorecen el ataque de enfermedades y plagas; también aumenta la caída de flores, el vaneamiento de la panícula y baja la calidad y el desarrollo del grano.

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

1. Aplicación de insecticidas.
2. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos.
3. Fertilización adecuada.
4. Época de siembra.
5. Variedades mejoradas.
6. Drenajes.

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

La baja intensidad lumínica disminuye la producción de fotoasimilados necesarios para los procesos de desarrollo. Al no limitar el proceso de fotosíntesis, se genera una deficiente formación de la panícula, la disminución de panículas y el vaneamiento de la panícula, con consecuencias importantes en la calidad y desarrollo del grano. También puede ocasionar el aumento de enfermedades.

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

1. Época de siembra.
2. Variedades mejoradas.
3. Fertilización adecuada.
4. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos.

- **Impacto por sequías prolongadas**

Las sequías prolongadas provocan estrés hídrico por la baja disponibilidad de agua para las plantas, lo que induce al vaneamiento de panículas y a una reducción de la calidad y el

desarrollo adecuado del grano.

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

1. Riego.
2. Taipas.
3. Fertilización adecuada.

#### **FASE DE MADURACIÓN:**

##### **- Impacto por fuertes vientos:**

Los fuertes vientos en esta fase pueden provocar el acame en la planta (debido al peso de los granos); ocasiona daños físicos y aumenta el vaneamiento de la panícula.

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

1. Barreras rompevientos.
2. Fertilización adecuada.
3. Variedades mejoradas.

##### **- Impacto por lluvias fuertes**

Las lluvias fuertes acompañadas con ráfagas de viento ocasionan el acame de la planta y la caída de granos que no están formados. También aumenta el desarrollo de enfermedades, disminuye la calidad del grano y provoca germinación de granos en la planta.

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

1. Aplicación foliar.
2. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos.
3. Fertilización adecuada.
4. Época de siembra.
5. Variedades mejoradas.
6. Drenajes.
7. Selección de áreas sin riesgo para el cultivo.
8. Nivelación.

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

La caída de lluvias intermitentes y fuera de estación puede provocar el aumento de enfermedades que disminuyen el rendimiento del cultivo.

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

1. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos.

##### **- Impacto por lluvias prolongadas**

Las lluvias prolongadas pueden ocasionar estrés hídrico por el exceso de agua, anoxia en las plantas y el aumento de enfermedades y plagas; también aumenta el acame de la planta y la germinación de granos que todavía se encuentran en la panícula de la planta. Además, al aumentar la humedad del suelo provoca que se atrasen las prácticas del cultivo, principalmente el paso de la cosechadora.

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

1. Aplicación de insecticidas.
2. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos.
3. Nivelación.
4. Época de siembra.
5. Variedades mejoradas.
6. Drenajes.

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

La baja luminosidad disminuye la tasa fotosintética y en esta fase atrasa el desarrollo de la planta, provocando que el grano no se llene y baje la calidad.

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

1. Época de siembra.

- **Impacto por sequías prolongadas**

Las sequías prolongadas provocan estrés hídrico por la baja disponibilidad de agua para las plantas, lo que provoca vaneamiento de panículas, baja calidad y desarrollo del grano.

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

1. Riego.
2. Taipas.

**BARRERAS IDENTIFICADAS POR EXPERTOS DE LA REGIÓN CHOROTEGA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE ADAPTACIÓN**

A continuación, se presenta la información obtenida a través de las consultas realizadas a los expertos de la región Chorotega sobre barreras existentes para la implementación de buenas prácticas para reducir el impacto de eventos climáticos en los sistemas productivos de arroz. En el cuadro 13 se resumen las barreras de tipo económica, institucional o sociocultural, identificadas para cada una de las prácticas.

**Cuadro 13.** Barreras identificadas por expertos de la región Chorotega para la implementación de prácticas de adaptación

Práctica	Barrera	Motivo
Aplicación de fungicidas preventivos y curativos	Cultural	Los productores no tienen claro el beneficio de la práctica.
	Económica	Alto costo para la implementación de esta práctica (los márgenes de ganancia del productor no son los suficientes para realizar este tipo de aplicaciones, especialmente las aplicaciones preventivas).
Aplicación de insecticidas	Cultural	Los productores prefieren no realizar la práctica y arriesgarse a los impactos por aumento de plagas.
	Económica	Alto costo para la implementación de esta práctica (los márgenes de ganancia del productor no son los suficientes para realizar este tipo de aplicaciones, especialmente las aplicaciones preventivas).
Aplicación foliar	Cultural	Los productores no tienen claro el beneficio de la práctica o prefieren ahorrarse dinero.

<b>Barreras rompevientos</b>	Cultural	Los productores no tienen claro el beneficio de la práctica. Además, tienen la percepción de que los árboles pueden atraer pájaros que se comen la cosecha.
	Institucional	No hay apoyo institucional para la adquisición de árboles y para la capacitación sobre los sistemas de barreras que pueden adaptarse al cultivo.
<b>Compactar suelo después de siembra</b>	Económica	Costo adicional para el productor que no siempre está dispuesto a asumir.
<b>Drenajes</b>	Cultural	Muchos de los productores de arroz, producen en tierras alquiladas donde la inversión de este tipo de infraestructura tiene que realizarla el dueño de la tierra.
	Económica	La realización de canales de drenaje tiene un costo alto, el cultivo del arroz, de acuerdo con los productores, no genera los ingresos requeridos para realizar la inversión. Además, que lo eventos de inundación son poco recuentes.
<b>Época de siembra</b>	Económica	La disponibilidad de dinero en determinadas épocas, limita la compra de semilla para sembrar en la época sugerida por expertos.
	Cultural	Los productores siembran en épocas específicas por tradición, sin considerar muchas veces las condiciones climáticas de la región.
<b>Fertilización adecuada</b>	Cultural	Los productores definen la cantidad/ tipo de fertilizaciones que aplican por gustos personales.
<b>Labranza mínima</b>	Cultural	Se limita su uso en la zona de riego, donde el productor puede controlar la humedad del suelo. En el arroz de secano se puede realizar cuando las condiciones de poca lluvia durante la siembra permiten su utilización.
	Económica	Falta de financiación al productor para la compra de implementos agrícolas de alto costo.
<b>Nivelación</b>	Económica	Alto costo para la implementación de esta práctica (los márgenes de ganancia del productor no son los suficientes para realizar esta práctica).
<b>Reservorios</b>	Económica	Depende de las condiciones de la finca, se debe realizar movimiento de tierra, lo que puede implicar un alto costo por alquiler de maquinaria y personal técnico.
	Cultural	Los productores no tienen claro el beneficio de la práctica o prefieren ahorrarse dinero.
<b>Riego</b>	Económica	Se requiere una alta inversión para instalar un sistema de riego (perforación de pozos, instalación de tuberías, entre otros).
	Cultural	No están familiarizados con el uso de sistemas de riego.

<b>Taipas</b>	Cultural	Algunos productores no tienen claro el beneficio de estas estructuras y por el contrario piensan que esta práctica obstaculiza las labores agrícolas.
	Económica	Significa un costo adicional que el productor no siempre está dispuesto a incurrir.
<b>Tapar semilla con suelo</b>	Económica	Significa un costo adicional que el productor no siempre está dispuesto a incurrir.
<b>Variedades mejoradas</b>	Cultural	Algunos productores prefieren no cambiar de variedades porque las variedades que han sembrado les han dado buenos resultados en términos de adaptación y calidad molinera.
<b>Variedades mejoradas</b>	Institucional	ND
<b>Aplicación de herbicidas</b>	Institucional	ND
<b>Control biológico</b>	Institucional	ND
<b>Selección de áreas sin riesgo para el cultivo</b>	Cultural	ND

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

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

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

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

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

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

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

**Cuadro 14.** Valoración de las prácticas agrícolas identificadas basada en criterio experto, considerando los indicadores seleccionados

<i>PRÁCTICAS</i>	Recurso hídrico	Manejo y conservación de suelos
Aplicación de bactericidas	*	*
Aplicación de enraizadores	*	*
Aplicación de fungicidas preventivos y curativos	*	*
Aplicación de herbicidas <sup>10</sup>	*	*
Aplicación de insecticidas	*	*
Aplicación foliar	*	*
Barreras rompevientos <sup>11</sup>	***	***
Bioles <sup>10</sup>	***	***
Cobertura vegetal <sup>7,12</sup>	*	***
Control biológico <sup>9</sup>	***	***
Cosecha oportuna	NA	NA
Drenajes	**	***
Época de siembra	NA	NA
Fertilización adecuada	**	**
Formación de diques	*	***
Incorporación de materia orgánica <sup>13</sup>	***	***
Labranza mínima <sup>14</sup>	***	***
Nivelación	*	**
Pólvora	NA	NA
Reservorios	***	**
Resiembra	NA	NA
Riego	***	***
Selección de áreas sin riesgo para el cultivo	*	***
Siembras a contorno	*	***
Siembra de arroz pregerminado	NA	NA
Taipas	***	***
Tapar semilla con suelo	NA	*
Tratamiento de semilla	*	*
Uso de datos climáticos	***	***
Uso de fertilizantes de lenta liberación	*	*
Utilizar bajas densidades de siembra	*	*
Variedades mejoradas	**	**
<b>Escala utilizada:</b> * 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 programa Bandera Azul Ecológica Categoría agropecuaria (PBAE, 2016).

<sup>10</sup> (Salazar L. & Hincapié, 2007).

<sup>11</sup> (Zaccagnini et al., 2014).

<sup>12</sup> (Gliessman, 2002)

<sup>13</sup> (Blanco, 2003)

<sup>14</sup>(Rojas, 2001)

### 3.2 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”<sup>15</sup>

Las categorías de inversión se definen a continuación:

- Inversiones tipo 1.

Son de interés del agricultor individualmente; benefician directa y claramente la productividad de las actividades productivas de la finca; y su retorno económico es de corto plazo.

- Inversiones tipo 2.

Son de interés del agricultor individualmente; no benefician directa o claramente la productividad de las actividades productivas; y su retorno económico es de mediano o largo plazo.

- Inversiones tipo 3.

Son de interés de un grupo de agricultores; benefician directa y claramente la productividad de las actividades o los ingresos de las fincas; y el retorno económico es de corto o mediano plazo.

- Inversiones tipo 4.

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

<sup>15</sup> Consultado en: [http://www.mag.go.cr/acerca\\_del\\_mag/programas/dsorea-incentivos-ambientales.html](http://www.mag.go.cr/acerca_del_mag/programas/dsorea-incentivos-ambientales.html)

reconocimiento de beneficios ambientales para la producción agropecuaria sostenible.

