

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

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

FICHA TÉCNICA

CULTIVO DE YUCA

Realizado con el aporte del Fondo de Adaptación

Elaborado por:

Armando Vargas Céspedes, Bsc¹

William Watler, MSc²

Mariela Morales, MSc³

Raffaele Vignola, PhD⁴

Diciembre, 2017

Para la realización de este estudio se reconoce el apoyo de funcionarios del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria-INTA, del Tecnológico de Costa Rica-TEC, del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), quienes aportaron significativamente al desarrollo de la investigación.

¹ Consultor CLADA, CATIE

² Miembro del Programa de Cambio Climático y Cuencas, CATIE

³ Investigadora/ Coordinadora de proyectos CATIE

⁴ Líder del Programa de Cambio Climático y Cuencas CATIE, Director de la Cátedra Latinoamericana en Decisiones Ambientales para el Cambio Global (CLADA), CATIE

Tabla de contenido

LISTA DE ACRÓNIMOS	3
INTRODUCCIÓN.....	4
METODOLOGÍA.....	5
TIPIFICACIÓN DEL SISTEMA PRODUCTIVO DE YUCA.....	7
1. Especificaciones técnicas	7
2. Fases fenológicas del cultivo de yuca.....	8
2.1 Descripción general de las fases fenológicas.....	8
- Especificaciones de las fases del ciclo fenológico por región productiva	9
3. Prácticas recomendadas para el manejo de la plantación.....	11
3.1 Preparación de suelo.....	11
3.2 Siembra	11
3.3 Posición de estaca	12
3.4 Distancia de siembra	12
3.5 Fertilización.....	13
3.6 Manejo de malezas	13
3.7 Manejo de plagas	14
3.8 Manejo de enfermedades.....	16
ANÁLISIS DE EXPOSICIÓN DEL CULTIVO DE LA YUCA DE ACUERDO CON LAS CONDICIONES DE SITIO Y LAS AMENAZAS CLIMÁTICAS OBSERVADAS.....	18
1. Ubicación espacial de las regiones productoras de yuca en Costa Rica.....	18
2. Sistematización de información sobre la sensibilidad del cultivo a eventos climáticos.....	19
3. Identificación de los factores de exposición a los eventos climáticos y no climáticos extremos que afectan la productividad en las regiones productoras de yuca, en Costa Rica	20
4. Información complementaria a los eventos climáticos y no climáticos extremos que afectan la producción en las regiones productoras de yuca del país	24
4.1 Base de datos DesInventar	24
IDENTIFICACIÓN DE PRÁCTICAS QUE PERMITAN PREVENIR Y/O REDUCIR EL IMPACTO DE LOS EVENTOS CLIMÁTICOS EN ES SISTEMA PRODUCTIVO DE LA YUCA.....	26
1. Prácticas para la reducción de impactos de eventos climáticos.....	26
2. Prácticas identificadas para la reducción de impacto de eventos climáticos por fase de cultivo de acuerdo con la consulta a expertos	30
3. Evaluación de las prácticas identificadas y su impacto sobre el agroecosistema ..	48
4. Cuantificación de costos de las prácticas identificadas.....	50
ANEXOS.....	57
ANEXO 1. GLOSARIO DE TÉRMINOS UTILIZADOS DURANTE LA CONSULTA A EXPERTOS...	57
ANEXO 2. LISTA DE EXPERTOS CONSULTADOS PARA EL DESARROLLO DEL ESTUDIO	67

LISTA DE ACRÓNIMOS

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

INTRODUCCIÓN

La yuca (*Manihot esculenta*) es un cultivo tropical, el cual se adapta muy bien a las condiciones climáticas de Costa Rica. Su principal destino de producción es el mercado internacional, el valor de las exportaciones pasó de U\$D 9,4 millones en el año de 1990 a U\$D 66,9 millones en el año 2015. En el año del 2015 el país exportó más de 90,000 toneladas de yuca a 23 países, generando un ingreso por U\$D 66,968 millones. El principal importador de yuca costarricense son los Estados Unidos, al que se exportaron 69,660 toneladas (38,4% de yuca congelada y 61,6% de yuca fresca/parafinada). Dicho volumen, constituye el 65,21% del total de exportaciones, el segundo mercado es el Holandés, con el 12% del total de las exportaciones (CNP, 2016).