Cabe destacar que las prácticas de: *cosecha oportuna, época de siembra, resiembra, pólvera, aplicación de enraizadores, siembra de arroz pregerminado, tapar semilla con suelo, tratamiento de semilla, uso de datos climáticos, uso de fertilizantes de lenta liberación, utilizar bajas densidades de siembra 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 15.** Clasificación de prácticas por el tipo de inversión de acuerdo con los parámetros establecidos por el programa de reconocimiento de beneficios ambientales para la producción agropecuaria sostenible del MAG

PRÁCTICAS	Inversiones tipo 1	Inversiones tipo 2	Inversiones tipo 3	Inversiones tipo 4
Aplicación de bactericidas <sup>a</sup>		x		
Aplicación de fungicidas preventivos y curativos <sup>a</sup>		x		
Aplicación de herbicidas <sup>a</sup>		x		
Aplicación de insecticidas <sup>a</sup>		x		
Aplicación foliar <sup>b</sup>		x		
Barreras rompevientos			x	
Bioles <sup>c</sup>				x
Cobertura vegetal		x		
Control biológico <sup>c</sup>				x
Drenajes				x
Fertilización adecuada <sup>b</sup>				
Formación de diques				x
Incorporación de materia orgánica <sup>d</sup>		x		
Labranza mínima <sup>e</sup>				x
Nivelación				x
Reservorios				x
Riego	x			
Siembras a contorno	x			
Taipas		x		
Tapar semilla con suelo				
Tratamiento de semilla				
Uso de datos climáticos				
Uso de fertilizantes de lenta liberación				
Utilizar bajas densidades de siembra				
Variedades mejoradas	x			
<p><b>a.</b> 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>b.</b> Se considera una inversión si la aplicación de realiza como una “enmienda” (orgánica o</p>				

- química) para corregir problemas de productividad o contaminación de las fincas.
- 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 controladores y microorganismos, se consideraría una inversión si el productor o productora desarrolla infraestructura y adquiere equipo de uso individual para la fabricación de biocontroladores 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.
  - d. Se considera como inversión si el productor instala una abonera orgánica para producir el abono que aplica en su finca.
  - e. Se considera una inversión si se adquieren equipos e implementos para uso grupal en labranza conservacionista

#### 4. Cuantificación de costos de las prácticas identificadas

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

**Cuadro 16.** Costo colones/ hectárea de la implementación de las prácticas normales dentro del cultivo que se identificaron para la reducción de impacto de eventos climáticos en arroz.

Práctica	Costo/ha	Unidad	Descripción	Documentabilidad
Aplicación de fungicidas protectores y curativos (opción 1)	15.000,00	Colones/ aplicación	Costo por hectárea del producto fungicida (i.a Epoxiconazol+carbendazina), sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Aplicación de fungicidas protectores y curativos (opción 2)	39.800,00	Colones/ aplicación	Costo por hectárea del producto fungicida (i.a Tebuconazole), sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Aplicación de fungicidas protectores y curativos (opción 3)	13.800,00	Colones/ aplicación	Costo por hectárea del producto fungicida (i.a Azoxystrobin), sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Aplicación de fungicidas protectores y curativos (opción 4)	9.508,00	Colones/ aplicación	Costo por hectárea del producto fungicida (i.a Carbendazina), sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Aplicación de fungicidas protectores y curativos (opción 5)	5.649,00	Colones/ aplicación	Costo por hectárea del producto fungicida (i.a Propineb), sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Aplicación de bactericidas	24.900,00	Colones/ aplicación	Costo por hectárea del producto bactericida (i.a Kasugamicina), sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Aplicación de insecticidas	3.560,00	Colones/ aplicación	Costo por hectárea del producto insecticida (i.a Abamectina), sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Aplicación de insecticidas	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	9.755,00	Colones/ aplicación	Costo por hectárea del producto insecticida (i.a Acephato), sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Aplicación de insecticidas	20.080,00	Colones/ aplicación	Costo por hectárea del producto insecticida (i.a Imidacloprid + Deltametrina), sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Aplicación de insecticidas	2.660,00	Colones/ aplicación	Costo por hectárea del producto insecticida (i.a Clorpirifos), sin agregar el	Registros y facturas

			costo de mano de obra y equipo de aplicación.	
Aplicación de insecticidas	8.897,38	Colones/ aplicación	Costo por hectárea del producto insecticida (i.a Teflubenzuron), sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Aplicación foliar (Opción1)	6.210,00	Colones/ aplicación	Costo por hectárea del producto (aminoácidos y ácidos fulvicos), sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Aplicación foliar (Opción2)	5.408,00	Colones/ aplicación	Costo por hectárea del producto (Multiminerales), sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Aplicación foliar (Opción3)	4.418,00	Colones/ aplicación	Costo por hectárea del producto 20-20-20 (Nitrógeno-Fósforo-Potasio), sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Aplicación foliar (Opción 4)	3.575,00	Colones/ aplicación	Costo por hectárea del producto K-Fol (Fósforo-Potasio-Magnesio-Azufre-Boro), sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Aplicación de herbicidas (Opción 1)	14.300,00	Colones/ aplicación	Costo por hectárea del producto herbicida (i.a Pendimetalina), sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Aplicación de herbicidas (Opción 2)	31.260,00	Colones/ aplicación	Costo por hectárea del producto herbicida (i.a Propanil), sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Pólvora	150.000,0 0	Colones/ labor	Costo de la compra de diez unidades de pólvora por hectárea para ahuyentar los pájaros del cultivo.	Registros y facturas
Drenajes	15.000,00	Colones/ labor	Costo de mano de obra para realizar drenajes en aproximadamente 300 metros lineales para eliminar pozos o saturación de agua en ciertas zonas dentro del cultivo.	Registros y facturas
Época de siembra	No se identificaron costos asociados a la práctica			Registros y facturas
Fertilización adecuada (Opción 1)	131.555,0 0	Colones/ aplicación	Costo de aplicación de 3 fertilizaciones en el cultivo de arroz; la primera fertilización se realiza en la siembra con 10-30-10 (alta en fósforo), la segunda con Urea (alta en nitrógeno) y la última con 26-0-26 (alta en potasio). El fertilizante 26-0-26 puede ser reemplazada por un 30-0-15 dependiendo del productor.	Registros y facturas
Fertilización adecuada (Opción 2)	173.015,0 0	Colones/ aplicación	Costo de aplicación de 4 fertilizaciones en el cultivo de arroz; la primera fertilización se realiza en la siembra con 10-30-10 (alta en fósforo), la segunda con Urea (alta en nitrógeno), la tercera y cuarta se utiliza 26-0-26 (alta en potasio). El fertilizante 26-0-	Registros y facturas

			26 puede ser reemplazada por un 30-0-15 dependiendo del productor.	
Fertilización adecuada (Opción 3)	126.816,00	Colones/ aplicación	Costo de aplicación de 3 fertilizaciones en el cultivo de arroz; la primera fertilización se realiza en la siembra con 12-24-12 (alta en fósforo), la segunda con Urea (alta en nitrógeno) y la última con 26-0-26 (alta en potasio). El fertilizante 26-0-26 puede ser reemplazada por un 30-0-15 dependiendo del productor.	Registros y facturas
Fertilización adecuada (Opción 4)	155.091,00	Colones/ aplicación	Costo de aplicación de 4 fertilizaciones en el cultivo de arroz; la primera fertilización se realiza en la siembra con 12-24-12 (alta en fósforo), la segunda con Urea azufrada (alta en nitrógeno), la tercera y cuarta se utiliza 26-0-26 (alta en potasio). El fertilizante 26-0-26 puede ser reemplazada por un 30-0-15 dependiendo del productor.	Registros y facturas
Nivelación	502.920,00	Colones/ labor	Costo para mover 300 m <sup>3</sup> de tierra en promedio en una hectárea de terreno; incluyendo el costo del levantamiento topográfico y el paso de la rufa.	Registros
Selección de áreas sin riesgo para el cultivo	No se identificaron costos asociados a la práctica			Registros
Tapar semilla con suelo	66.000,00	Colones/ labor	Costo por hectárea del alquiler de una rastra afinadora que cubra la semilla con suelo.	Registros
Tratamiento de semilla	10.143,50	Colones/ aplicación	Costo del tratamiento para curar la semilla con cobre, zinc y Deltia.	Registros y facturas
Utilizar bajas densidades de siembra	ND	ND	No existen costos asociados	Registros
Variedades mejoradas	87.500,00	Colones/ labor	Costo de semillas para una hectárea. El precio de semillas mejoradas no varía entre ellas.	Registros

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

Práctica	Costo/ha	Unidad	Descripción	Documentabilidad
Aplicación de enraizadores	4.815,00	Colones/ aplicación	Costo por hectárea del producto (enraizador), sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Aplicación de bioles (Opción 1)	320,00	Colones/ aplicación	Costo por hectárea de la aplicación de bioles (Microorganismos de Montaña) elaborados por los mismos productores, sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Aplicación de bioles (Opción 2)	400,00	Colones/ aplicación	Costo por hectárea de la aplicación de bioles (Lactofermentos) elaborados por	Registros y facturas

			los mismos productores, sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	
Aplicación de bioles (Opción 3)	180,00	Colones/ aplicación	Costo por hectárea de la aplicación de bioles (Bacterias fototrópicas) elaborados por los mismos productores, sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Barreras rompevientos	121.500,00	Colones/labor	Costo de mano de obra y mantenimiento de árboles de teca localizados 2 metros entre plantas y en una barrera rompevientos de 100 metros lineales.	Registros y facturas
Cobertura vegetal	No se identificaron costos asociados a la práctica			Registros y facturas
Compactar suelo después de la siembra	20.000,00	Colones/ labor	Costo por hectárea del alquiler de un rodillo compactador (a una sola compactada), se utiliza para ejercer presión sobre el suelo de manera que la semilla quede tapada bajo el suelo.	Registros y facturas
Control biológico (Opción 1)	25.371,00	Colones/ aplicación	Costo por hectárea del producto ( <i>Bacillus subtilis</i> ) como control biológico, sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Control biológico (Opción 2)	23.000,00	Colones/ aplicación	Costo por hectárea del producto ( <i>Trichoderma</i> ) como control biológico, sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Formación de diques	360.000,00	Colones/ labor	Costo para realizar un dique de 50 metros lineales, de 2 metros de altura y a la par un canal de 3 metros de profundidad para evitar el paso de la marea hacia al cultivo.	Registros
Incorporación de fertilizante	148.965,00	Colones/ aplicación	Costo por hectárea del alquiler de la sembradora de labranza mínima con el implemento para incorporar el fertilizante; así como el costo del fertilizante granulado 10-30-10. El costo de la semilla no está agregado y se pueden utilizar otros tipos de fertilizantes como 18-46-0 o 12-24-12.	Registros
Labranza mínima (Opción 1)	166.000,00	Colones/ labor	Costo por hectárea del alquiler de una rastra afinadora (dos afinadas) y el alquiler de la sembradora de labranza mínima para evitar el exceso de remoción del suelo y materia orgánica.	Registros
Labranza mínima (Opción 2)	24.763.500,00	Colones/ labor	Costo por hectárea del alquiler de una rastra afinadora (dos afinadas) y la compra de la sembradora de labranza mínima para evitar el exceso de remoción del suelo y materia orgánica.	Registros
Reservorios	54.000,00	Colones/ labor	Costo para realizar un reservorio de almacenaje de agua utilizando un	Registros

			backhoe, con una dimensión de 3 metros de ancho, 6 metros de largo y 2 metros de profundidad.	
Resiembra (Opción 1)	58.715,00	Colones/ labor	Costo de 1,5 quintales de semilla por hectárea para realizar la resiembra (reposición de semillas que no germinaron) y la mano de obra utilizada para la siembra al voleo.	Registros
Resiembra (Opción 2)	68.715,00	Colones/ labor	Costo de 1,5 quintales de semilla (semilla pregerminada para adelantar el proceso y la parcela emerja uniforme) por hectárea para realizar resiembra y la mano de obra utilizada para la siembra al voleo.	Registros
Riego (Opción 1)	532.920,00	Colones/ labor	Costo de la preparación de terreno por hectárea para utilizar riego por gravedad; realizando primero la nivelación y después la taipas.	Registros
Riego (Opción 2)	8.532.920,0 0	Colones/ labor	Costo de la perforación de un pozo de aproximadamente 20 metros de profundidad (incluyendo la tubería hasta el pozo y el valor de la bomba). Además del costo por hectárea de la preparación de terreno para utilizar riego por gravedad; realizando primero la nivelación y después la taipas.	Registros
Siembra de arroz pregerminado	102.500,00	Colones/ labor	Costo de pregerminar la semilla por hectárea.	Registros
Taipas	30.000,00	Colones/ labor	Costo por hectárea del alquiler de una taipedora a una sola pasada que evita la salida del agua en terreno.	Registros
Uso de datos climáticos	1.387.500,0 0	Colones/ labor	Costo de la compra de una estación meteorológica para utilizar datos del clima.	Registros
Uso de fertilizantes de lenta liberación	27.945,00	Colones/ aplicación	Costo de aplicación de Urea azufrada como fertilizantes de lenta liberación.	Registros
Materia orgánica	30.000,00	Colones/ aplicación	Costo de la aplicación de materia orgánica por hectárea, sin el costo de mano de obra.	Registros

\*El costo de las aplicaciones de fungicidas, insecticidas, bactericidas, bioles y foliares se refiere únicamente al costo del producto por hectárea; sin tomar en cuenta el costo de la fumigadora de tractor (12.000 colones por hectárea) o la fumigadora de avioneta (27.750 colones por hectárea). En el cultivo de arroz se utilizan algunas mezclas de productos según la expertis del productor o técnico; así como las condiciones edafoclimáticas de cada región.

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

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

El cultivo de arroz requiere de una serie de condiciones edafoclimáticas para su debido desarrollo. Entre estas condiciones se resaltan: tipos de suelos, pH, pendiente, altitud (msnm), precipitación (mm), disponibilidad de agua para riego, salinidad, sequía, temperatura y radiación solar. Factores que son descritos a continuación, en condiciones de aptitud óptima, media y deficitaria. Esta descripción obedece a una revisión exhaustiva de la información existente y a las consultas realizadas a los expertos nacionales e internacionales del cultivo.

Arroz de secano:

- *Tipos de suelos*: óptima de tipo mollisoles; media están los mollisoles/alfisoles, mollisoles/inceptisoles, alfisoles/inceptisoles, entisoles/inceptisoles, inceptisoles, inceptisoles/andisoles y vertisoles; y deficitaria los alfisoles, alfisoles/entisoles, andisoles, andisoles/ultisoles, entisoles, entisoles/andisoles, entisoles/histosoles, espodosoles, histosoles, ultisoles y ultisoles/inceptisoles.
- *pH*: óptimo entre los rangos de >5,5 a <7; medio >5 a <5,5 y >7 a <8; y deficitario entre los rangos de <5 a >8.
- *Pendiente*: óptima entre 0-10%; media >10 a <20%; y deficitaria >20%.
- *Altitud*: óptima 0 a 200 msnm; media >200 a <500; y deficitaria >500.
- *Precipitación*: óptima >1500 mínima a <2500 máxima anual con 600 mm en el ciclo productivo; media con rango >1000 a <1500 y >2500 a <3000; y deficitaria con rango <1000 a >3000.
- *Disponibilidad de agua para riego*: la variable no aplica al arroz de secano.
- *Sequía*: óptima <4; media <5; y deficitaria >5.
- *Temperatura*: óptima con rango >24 a <30 °C, media >22 a <24 y >30 a <34; y deficitaria <22 a >34.
- *Radiación solar*; óptima >12 (MJ/m<sup>2</sup> día); media ≥10 a <12 (MJ/m<sup>2</sup> día); y deficitaria <10 (MJ/m<sup>2</sup>día).

Arroz inundado/riego:

- *Tipos de suelos*: óptima de tipo vertisoles; media están los mollisoles, mollisoles/alfisoles, mollisoles/inceptisoles, inceptisoles, alfisoles/inceptisoles, entisoles/inceptisoles y inceptisoles/andisoles; y deficitaria los alfisoles, alfisoles/entisoles, andisoles, andisoles/ultisoles, entisoles, entisoles/andisoles, entisoles/histosoles, espodosoles, histosoles, ultisoles y ultisoles/inceptisoles.
- *pH*: óptimo entre los rangos de >5,5 a <7; medio >5 a <5,5 y >7 a <8; y deficitario entre los rangos de <5 a >8.
- *Pendiente*: óptima entre 0-3%; media >3 a <5%; y deficitaria >5%.
- *Altitud*: óptima 0 a 200 msnm; media >200 a <500; y deficitaria >500.
- *Precipitación*: óptima >1500 mínima a <2500 máxima anual con 600 mm en el ciclo productivo; media con rango >1000 a <1500 y >2500 a <3000; y deficitaria con rango <1000 a >3000.

- *Disponibilidad de agua para riego*: óptimo con importancia 3 a 4; media con importancia de 1 a 2; y deficitaria sin datos de importancia según clasificación de SENARA para Costa Rica.
- *Sequía*: óptima <4; media <5; y deficitaria >5.
- *Temperatura*: óptima con rango >24 a <34 °C; media >22 a <24 y >30 a <34; y deficitaria <22 a >34
- *Radiación solar*; óptima >14 (MJ/m<sup>2</sup>día); media ≥10 a <14 (MJ/m<sup>2</sup>día); y deficitaria <10 (MJ/m<sup>2</sup>día).

## 2. Análisis de aptitud para el cultivo de arroz basado en metodología multicriterio

Para el análisis de aptitud se validaron, a través de consulta con expertos, las variables edafoclimáticas que son determinantes para el desarrollo del cultivo. Estas variables son: tipo de suelos (orden), pH, pendiente en %, altitud (msnm), precipitación media anual, meses secos, radiación solar y temperatura media anual. Se asignó a cada variable utilizada para determinar la aptitud, diferentes pesos de acuerdo con su importancia relativa usando una escala común. Para mejorar la distribución de la condición bajo la cual se establece el sistema productivo del arroz en el país, se determinaron tres escenarios, los cuales se desarrollarían el cultivo de arroz (óptimo, medio y deficitario) (cuadro 17).

**Cuadro 18.** Variables de aptitud agrícola actual del cultivo de arroz de secano, Costa Rica

Condición	Óptimo								Medio								Deficitario							
Variables*	Tipo suelos, orden	pH	Pend. (%)	Altitud (msnm)	Precip. (mm)	Sequía (mes)	Tem. °C	Radiación solar (MJ/m <sup>2</sup> .dia)	Tipo suelos, orden	pH	Pend. %	Altitud (msnm)	Precip. (mm)	Sequía (mes)	Tem. °C	Radiación solar (MJ/m <sup>2</sup> .dia)	Tipo suelos, orden	pH	Pend. %	Altitud (msnm)	Precip. (mm)	Sequía (mes)	Tem. °C	Radiación solar (MJ/m <sup>2</sup> .dia)
VALORES NACIONAL DE ARROZ DE SECANO	Mollisoles	>5,5 a <7	0 a 10%	0 a 200	>1500 mín. a <2500 máx. anual 600 mm (ciclo productivo)	<4	>24 a <30	>12	Mollisoles / Alfisoles, Mollisoles / Inceptisoles, Inceptisoles, Alfisoles / Inceptisoles, Entisoles / Inceptisoles, Inceptisoles / Andisoles, Vertisoles,	>5 a <5,5 y >7 a <8	>10 a <20 %	>200 a <500	>1000 a <1500 y >2500 a <3000	<5	>22 a <24 y >30 a <34	≥10 a <12	Alfisoles, Alfisoles / Entisoles, Andisoles, Andisoles / Ultisoles, Entisoles, Entisoles / Andisoles, Entisoles / Histosoles, Espodosoles, Histosoles, Ultisoles, Ultisoles / Inceptisoles,	<5 a >8	>20%	>500	<1000 a >3000	>5	<22 a >34	<10
Peso ponderado	10	10	10	5	20	20	10	15	*las variables son las más relevantes para el desarrollo del arroz de acuerdo a expertos nacionales, no obstante, es posible incluir / excluir variables de acuerdo a su criterio de experto y según escala de trabajo															

**Cuadro 19.** Variables de aptitud agrícola actual del cultivo de arroz inundado/riego, Costa Rica

Condición	Óptimo									Medio							Deficitario										
	Variables*	Tipo suelos, orden	pH	Pend. (%)	Altitud (msnm)	Precip. (mm)	Disponibilidad de agua para riego	Sequía (mes)	Tem p. °C	Radiación solar (MJ/m2. día)	Tipo suelos, orden	pH	Pend. %	Altitud (msnm)	Precip. (mm)	Disponibilidad de agua para riego	Sequía (mes)	Tem p. °C	Radiación solar (MJ/m2. día)	Tipo suelos, orden	pH	Pend. %	Altitud (msnm)	Precip. (mm)	Disponibilidad de agua para riego	Sequía (mes)	Tem p. °C
VALORES NACIONALES DE ARROZ INUNDADO / RIEGO	Vertisoles	>5,5 a <7	0 a 3%	0 a 200	>1500 mín. a <2500 máx. anual 600 mm (ciclo productivo)	Importancia 3 a 4	<4	>24 a <34	>14	Mollisoles, Mollisoles / Alfisoles, Mollisoles / Inceptisoles, Inceptisoles, Alfisoles / Inceptisoles, Entisoles / Inceptisoles, Inceptisoles / Andisoles,	>5 a <5,5 y >7 a <8	>3 a <5%	>200 a <500	>1000 a <1500 y >2500 a <3000	Importancia 1 a 2	<5	>22 a <24 y >30 a <34	≥10 a <14	Alfisoles, Alfisoles / Entisoles, Andisoles, Andisoles / Ultisoles, Entisoles, Entisoles / Andisoles, Entisoles / Histosoles, Espodosoles, Histosoles, Ultisoles, Ultisoles / Inceptisoles,	<5 a >8	>5%	>500	<1000 a >3000	sd	>5	<22 a >34	<10
Peso ponderado	10	10	10	5	15	20	10	10	10	*las variables son las más relevantes para el desarrollo del arroz de acuerdo a expertos nacionales, no obstante, es posible incluir / excluir variables de acuerdo a su criterio de experto y según escala de trabajo																	

Se elaboraron los mapas de aptitud actual de arroz bajo un análisis multicriterio con ocho variables ponderadas para arroz de secano y nueve variables para arroz inundado/riego. Todas las capas se convirtieron en raster, manteniendo un marco de trabajo similar en todas las capas. La resolución espacial de trabajo es de 30 metros. Posterior a la rasterización espacial y a la aplicación del modelo multicriterio, se obtuvieron los mapas de aptitud del cultivo de arroz para secano y arroz inundado/riego, clasificadas en zonas de aptitud deficitaria, baja, media, muy buena y óptima, ver figuras a continuación.