Su dinámica está en función del comportamiento de otras actividades productivas, como la siembra de piña y ñame. El área sembrada de yuca en Costa Rica ha estado en constante crecimiento: en 1990 se sembraron 3092 ha (SEPSA, 2001), mientras que en el Censo Agropecuario de 2015 se reportó un área cultivada de 15,045 ha.

El consumo interno está aún en desarrollo y se utiliza principalmente para consumo fresco. El principal mercado nacional de la yuca es el Centro Nacional de Abastecimiento y Distribución de Alimentos (CENADA), al que en 2015 ingresaron 4310,5 toneladas, provenientes en su totalidad de la provincia de Alajuela, específicamente del cantón de San Carlos (Aguilar et al, 2016).

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

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

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

METODOLOGÍA

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

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

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

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

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

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

- I. Tipificar el sistema productivo de interés.
- II. Determinar el grado de exposición de los cultivos, basado en sus condiciones de sitio y de las amenazas climáticas observadas.
- III. Identificar prácticas que permitan prevenir o bien reducir el impacto de los eventos climáticos en los sistemas productivos de interés.

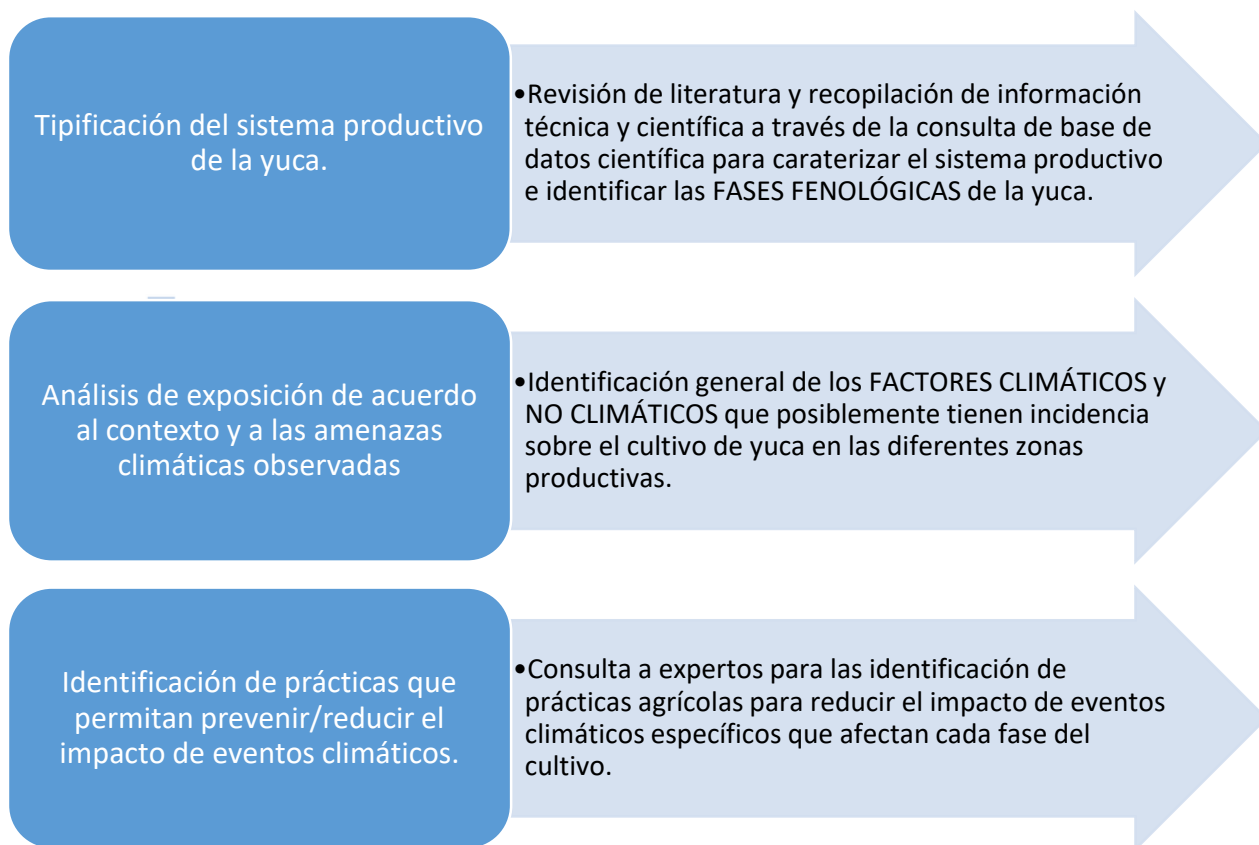


Figura 1. Proceso metodológico para el cultivo de yuca.

TIPIFICACIÓN DEL SISTEMA PRODUCTIVO DE YUCA

1. Especificaciones técnicas

El cultivo de yuca es uno de los principales cultivos que se ha desarrollado a nivel mundial como sustituto en alimentación humana debido al incremento en los precios de cultivos como el trigo y el maíz; principales fuentes para el desarrollo de cereales. Como se puede observar en el cuadro 1, la yuca deriva de la familia género *Euphorbiaceae* (Quirós & De Diego, 2006).