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

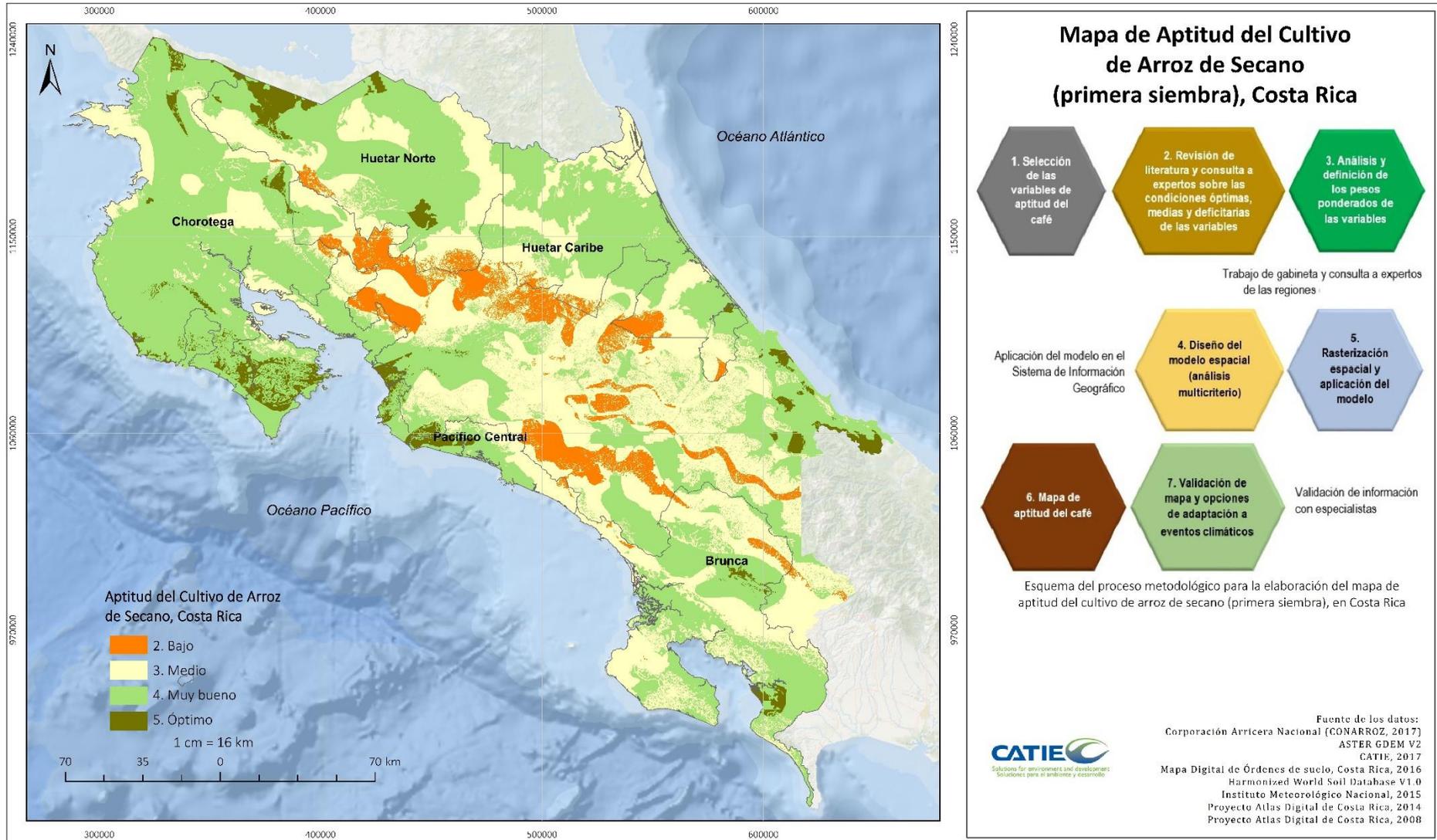


Figura 8. Mapa de aptitud del cultivo de arroz de secano primera siembra, Costa Rica

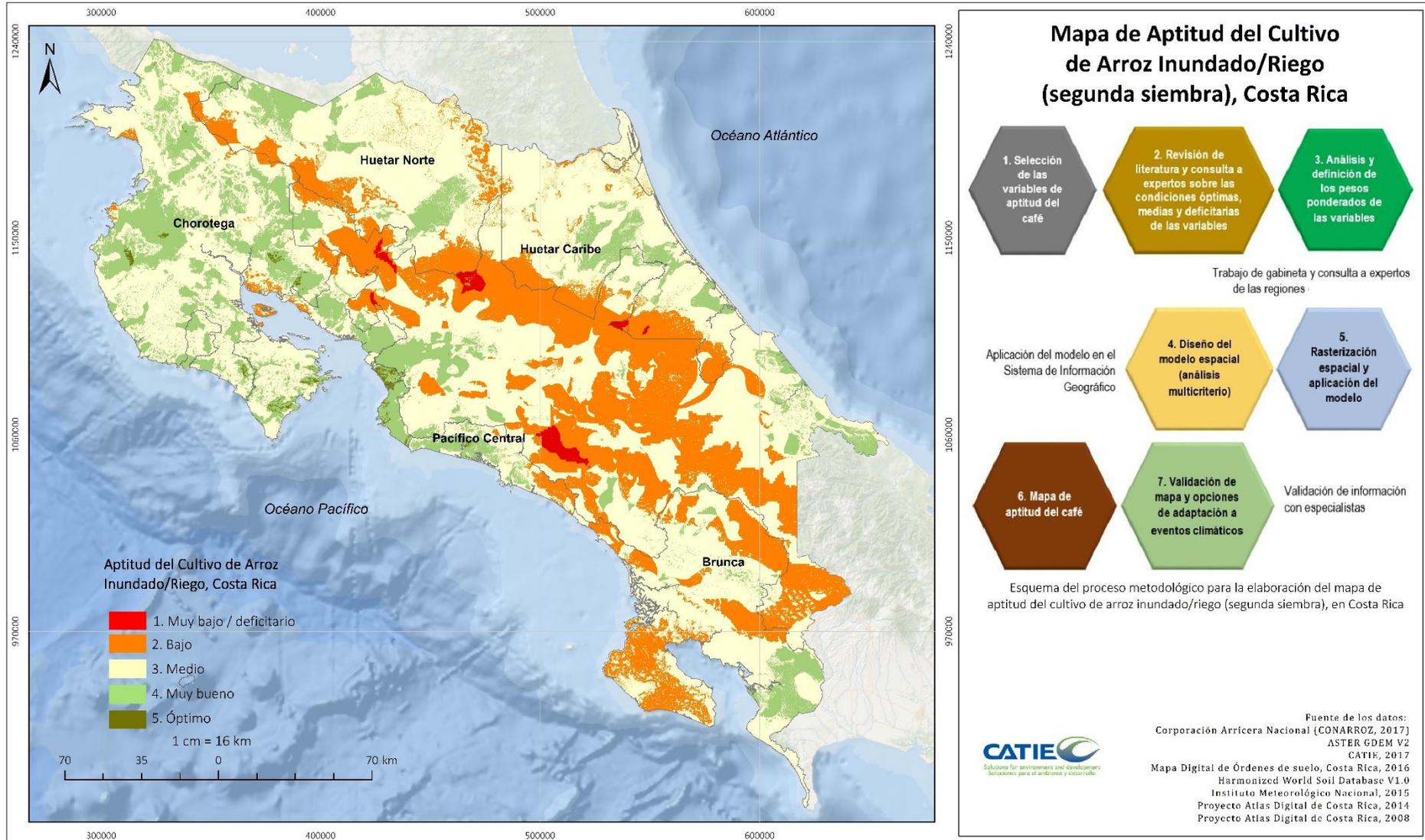


Figura 9. Mapa de aptitud del cultivo de arroz inundado/riego segunda siembra, Costa Rica

## BIBLIOGRAFÍA

- Almaguel L., Botta E. (2005). *Manejo Integrado de Steneotarsonemus spinki. Resultados de Cuba y transferencia para la región de Latinoamérica y el Caribe*. La Habana, Cuba. 44p.
- Badilla F. (2002). *Un programa exitoso de control biológico de insectos plaga de la caña de azúcar en Costa Rica*. Manejo Integrado de Plagas, Nº 64. San José, Costa Rica. 11p.
- Blanco, J. (2003). *Manejo Integral de Suelos con énfasis en el Cultivo del Arroz*. Editorial Pronatia. Colombia. 2003.
- Blázquez M. (2006) *El manejo del riego en el cultivo de arroz*. Organización para Estudios Tropicales. San José, Costa Rica. 18p.
- Blázquez M. & Albertin A. (2003). *El sistema de cero labranzas: Una alternativa tecnológica en la producción de arroz bajo riego*. Organización para Estudios Tropicales. San José, Costa Rica. 20p.
- CONARROZ (Corporación Arroceras Nacional). (2014). *Informe estadístico Periodo 2013/2014*.
- Degiovanni, V., Martínez, C. P., & Motta, F. (Eds.). (2010). *Producción eco-eficiente del arroz en América Latina*. CIAT.
- De la Cruz J., Moreno L., Magnitskiy S. (2012) *Respuesta de las plantas a estrés por inundación*. Revista colombiana de ciencias hortícolas Cali, Colombia. 14p
- Fernández, O., Vergara, B. S., Yapit, N., & García, O. (1985). *Crecimiento y etapas de desarrollo de la planta de arroz*. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT); Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).
- Gliessman S. (2002) *Agroecología: procesos ecológicos en agricultura sostenible*. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 359p.
- Guzmán D. (2006) *Manejo agronómico del cultivo de arroz (Oriza sativa L.) sembrado bajo riego en finca ranchos horizonte; Cañas; Guanacaste, Costa Rica*. Instituto Tecnológico de Costa Rica. San Carlos, Costa Rica. 111p.
- INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos). (2014) *VI Censo Nacional Agropecuario, 2014*. Disponible en: <http://www.inec.go.cr/buscador?keys=arroz>
- ONS (Oficina Nacional de Semillas). (2016). *Características Varietales y Agronómicas de los Materiales de Arroz pertenecientes al Registro de Variedades Comerciales (RVC) de la ONS*. 2016. Disponible en: [http://www.ofinase.go.cr/index.php?option=com\\_content&view=article&id=48%3Aprogramaarroz&catid=47%3Aarroz&Itemid=80&lang=es](http://www.ofinase.go.cr/index.php?option=com_content&view=article&id=48%3Aprogramaarroz&catid=47%3Aarroz&Itemid=80&lang=es)

- Ordaz, J. L., Mora, J., Acosta, A., Serna Hidalgo, B., & Ramírez, D. (2010). *Costa Rica: efectos del cambio climático sobre la agricultura*.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica). (1991). *Aspectos Técnicos sobre Cuarenta y Cinco Cultivos Agrícolas de Costa Rica*.
- Martínez B. (2010). *Soca o retoño: mayor producción a menor costo*. Revista Arrocería, CONARROZ. Costa Rica. 24p.
- Meneses R., Gutiérrez A., García A., Antigua G., Gómez J., Correa F., Calvert L. (2001). *Guía para el trabajo de campo en el Manejo Integrado de Plagas de arroz*. CIAT. 76p
- Muller, E. 1984. *Problemas del cultivo del Arroz en los trópicos*. IIRI/CIAT (Instituto Internacional de Investigación del Arroz/ Centro Internacional de Agricultura Tropical) 96-97p.
- Muñoz, M., Bolaños, I., Arrieta-Espinoza, G., & Espinoza, A. M. (2004). *Expression of the rice hoja blanca virus (RHBV) non-structural protein 3 (NS3) in Escherichia coli and its in situ localization in RHBV-infected rice tissues*. Revista de biología tropical, 52(3), 765-775.
- Retana Barrantes, J., Villalobos Flores, R., Alvarado Gamboa, L., Sanabria Valverde, N. & Córdoba Peraza, J. (2014). *Tercera Comunicación Nacional. Seguridad alimentaria y el cambio climático en Costa Rica: granos básicos*. Ministerio de Ambiente y Energía; Instituto Meteorológico Nacional: MINAE, IMN, GEF, PNUD, 2014. 96 p.
- Rodríguez J. (1999). *Fertilización del cultivo del arroz (Oryza sativa)* XI Congreso Nacional Agronómico. FERTICA. 14p.
- Rodríguez P., Navas D., Medianero E., Chang R. (2006). *Cuantificación del daño ocasionado por Oebalus insularis (Heteroptera: Pentatomidae) en el cultivo de arroz (Oryzica-1) en Panamá*. Revista colombiana de entomología. Panamá. 5p.
- Rojas, L. A. (2001). *La labranza mínima como práctica de producción sostenible en granos básicos*. Agronomía mesoamericana, 12(2), 209-212.
- Salazar L., Hincapié E. (2007). *Las arvenses y su manejo en los cafetales. Sistemas de producción de café en Colombia*. Cenicafé. Chinchiná, Colombia. 30p.
- Tinoco R., Acuña., Vargas A., Dobles R. (2005). *Producción de arroz para autoconsumo con bajos insumos y mínima labranza*. INTA. San José, Costa Rica. 2p.
- Tinoco R. & Acuña A. (2009) *Cultivo de arroz (Oriza sativa): Manual de recomendaciones técnicas*. INTA. San José, Costa Rica. 72p.
- Ulate M. (2010). *Ácaro de la vaina del arroz (Steneotarsonemus spinki)*. CONARROZ. San José, Costa Rica.

- Vargas L. (2012). *Añublo bacterial (Burkholderia glumae) en el cultivo de arroz (Oryza sativa L.)*. INTA. San José, Costa Rica. 2p.
- Velázquez, J., Rosales, A., Rodríguez, H., & Salas, R. (2015). *Determinación de las etapas de inicio de macollamiento, inicio de primordio, floración y madurez en la planta de arroz, con el sistema S, V y R correlacionado con la sumatoria térmica*. Agronomía Costarricense, 39(2).
- Villalobos R. (2001). *Impacto del fenómeno "El Niño" sobre la producción de arroz y frijol en dos regiones agrícolas de Costa Rica*. Instituto Meteorológico Nacional. San José, Costa Rica. 7p.
- Zaccagnini, M. E., Wilson, M. G., & Oszust, J. D. (2014). *Manual de buenas prácticas para la conservación del suelo, la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos. Área piloto Aldea Santa María*. 1ª. Edición. Buenos Aires. In *Handbook of Good Practices for Soil Conservation, Biodiversity and Its Ecosystem Services. Pilot area, Santa María village, Entre Ríos, Argentina*. PNUD.

## 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 (Angulo, 2015).

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

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

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

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

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

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

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

violentamente su intensidad (Segerer & Villodas, 2006).

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

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

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

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

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

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

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

## PRÁCTICAS PARA REDUCIR EL IMPACTO DE LOS EVENTOS CLIMÁTICOS

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

**Aplicación de enraizadores:** consiste en la aplicación de productos que ayudan a mejorar el sistema radicular de la planta. El objetivo de aumentar la capacidad de absorción de nutrientes (disponibles y aplicados en el suelo) a través de las raíces. También permite un mayor anclaje de la planta con la finalidad de reducir o evitar el acame del cultivo (Jácome, 2013).

- **Ácidos húmicos y fúlvicos:** son compuestos orgánicos que constituyen la parte más elaborada de la materia orgánica. Son obtenidos de diferentes materias primas originadas principalmente de yacimientos de carbón orgánico. Dentro de sus principales funciones tienen, estimular el desarrollo de la raíz, y a nivel foliar aumentan la permeabilidad de la membrana celular facilitando la absorción de nutrientes. Son capaces de fijar los nutrimentos que son aplicados con los fertilizantes al suelo. Tienen función activadora de flora microbiana del suelo que aumentan la mineralización orgánica y la consecuente liberación de nutrimentos a formas disponibles para las raíces de la planta (Centro de Investigaciones Agronómicas (CIA), 2002)

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

Producto	Dosis productor	Dosis comercial
Soprano	1L/Ha	0.75- 1 L/Ha
Silvacur	1L/Ha	0.4 L/Ha
Amistar	400 g/Ha	250-300 g/Ha
Biocarben	1 L/Ha	0.75 L/Ha
Kasumin	3 L/Ha	1-2 L/Ha
Antracol	1,7 kg/Ha	1.5-2.0 kg/ha

**Aplicación de herbicidas:** se refiere al uso de productos de origen químico o biológico para el control de malezas que alteran la fisiología de la planta e impide su desarrollo normal (Salazar & Hincapié, 2007). Según Consulta a expertos 2017, los productos más utilizados en las aplicaciones son:

Producto	Dosis productor	Dosis comercial
Propanil	6 L/Ha	4-6 L/Ha
Prowl	2.5 L/Ha	2-3 L/Ha

**Aplicación de insecticidas:** es el uso de productos o mezclas de productos fitosanitarios que se utilizan para controlar plagas de insectos. Los más utilizados principalmente son de origen químico. Estos productos tienen diferentes modos de acción y pueden actuar sobre uno o diferentes estados del desarrollo del insecto. Los insecticidas pueden ser de ingestión, de contacto, combinados (ingestión y contacto) o sistémicos (Asociación Correntina de Plantadores de Arroz (ACPA), 2008). Además, se recomienda que las dosis estén sujetas al criterio de expertos del cultivo. Según Consulta a expertos 2017, los productos más utilizados en las aplicaciones son:

Producto	Dosis productor	Dosis comercial
Poli-K	0.1 L/ha	0.1-0.3 L/Ha
Tigre	1 L/ha	1-2 L/Ha
Orthene	0.5 Kg/ha	0.5-0.8 Kg/ha
Muralla	0.5 L/ha	0.25-0.35 L/Ha
Lorsban	0.5 L/ha	1.5-2 L/Ha
Nomolt	0.125 L/ha	0.15-0.2 L/Ha

**Aplicación foliar:** Es una práctica para suministrar nutrientes que corrigen deficiencias en forma rápida, oportuna, económica y eficiente. Se aprovecha la capacidad que poseen las plantas de nutrirse a través de las hojas y se realiza por medio de la aplicación de sales solubles en agua. Las aplicaciones foliares son utilizadas por lo general para corregir deficiencias de elementos menores. Para el caso de macronutrientes como potasio, nitrógeno y fósforo solo se puede completar, pero no sustituir la aplicación al suelo. Esto se debe a las bajas dosis empleadas en la aplicación foliar comparadas con las dosis aplicadas al suelo para la obtención de buenos rendimientos. (Centro de Investigaciones Agronómicas (CIA), 2002). Según Consulta a expertos 2017, los productos más utilizados en las aplicaciones son:

Producto	Dosis productor	Dosis comercial
Bayfolan forte	1.5 L/ha	2-3 L/Ha
20-20-20	1 Kg/ha	2-3 Hg/Ha
Metalozato (multimineral)	0.5 L/ha	0.5-1 L/Ha
K-Fol	0.5 kg/ha	1-3 Kg/Ha

Las aplicaciones foliares van a depender de la demanda del cultivo, pero por lo general se realizan tratamientos preventivos que consiste en al menos 1 o 2 aplicaciones a los 45 días (conocido como riego del primordio) aproximadamente y otra aplicación a los 60-65 días (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 pérdida de la fertilidad del suelo causado por la erosión eólica, reducir la acción mecánica del viento sobre cultivos o animales. También es posible contribuir con la regulación del microclima a nivel de finca y el 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 y sin afectar el objetivo principal de las barreras (Méndez, Beer, Faustino, & Otárola, 2000).

**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 sin embargo dentro de los que destacan se tienen la incorporación de: estiércol fresco de animales, microorganismos, leche, melaza, follaje de leguminosas principalmente y minerales (Mamani, Chávez, & Ortuño, 2007). Estos insumos orgánicos se transforman en minerales, vitaminas, aminoácidos, ácidos orgánicos entre otras sustancias metabólicas. Se emplean para realizar una nutrición eficiente 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 empleados son los generados por:

- 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,

degradan sustancias tóxicas (pesticidas). Además producen sustancias y componentes naturales que mejoran la textura del suelo (Tencio , 2014).