Cuadro 1. Generalidades taxonómicas del cultivo de la yuca

Nombre Común	Yuca
Nombre Científico	<i>Manihot esculenta Crantz</i>
Familia	<i>Euphorbiaceae</i>
Centro de Origen	América Tropical

Fuente: (Sánchez, 2007; Quirós & De Diego, 2006; Torres, 2010)

- Variedades:

A nivel nacional la variedad más utilizada es la valencia, sin embargo existen otras variedades que se siembran en menores escalas como la brasileña y la señorita, que se describen a continuación.

- Variedad Valencia o Algodón

La valencia es una variedad de porte erecto, presenta ramificaciones a nivel intermedio de la planta, el tallo es delgado y con un sistema radical pequeño, las hojas son de forma lanceoladas y el peciolo de color morado; la principal característica de valencia es que posee un pedúnculo más pronunciado que facilita el corte sin dañar la yuca y la cosecha. Esta variedad es muy aceptada en el mercado internacional ya que es de forma cónica y de tamaño pequeño que simplifica el parafinado y el empaque (Aguilar *et al.*, 2016; Fonseca & Saborío, 2001).

Otro factor importante de esta variedad es la tolerancia a la sequía, por lo que en el país se siembra en zonas secas entre Mayo–Octubre y en zonas más húmedas se puede sembrar de Mayo–Enero. La duración del ciclo desde la siembra hasta la cosecha es de 10-12 meses y en ciertas zonas del país el ciclo se puede acortar de 8-10 meses; manteniendo buena producción y calidad (Quirós *et al.*, 2007; Furcal *et al.*, 2015).

- Variedad señorita

Es una variedad de alto potencial y buen rendimiento; la planta es de porte erecto, de hojas lanceoladas y se caracteriza principalmente por la coloración morada o bronceada en los puntos de crecimiento. Las yucas son alargadas y se utilizan para la fabricación de harinas y para congelado. El ciclo dura alrededor de 12 meses y al contrario

de la variedad valencia el ciclo no se puede acortar, ya que entre 8-10 meses la yuca está inmadura y posee un sabor amargo; además presenta periodos de oxidación más corto, lo que provoca menos vida en poscosecha y menor tiempo en el proceso después de la cosecha (Aguilar *et al.*, 2016).