- **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).
- **Bacterias fototrópicas:** se refiere a un grupo de microorganismos independientes y autosuficientes, 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. Las micorrizas VA aumentan su número gracias a la disponibilidad de aminoácidos secretados por las bacterias. Las micorrizas VA mejoran la disponibilidad de fosfatos en el suelo para las plantas. Además pueden coexistir con azobacter y rizobiums, incrementando la capacidad de las plantas para fijar nitrógeno de la atmósfera (EM Producción y Tecnología S,A (EMPROTEC), 2011).

Para la preparación de los bioles es necesario tener un conocimiento previo de las materias primas a utilizar y la supervisión de los especialistas de empresas comerciales o gubernamentales para prepararlos de la mejor manera y mantener el mayor cuidado posible. Estos bioles una vez preparados se aplican a una dosis de 5L/ha, al cultivo de arroz (Consulta a expertos, 2017).

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

**Compactar suelo después de la siembra:** se refiere a ejercer presión sobre el suelo una vez que la semilla ha sido depositada y tapada con el mismo. El objetivo es eliminar espacios de aire, favoreciendo el contacto entre la semilla y el suelo, labor que ayuda a una mejor germinación (Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), 1991). Cuando se utilizan sembradoras convencionales es necesario emplear un rulo o rulo compactador, haciendo que la semilla se adhiera a la tierra permitiendo la mejor absorción de la humedad del riego

garantizando uniformidad de la germinación (Organización para Estudios Tropicales, 2006). La práctica también es empleada como protección a la semilla, ante la posible pérdida por incidencia de plagas (pájaros, roedores, insectos) o eventos climáticos (lavado por lluvias fuertes, baja germinación por falta de humedad, entre otros) (Consulta a expertos x, 2017).

**Control biológico:** se refiere al uso de enemigos naturales y microorganismos (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 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 bioplaguicidas e insectos benéficos (Serrano & Galindo, 2007). Los Bioplaguicidas son productos derivados de materiales naturales como animales, plantas, microorganismo y minerales. 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). Dentro de los bioplaguicidas se tienen el uso de organismos como:

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

Según Consulta a expertos 2017, se realizan aplicaciones de control biológico con productos como:

- Serenade (*Bacillus subtilis*) (3L/ha)
- Bio-Tri (Trichoderma) (1Kg/ha)

**Drenajes:** se refiere a obras o canales que se construyen sobre la superficie del terreno para eliminar los excesos de agua en la plantación, disminuyendo los niveles freáticos, mejorando

la aireación y aumenta el acceso nutricional del suelo (Liotta, 2015). En el cultivo de arroz los drenajes son poca profundidad considerando los drenajes empleados en otros sistemas productivos. Esta práctica en arroz se utiliza como un método que busca salida rápida del exceso de agua para el cultivo, sin embargo, esto va ligado a prácticas como sistema de riego, taipas, nivelación entre otros. Por condiciones climáticas de las regiones productoras de arroz en Costa Rica, generalmente lo que se busca es retención y mejor distribución del recurso hídrico (Consulta a expertos x, 2017).

**Época de siembra:** hace referencia a la programación adecuada de las labores del cultivo de tal forma que se ajuste a las condiciones climáticas favorables. La siembra se recomienda realizarla con el inicio de las primeras lluvias, ya que en este periodo las condiciones favorables de humedad y temperatura del suelo son beneficiosas para la germinación (Heros, 2013). Se busca ajustar la fase de floración a los meses que presenten mayores temperaturas, ya que en esta etapa las bajas temperaturas pueden causar debilitamiento de la planta predisponiéndolas al ataque de plagas (Vargas, 2008).

**Fertilización adecuada:** en esta práctica se vuelve necesario contar con un análisis de suelo, que permita conocer el funcionamiento de la dinámica físico-química del mismo. De esta forma se prepara la formulación de fertilizantes necesarios, para una aplicación eficiente, buscando suplir las demandas del cultivo y a la vez hacer un uso racional de los recursos (Asociación Correntina de Plantadores de Arroz (ACPA), 2008). La práctica se fundamenta en establecer un adecuado plan de fertilización donde se consideran componentes como: la dosis de aplicación, fuentes o tipo de fertilizante, época y forma de aplicación. Los planes de fertilización serán exclusivos para cada finca o lote basado en los resultados de los análisis previos (Tinoco & Acuña, 2009).

Para el caso de la fertilización se hace uso de una programación temprana en la medida de lo posible, que consiste en la aplicación de al menos un 70% de los fertilizantes en etapas iniciales del cultivo. Por lo general se realizan 4 aplicaciones, donde se incorpora el potasio y fósforo en la siembra del cultivo, una segunda fertilización alta en fuentes de nitrógeno, mientras que la tercera se hace cuando la planta de arroz está en V4 (hoja número 4 formada), con una última aplicación a inicios de la diferenciación floral (inicio de primordio), tratando de no aplicar más fertilizantes después de los 65 días de edad del cultivo (Consulta a expertos, 2017).

Según Dobermann & Fairhurst (2005), una de las medidas recomendadas en la fertilización adecuada es el control del uso de nitrógeno. Las aplicaciones excesivas o desbalanceadas pueden reducir rendimientos por razones como:

- Reducción de luminosidad entre hojas por crecimiento vegetativo excesivo.
- Incremento del número de macollos improductivos que dan sombra a macollo productivos.
- Acame de cultivo por la producción de tallos largos y delgados.
- Baja recuperación en el molino y deficiente calidad del grano.
- Incremento de enfermedades causadas por bacterias como *Xanthomonas oryzae*, o por hongos como *Rhizotocnia solani*, *Helminthosporium sigmoideum* y *Pyricularia oryzae*, debido a la gran cantidad de biomasa.

- Incremento en la incidencia de plagas de insectos.

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

- 10-30-30 (3,5qq/ha)
- 18-46-0 (3qq/ha)
- 12-24-12 (3qq/ha)
- Urea (3qq/ha)
- Urea azufrada (2,5qq/ha)
- 30-0-15 (3qq/ha)
- 26-0-26 (3qq/ha)

Para el caso del uso de cada uno de los productos dependerá de las necesidades que se requieran suplir. Por lo general los fertilizantes 10-30-30, 18-46-0 y 12-24-12 se emplean para la primera aplicación (incorporación al suelo). La segunda aplicación con una fuente alta en nitrógeno que puede ser urea o urea azufrada. Mientras que las demás aplicaciones se tratan de reducir el uso de nitrógeno para lo cual se emplean las demás fórmulas (Consulta a expertos, 2017).

**Formación de diques:** esta práctica consiste en la formación de una barrera para controlar el paso de sedimentos y corrección de flujos de agua, con el objetivo de evitar inundaciones de campos espacios cercanos a ríos o mares, ayudando también a disminuir la erosión (Romero et al. 2007). Estas estructuras son conformadas con tierra, evitar la entrada de agua salada del mar, generado por las mareas altas. (Consulta a expertos , 2017). Los primeros daños que se tienen sobre la planta de arroz son de carácter osmótico, ya que al aumentarse la salinidad de la solución del suelo se dificulta la absorción radicular de agua y nutrientes. Los daños van a depender del estado fenológico en el que se encuentre el cultivo, pero todos los daños se verán reflejados en una disminución de los rendimientos del cultivo incluso hasta la pérdida total del mismo. Con elevados contenidos salinos del suelo, diferentes iones pueden causar efectos fitotóxicos a la planta (Aguilar, 2014).

**Incorporación de fertilizante:** esta práctica consiste en incorporar los fertilizantes directamente al suelo, generalmente se realizada durante las labores mecánicas de preparación de terreno y siembra del cultivo (Alfonso, Castiblanco, & Romero, 2011).

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

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

- Volatilización (pérdida de nutrientes por gasificación), además incrementa la eficiencia de algunos fertilizantes.

Teniendo en cuenta la fisiología del cultivo y el funcionamiento de la dinámica físico-química del suelo, se prepara la aplicación de fertilizantes necesarios. Macronutrientes como el fósforo y potasio es recomendado incorporarlos en la siembra o en forma anticipada en las labores de preparación del suelo. La implementación de esta práctica debidamente balanceada según los análisis previos, permite evitar o reducir en el cultivo enfermedades origen abiótico (fisiológicas), por deficiencia o toxicidad (ACPA, 2008).

**Labranza mínima:** esta práctica consiste en realizar la menor cantidad de labranza que se requiere para crear las condiciones adecuadas de suelos, para la germinación de la semilla y desarrollo de las plantas. Se reduce la labor de remoción con la idea de mantener una capa orgánica que favorezca las propiedades del suelo. La mínima labranza por lo general se combina con la siembra a contorno. De esta forma es posible disminuir la susceptibilidad del suelo al ser afectado por los efectos de la erosión. Esta práctica se puede combinar con tecnologías que mejoren la estructura del suelo como hacer uso de especies de plantas con raíces pivotantes (Programa Especial para la Seguridad Alimentaria (PESA), 2005).

Según PESA 2005, con el uso de esta práctica 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 h y mantiene la estructura del suelo.
- Contribuye a disminuir la proliferación de enfermedades.
- Aumento en la intensidad del uso de la tierra.
- Menor consumo energético.
- Puede disminuir la incidencia de malezas anuales

Para el caso del arroz se está implementando el uso de sembradoras de mínima labranza. Son máquinas especiales que realizan la labor de siembra en terrenos con labranza mínima. Esta sembradora es halada por un tractor (tracción de llanta) con un caballaje regular ya que esta, posee un peso considerable. Las sembradoras de mínima disponen de discos colocados delante de las mangueras de salida de semilla. La función de los discos es romper o abrir el suelo para que la semilla sea depositada en el fondo del surco a la profundidad requerida, mientras que unas pequeñas ruedas realizar la función del tapado de la semilla y compactación del suelo (Tinoco & Acuña, 2009).

**Nivelación:** esta práctica consiste en la eliminación o disminución del micro relieve, con la finalidad de lograr una distribución uniforme del recurso hídrico a lo largo de toda la superficie del terreno dispuesto para los cultivos. Esta nivelación considera obtener una pendiente constante, no erosiva y que al mismo tiempo permita el movimiento del agua a través de los surcos o de la misma superficie. La práctica de nivelación del terreno se hace indispensable para los sistemas de riego gravitacional. Generalmente se en áreas de pendientes poco pronunciadas, propiciando que las curvas de nivel presenten un mayor distanciamiento entre ellas (Franquet & Querol, 2010).

**Pólvora:** Esta práctica consiste en el uso de artículos explosivos conocidos como bombas o

bombetas en la cercanía de las plantaciones, con la finalidad de generar ruido y ahuyentar las diferentes especies de aves que se alimentan de las semillas. Estas semillas pueden quedar expuestas por diversas razones dentro de los cuales está, el método de siembra empleado (Consulta expertos, 2017).

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

**Resiembra:** es 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 (RiceTec, 2014). En caso de tener que realizar resiembra los productores hacen uso de variedades de ciclos más cortos o semilla pregerminada, con la finalidad de reponer las plantas perdidas, además, lograr uniformidad en el cultivo para no afectar las demás prácticas ni el rendimiento final esperado (Consulta a expertos, 2017).

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

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

Para el caso del cultivo de arroz en Costa Rica, el riego utilizado es el de superficie o gravedad. La Región Chorotega destaca en el uso de riego por inundación en arroz, mientras que las demás regiones hacen uso del riego por infiltración en surcos o canales de riego o bien haciendo uso de la distribución por taipas. En algunos casos se han utilizado motobombas (eléctricas o de combustible) para extracción de agua de las fuentes, pero la distribución del recurso se realiza aprovechando la nivelación del terreno junto con canales, taipas entre otros (Consulta a expertos, 2017).

**Selección de áreas sin riesgo para el cultivo:** consiste en seleccionar las áreas aptas para el

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

**Siembra a contorno:** consiste en hacer surcos o hileras del cultivo en contra de la pendiente siguiendo las curvas a nivel. Se recomienda para cualquier clase de cultivo cuando la pendiente del terreno es mayor al 5%. Al realizar la siembra y marcado a contorno las demás labores como limpieza aporques entre otros se deben realizar de la misma manera o en la misma dirección. Esta práctica tiene como objetivo oponerse al paso del agua principalmente agua de lluvia que no logra filtrarse en el suelo, disminuyendo su velocidad, de esta forma se reduce el arrastre y lavado de del mismo suelo y de sus nutrientes. Una de las formas más sencillas es trazar una curva a nivel guía en el área de siembra y realizar las demás siguiendo esta (Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA), 2011).

**Siembra de arroz pregerminado:** esta práctica consiste en realizar la siembra haciendo uso de semilla de arroz que ha sido tratada previamente para propiciar su germinación antes de ser colocada en el suelo donde se desarrollará. El proceso de pregerminación consiste en hidratar la semilla por un periodo de al menos 24 horas. Posteriormente las semillas se incuban colocándolas en un lugar cálido y sombreado por 24 horas, máximo 36 (para evitar crecimiento excesivo de raíces que aglutinan la semilla y dificulta el esparcimiento), manteniendo humedecidas para evitar la pérdida de plántulas por sequedad completa (Tinoco & Acuña , 2009).

**Taipas:** consiste en la formación de montículos de tierra trazados sobre la superficie del suelo a contorno, previamente nivelado, con el objetivo de retener y hacer una mejor distribución del recurso hídrico. De esta forma se maximiza el uso del agua de lluvia o proveniente de fuentes de riego (Conejo, 2014). Para la construcción de las taipas existe un implemento conocido como “taipeador” cuya función es trasladar suelo desde ambos lados del implemento hacia el centro del mismo para formar el montículo. Las estructuras formadas deben tener un talud o borde suave que facilite el tránsito de la maquinaria empleada en las demás labores del cultivo. La funcionalidad de esta práctica permite hacer cambios de irrigación entre un sector y otro, con solo la apertura o cierre de las taipas en las secciones que sea necesario. De ahí la exigencia de contar con una apropiada nivelación del suelo (ACPA, 2008). Para el caso del cultivo de arroz las taipas por lo general son de 12 centímetros de altura aproximadamente. Esta altura permite la retención adecuada del agua y facilita el paso de la maquinaria (Consulta a expertos x, 2017).

**Tapar semilla con suelo:** se refiere a para cubrir la semilla con suelo una vez que ha sido depositada en el mismo, el objetivo es básicamente evitar la pérdida de semilla por afectación de plagas (roedores, aves), además ayuda para generar una mejor germinación (Asociación Correntina de Plantadores de Arroz (ACPA), 2008). En caso de emplear siembra directa mecanizada por lo general la misma máquina realiza la labor de tapado de semilla, o bien existen implementos adicionales que pueden realizar esta labor. Es posible hacer uso del tractor más un implemento tipo rastra. En ocasiones esta práctica se realiza de forma rústica, utilizando llantas de tractor, rieles de vías de tren o cualquier implemento que pueda

ser sometido al arrastre por el tractor, para realizar ese tapado de semilla. En Costa Rica se realiza de ambas formas, todo depende de la disponibilidad de maquinaria con la que cuenta el productor (Consulta a expertos, 2017).

**Tratamiento de semilla:** método preventivo de protección de semilla que consiste en impregnarla con fungicidas e insecticidas en sus respectivas dosis, con la finalidad de prevenir o reducir los problemas fungosos o insectiles que puedan afectar la germinación y pequeñas plántulas del cultivo (Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), 1991).

**Uso de datos climáticos:** consiste en hacer uso de datos y predicciones climáticas para planificar la atenuación de eventos climáticos que puedan afectar el cultivo (Organización Meteorológica Mundial (OMM), 2011). En la agricultura se vuelve importante para planificar las labores a realizar de tal forma que se aprovechen las condiciones climáticas favorables para los cultivos y a la vez se evite o reduzca los impactos negativos (Consulta a expertos, 2017). Según el Instituto Meteorológico Nacional (IMN) 2017, se cuenta con herramientas como las estaciones meteorológicas, que registran determinados elementos meteorológicos y llevan a cabo observaciones de fenómenos naturales y existen de 2 tipos:

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

**Uso de fertilizantes de lenta liberación:** es el uso de fertilizantes recubiertos, de baja solubilidad o con inhibidores de la nitrificación. Práctica utilizada para mejorar suministro lento y gradual de nitrógeno, permitiendo mayor aprovechamiento por la planta, disminución de la lixiviación, reducción del efecto salino, reducción de la dosis, aumento de la eficiencia de la fertilización, mayor acumulación de nitrógeno en los tejidos vegetales, mayor retención de humedad, aumento del contenido de nitrógeno en el suelo entre otros, (Constanza, Días, Aguirre, & Urrutia, 2015). Según Consulta a expertos 2017, los productos más utilizados:

- Urea azufrada o urea recubierta con azufre: (2,5qq/ha) (es urea con un recubrimiento de azufre, que disminuye las pérdidas por volatilización en más de 35%).

**Utilizar bajas densidades de siembra:** esta práctica consiste en disminuir la cantidad de semilla por espacio cultivado. Se trata de evitar o reducir la competencia por nutrientes y otros aspectos entre las plantas. La competencia genera el desarrollo de plantas débiles, con tallos delgados. Estas condiciones pueden provocar acame temprano del cultivo, que a su vez se verán reflejadas en la baja del rendimiento y posibles pérdidas (Heros, 2013). Bajas

densidades de siembra favorecen la vigorosidad y sanidad del cultivo. Facilita la captación de luminosidad para las plantas, así como aumenta el espacio para la circulación de aire. Esta condición ayuda a reducir la incidencia de enfermedades causadas por hongos y bacteria principalmente (Asociación Correntina de Plantadores de Arroz (ACPA), 2008).

#### **Variedades mejoradas:**

Variedades con cualidades genéticas mejoradas, que destacan por presentar mejor rendimiento, mejor calidad del producto, resistencia a plagas o enfermedades, así como tolerancia a factores ambientales adversos (sequía, inundación, salinidad), entre otros. (León & Arroyo, 2011). Según consulta a expertos 2017, para el caso de Costa Rica las principales variedades empleadas son las siguientes:

- Región Brunca: Lazarroz.
- Región Huetar Caribe: Palmar 18, NayuribeB FL y Lazarroz FL.
- Región Huetar Norte: Palmar 18, NayuribeB FL, Lazarroz FL, Sierpe FL 250 e INTA-Puita.
- Región Chorotega: Palmar18, NayuribeB FL, Lazarroz FL, Nayudel FL, Sierpe FL 250 e INITA-Puita.
- Región Pacífico Central: Palmar 18, NayuribeB FL, Lazarroz FL, Nayudel FL, INTA-Puita y Tempisque FL.

Las variedades como el INTA-Puita CL y TEMPISQUE CL, son de alto rendimiento y calidad con adaptación a climas subtropicales. Estas variedades son utilizadas bajo el sistema de producción CLERFIELD, que es un sistema integrado de control de malezas basado en el desarrollo de variedades tolerantes a los herbicidas del grupo de las Imidazolinonas. Estas semillas son no transgénicas ya que se hace uso de técnicas tradicionales de inducción de mutaciones y mejora genética convencional (Instituto de Investigaciones en Ciencias Económicas (IICE), 2013). El sistema CLEARFIELD emplea la incorporación del herbicida Kifix. Este herbicida fue desarrollado exclusivamente para este sistema de producción de arroz. Es un herbicida post-emergente selectivo, sistémico y de acción residual. Esta recomendado principalmente para el control del arroz rojo (*Oryza sativa var sudanensis*) y otras malezas como pasto braquiaria (*Brachiaria platyphyla*), capin arroz (*Echinochloa crusgalli*) entre otros (BASF, 2016).

## Literatura citada

- ACEBIÑO. (2011). *Biocidas*. Recuperado el 02 | de mayo de 2017, de ACEBIÑO:  
[http://www.acebinyo.com/archivos\\_pdf/boletin\\_tomo18.pdf](http://www.acebinyo.com/archivos_pdf/boletin_tomo18.pdf)
- Aguilar, M. (2014). *Efectos de la salinidad del agua de riego sobre los componentes del rendimiento en arroz*. Instituto de Investigación y Formación y Formación Agraria y Pesquera.,  
Consejería de Agricultura y Pesca. Sevilla, España: JUNTA DE ANDALUCÍA.
- Alfonso, O., Castiblanco, J., & Romero, H. (2011). Incorporación de fertilizantes con abonadoras para siembra directa. *PALMAS*, 32(1).
- Asociación Correntina de Plantadores de Arroz (ACPA). (2008). *Guía de buenas prácticas agrícolas para el cultivo de arroz en corrientes*. Instituto Nacional de Tecnologías Agropecuarias (INTA). Argentina: INTA. Recuperado el 25 de abril de 2017, de  
[http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-\\_guia\\_bpa\\_arroz.pdf](http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-_guia_bpa_arroz.pdf)
- BASF. (2016). *Kifix; herbicida para arroz Clearfield*. Recuperado el 28 de abril de 2017, de BASF; we create chemistry: [http://www.agro.basf.com.ar/images/cat\\_pdf/Kifix.pdf](http://www.agro.basf.com.ar/images/cat_pdf/Kifix.pdf)
- Bonilla, J. (2017). Prácticas efectivas para la adaptación de los cultivos prioritarios para seguros en Costa Rica. (Á. J. Solís, Entrevistador) Pérez Zeledón, Costa Rica: CATIE.
- Carballo, M., & Guaharay, F. (2004). *Control biológico de plagas agrícolas* (primera ed.). Managua, Nicaragua: CATIE.
- 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.
- Centro de Investigaciones Agronómicas (CIA). (2002). *Fertilización foliar; Principios y aplicaciones*. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica: UCR.
- Conejo, K. (2014). Técnica brasileña llega a Costa Rica para favorecer cultivo de arroz. *Productor Agropecuario*. Recuperado el 21 de abril de 2017 , de <https://revistaproagro.com/tecnica-brasilena-llega-a-costa-rica-para-favorecer-cultivo-de-arroz/>
- 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>
- Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA). (2017). *Manejo de control de plagas en el cultivo de la caña de azúcar*. Recuperado el 21 de abril de 2017, de LAICA:  
[file:///C:/Users/Luis%20Molina/Downloads/MANEJO%20Y%20CONTROL%20DE%20PLAGAS%20EN%20EL%20CULTIVO%20DE%20LA%20CA%C3%91A%20DE%20AZUCAR\\_2802073825.pdf](file:///C:/Users/Luis%20Molina/Downloads/MANEJO%20Y%20CONTROL%20DE%20PLAGAS%20EN%20EL%20CULTIVO%20DE%20LA%20CA%C3%91A%20DE%20AZUCAR_2802073825.pdf)