2. Fases fenológicas del cultivo de yuca

El ciclo fenológico de la yuca se ha dividido en cinco fases fenológicas, iniciando desde la fase de brotación (fase 1) hasta la fase de reposo de la planta (fase 5). La duración del ciclo según Quirós & De Diego (2006) y Nicaragua *et al.* (2004) varía de acuerdo con la variedad y las condiciones de la región productiva del país, como se demuestra a continuación:

2.1 Descripción general de las fases fenológicas

1) Fase de brotación

El material vegetativo que se utiliza como semilla en el cultivo de yuca se llama estaca y es una porción del tallo de la planta madura; cada nudo de estaca contiene almacenadas reservas que son utilizadas para que emerja el sistema radical y la brotación de tallos aéreos. El sistema radical comienza a emerger entre los 5-7 días después de la siembra y a los 10-12 días después de siembra aparecen las primeras hojas.

2) Fase de formación del sistema radicular

El material vegetativo que se utiliza como semilla en el cultivo de yuca se llama estaca y es una porción del tallo de la planta madura; cada nudo de estaca contiene almacenadas reservas que son utilizadas para que emerja el sistema radical y la brotación de tallos aéreos. El sistema radical comienza a emerger entre los 5-7 días después de la siembra y a los 10-12 días después de siembra aparecen las primeras hojas.

3) Fase de desarrollo de tallos y hojas

La duración de esta fase depende de la variedad que se utilice; en variedades precoces oscilan entre los 60-70 días, mientras que las tardías duran alrededor de 85-95 días. Es la etapa de mayor actividad fisiológica, debido al aumento de biomasa en relación con el crecimiento de tallos, hojas y raíces.

4) Fase de engrosamiento de raíces

La etapa de engrosamiento de raíces comienza aproximadamente a los 6 meses después de la siembra; en esta fase se realiza la mayor tasa de translocación de fotoasimilados al sistema radical o raíces tuberosas que empiezan almacenar reservas principalmente almidón. La duración es de aproximadamente 5 meses dependiendo de

la variedad y conforme se acerca al final de la etapa la producción de hojas y tallos disminuye.

5) Fase de reposo

El reposo es la última fase del cultivo de yuca; la planta comienza a perder hojas o defoliarse, detiene completamente el crecimiento vegetativo y puede durar alrededor de un mes. Aunque la planta disminuya a la actividad foliar, la planta sigue en el proceso de acumulación de almidones y puede ser cosechada en cualquier momento (dependiendo del mercado).

2.2 Especificaciones de las fases del ciclo fenológico por región productiva

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

- Región productiva Huetar Caribe

De acuerdo con expertos de la región productiva Huetar Caribe, el ciclo del cultivo de la yuca tiene una duración aproximada de trescientos trece días (313). La región no posee época de siembra establecida, por lo que se realiza en el transcurso del año para mantener una constante en la producción y aprovechar la disponibilidad de la parcela o área de cultivo; debido a que después de la cosecha se comienza la preparación de suelo y al mes se realiza la siembra. La variedad Valencia es la más utilizada en la zona del Caribe por sus características organolépticas (sabor y consistencia), alta resistencia en poscosecha y alta demanda en el mercado nacional e internacional.

La fase de brotación en esta región tiene una duración aproximada de diez días (10), la etapa de formación del sistema radicular dura alrededor de ochenta y seis días (86); seguidamente se da el desarrollo de tallos y hojas (fase con mayor actividad fotosintética) que dura aproximadamente ochenta y nueve (89) días. La fase de engrosamiento de raíces comienza a los ciento ochenta y cinco (85) días después de la siembra y dura aproximadamente noventa y ocho (98) días; la última fase de reposo puede durar alrededor de treinta (30) días y generalmente no se cumple; ya que en esta etapa la yuca esta lista para cosechar y va depender del precio, la oferta y la demanda del mercado para determinar el día de cosecha.