- Dobermann, A., & Fairhurst, T. (2005). *Informaciones agronómicas: Manejo del nitrógeno en arroz*. Recuperado el 2 de mayo de 2017, de International Plant Nutrition Institute: [http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/F3F3E0A8D944DCDC852579A30074445F/\\$FILE/Manejo%20del%20Nitr%C3%B3geno%20en%20Arroz.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/F3F3E0A8D944DCDC852579A30074445F/$FILE/Manejo%20del%20Nitr%C3%B3geno%20en%20Arroz.pdf)
- 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>
- Franquet, J., & Querol, A. (2010). *Nivelación de terrenos por regresión tridimensional* (primera ed.). España, España: UNED-Tortosa.
- Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA). (2011). *Guía sobre prácticas de conservación de suelos*. La Lima, Honduras: FHIA.
- Heros, E. (2013). *Guía técnica; Manejo integrado en el cultivo del arroz*. AGROBANCO, San Martín, Perú. Obtenido de <http://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/006-a-arroz.pdf>
- Instituto de Investigaciones en Ciencias Económicas (IICE). (2013). *Análisis sobre el mecanismo actual para la estimación y determinación de los precios del arroz bajo el contexto de la cadena de comercialización*. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica: Universidad de Costa Rica.
- Instituto Meteorológico Nacional (INN). (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 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](http://www.sugese.fi.cr/polizas_servicios/generales/versiones_anteriores/G12-39-A01-004_V9_SEGURO_COSECHAS.pdf)
- Jácome, W. (2013). *Evaluación de productos orgánicos enraizadores en el cultivo de arroz sembrado en condiciones de riego*. Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Los Ríos, Ecuador: Universidad Técnica de Babahoyo.
- León, J., & Arroyo, N. (2011). *Producción, tecnología y comercialización del arroz en Costa Rica 1950-2005*. San José, Costa Rica: SIEDIN.

- 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>
- Méndez, E., Beer, J., Faustino, J., & Otárola, A. (2000). *Plantación de árboles en línea* (segunda ed.). Turrialba, Costa Rica: CATIE.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). (1991). *Aspectos técnicos sobre cuarenta y cinco cultivos agrícolas de Costa Rica*. San José, Costa Rica: MAG. Recuperado el 25 de abril de 2017, de [http://www.mag.go.cr/biblioteca\\_virtual\\_ciencia/tec\\_arroz.pdf](http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_ciencia/tec_arroz.pdf)
- Nava, E., García, C., Camacho, J., & Vázquez, E. (2012). Bioplaguicidas: una opción para el control biológico de plagas. *Ra Ximbai*, 8(3b), 17-29. Recuperado el 28 de abril de 2017, de <http://www.redalyc.org/pdf/461/46125177003.pdf>
- Nicholls, C. (2008). *Control biológico de insectos: un enfoque agroecológico*. Medellín, Colombia: Universidad de Antioquia.
- Organización Meteorológica Mundial (OMM). (2011). *Guía de prácticas climatológicas*. Ginebra, Suiza: OMM.
- Organización para Estudios Tropicales. (2006). *Manejo del riego en el cultivo del arroz*. San José, Costa Rica. Recuperado el abril de 26 de 2017, de [http://www.conarroz.com/pdf/manejo\\_riego\\_arroz.pdf](http://www.conarroz.com/pdf/manejo_riego_arroz.pdf)
- 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://www.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.
- RiceTec. (2014). *Indicaciones para el manejo del cultivo: el arroz del futuro, hoy*. Recuperado el 2 de mayo de 2017, de RiceTec:  
[http://www.ricetec.com.ar/downloads/RiceTec\\_RecomendacionesManejoCultivo.pdf](http://www.ricetec.com.ar/downloads/RiceTec_RecomendacionesManejoCultivo.pdf)
- Rojas, L. (2001). La labranza mínima como práctica de producción sostenible en granos básicos. *Agronomía Mesoamericana*, 12(2), 209-2012. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43712213>
- Romero, A., Martínez, M., Alonso, F., Belmonte, F., Marín, P., Ortiz, R., . . . Sánchez, I. (2007). *Los diques de corrección hidrológica: cuenca del río Quípar*. Murcia, España: F.G. GRAF, S.L.:
- Salinas, A. (2010). *Manual de especificaciones técnicas básicas para la elaboración de estructuras de captación de agua de lluvia (SCALL) en el sector agropecuario de Costa Rica y recomendaciones para su utilización*. Universidad Nacional de Costa Rica. Nicoya: CEMEDE.
- 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.
- Serrano, L., & Galindo, E. (2007). Control biológico de organismos fotopatógenos: un reto multidisciplinario. *Ciencia*, 58(1), 77-88.
- Subirós, F. (1995). *El cultivo de la caña de azúcar*. San José, Costa Rica: EUNED.
- Suquilanda, M. (2003). *Manejo integrado de plagas en el cultivo de arroz*. Organización Mundial de la Salud. OMS. Recuperado el 28 de abril de 2017, de <http://roa.ult.edu.cu/bitstream/123456789/2307/1/MIPARROZ.pdf>
- 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>
- Tinoco, R., & Acuña, A. (2009). *Manual de recomendaciones técnicas: Cultivo de arroz (Oryza sativa)*. San José, Costa Rica: INTA.
- Vargas, H. (2008). *Identificación, cuantificación, caracterización y dinámica poblacional de nemátodos en el cultivo de arroz (Oryza sativa) en el cantón de Upala, Región Huetar Norte de Costa Rica*. Tecnológico de Costa Rica. San Carlos, Costa Rica: TEC.
- Vargas, J. (2002). *Programa de Madurante: Comportamiento y análisis de 8 zafras en Central Azucarera Tempisque, S.A. CATSA. Guanacaste. Costa Rica*. CATSA, Central Azucarera Tempisque, S.A. Depto. Investigación, Guanacaste. Costa Rica. Recuperado el 21 de abril de 2017, de <http://www.catsa.net/wordpress/wp-content/uploads/2014/07/Agricola-Programa-de-Madurante-Comportamiento-y-analisis-8-zafras-CATSA-Costa-Rica.pdf>

## ANEXO 2. LISTA DE EXPERTOS CONSULTADOS

	Nombre	Perfil	Provincia	Cantón	Región arrocerá	Teléfono	E-mail	Organización
1	Carlos Sánchez Marín	Técnico	Puntarenas	Golfito	Brunca	2783-6924	csanchez @conarroz.com	CONARROZ
2	Oswaldo Ledezma	Técnico	Limón	Limón	Huetar Caribe	8897-1902	oledezma@conarroz.com	CONARROZ
3	Berter Martínez Ulate	Técnico	Guanacaste	Cañas	Chorotega	2671-0032	bmartinez@conarroz.com	CONARROZ
4	Alban Ordoñez Delgado	Productor	Guanacaste	Bagaces	Chorotega	8730-8257		Propia
5	Elías Quesada	Productor	Guanacaste	Bagaces	Chorotega	8960-5557		Propia
6	Jorge Villegas Rodríguez	Productor	Guanacaste	Bagaces	Chorotega	8435-9143		Propia
7	Omar Jiménez	Productor	Guanacaste	Bagaces	Chorotega	8464-2651		Propia
8	Eduardo Mario Vega	Productor	Guanacaste	Bagaces	Chorotega	8817-2981		Propia
9	Julio Sánchez Gómez	Productor	Guanacaste	Santa Cruz	Chorotega	8834-53-75		
10	Alberto Martín Castro	Productor	Guanacaste	Carrillo	Chorotega	2667-0575		
11	Justo Navarrete Sequeira	Productor	Guanacaste	Carrillo	Chorotega			
12	Iván Goldenberg	Productor	Guanacaste	Nicoya	Chorotega	8835-6969		
13	Oswaldo José Páez Aponte	Investigador	Alajuela	Upala	Huetar Norte	2470-1904	opaez@conarroz.com	CONARROZ
14	Kemper Barboza	Productor	Alajuela	Upala	Huetar Norte	8703-0254		Propia
15	Nelson Álvarez Salguero	Productor	Alajuela	Upala	Huetar Norte	8727-7494		Propia
16	Bolivar Rodríguez	Productor	Alajuela	Upala	Huetar Norte	8894-1837		Propia
17	Keylor Arguello	Productor	Alajuela	Upala	Huetar Norte	8312-3268		Propia
18	Dionel Jiménez Jiménez	Productor	Alajuela	Upala	Huetar Norte	8704-7577		Finca Berlin
19	Olger Rojas	Productor	Alajuela	Upala	Huetar Norte	8389-9878		
20	Marvin Cruz	Productor	Alajuela	Upala	Huetar Norte	86571486		
21	Duncan Elizondo Salazar	Productor	Alajuela	Upala	Huetar Norte	84640319		
22	Angélica Villegas	Técnico	Puntarenas	Parrita	Pacífico central	4702-9737	avillegas@conarroz.com	CONARROZ
23	Adolfo Valverde Sánchez	Productor	Puntarenas	Parrita	Pacífico central	8344-1723	adovasa@hotmail.com	
24	Daniel Fernández Barrantes	Productor	Puntarenas	Parrita	Pacífico central	8316-9760	daniel.fernandez.ba@gmail.com	

25	Néstor Zúñiga Pereira	Productor	Puntarenas	Parrita	Pacífico central	8345-0406	<a href="mailto:nzuniga@fparrita.net">nzuniga@fparrita.net</a>	DAPASA (Desarrollo Agropecuario del Parrita S.A)
26	Dani Salazar Hernández	Productor	Puntarenas	Parrita	Pacífico central	7161-3633	monillo88@hotmail.com	
27	José Alexis Quesada	Productor	Puntarenas	Quepos	Pacífico central	8819-2747	josequesada13@gmail.com	
28	Erick Jiménez Madrigal	Productor	Puntarenas	Parrita	Pacífico central	8889-5456	erickmj1968@gmail.com	
29	William Marín Salazar	Productor	Puntarenas	Parrita	Pacífico central	8894-5577	marinwilliam587@gmail.com	