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

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

0-----10 DDS-----96 DDS-----185 DDS-----283 DDS-----313 DDS				
Brotación	Formación del sistema radicular	Desarrollo de tallos y hojas	Engrosamiento de raíces	Reposo
				
Fuente: Elaboración propia				

- Región productiva Huetar Norte

De acuerdo con expertos de la región productiva Huetar Norte, el ciclo del cultivo de la yuca fisiológicamente dura alrededor de doce meses (12), los productores han adoptado una disminución en la duración del ciclo de aproximadamente treientos doce días (312). La siembra se realiza en el transcurso del año para mantener una constante en la producción; sin embargo en el mes de mayo se siembra en promedio la mayor cantidad de yuca por la entrada de la época lluviosa. La variedad Valencia es la más utilizada en la zona norte por sus características organolépticas (sabor y consistencia), es yuca blanca, seleccionada por las empacadoras, alta resistencia en poscosecha y alta demanda en el mercado nacional e internacional.

La fase de brotación en esta región tiene una duración aproximada de diez (10) días, la etapa de formación del sistema radicular dura alrededor de ochenta y seis (86) días; seguidamente se da el desarrollo de tallos y hojas (fase con mayor actividad fotosintética) que dura aproximadamente ochenta y cuatro (84) días. La fase de engrosamiento de raíces comienza a los ciento ochenta (180) días después de la siembra y dura aproximadamente ciento cinco (105) días; la última fase de reposo puede durar alrededor de veintisiete (27) días y generalmente no se cumple; ya que en esta etapa la yuca esta lista para cosechar y va depender del precio, la oferta y la demanda del mercado para determinar el día de cosecha.

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

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

0-----10 DDS-----96 DDS-----180 DDS-----285 DDS-----312 DDS				
Brotación	Formación del sistema radicular	Desarrollo de tallos y hojas	Engrosamiento de raíces	Reposo
				
Fuente: Elaboración propia				

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 la yuca en Costa Rica.

3.1 Preparación de suelo

La preparación del suelo es una de las principales labores para el cultivo de la yuca, ya que requiere suelos bien drenados y profundos que faciliten el desarrollo de raíces tuberosas. Para esto se recomienda realizar el pase de subsolador para mejorar la aireación y en caso de suelos muy compactados realizar dos pases en forma perpendicular; seguidamente se realiza el pase de la rastra (dos pases) para afinar el suelo y por último, se conforman las camas con el alomillador a una distancia aproximada de 1.2-1.5 metros entre cada lomillo y alrededor de 0.20-0.30 metros de altura (Quirós & De Diego, 2006; Gómez et al. 2015).

3.2 Siembra

La siembra de la yuca se puede realizar utilizando diferentes métodos; los cuales van a depender de las características edafoclimáticas como tipo de suelo, precipitación, pendiente, entre otras. Los métodos utilizados según Aguilar *et al.* (2016) son:

- Siembra en lomillo: se basa en realizar lomillos altos y colocar las semillas en la parte más alta para evitar la pudrición de raíces por anegamiento; además beneficia el desarrollo y crecimiento de la yuca. Es muy utilizada en regiones con alta precipitación.
- Siembra en plano: este método se utiliza para suelos bien drenados, profundos y que presenten texturas francas; no requiere el uso de maquinaria pesada como el subsolador o el alomillador, se puede realizar por espeque y en regiones con baja precipitación.

- Siembra en surcos o rayado: la preparación de suelo se realiza con maquinaria o con tracción animal para la formación de surcos; se utilizan en lugares planos, con suelos francos, profundos y buen drenaje. Después de la formación de surcos se colocan las estacas dentro del canal y se tapan con suelo; además favorece las labores del cultivo, disminuye la mano obra y los costos de producción.
- Siembra en camas: para realizar este método se utiliza una encamadora; este es un implemento utilizado en el cultivo de piña para formar camas de aproximadamente 2 metros de ancho y se siembran dos hileras en forma longitudinal a las camas.

3.3 Posición de estaca

La estaca o semilla de la yuca según Quirós & De Diego (2006) y Nicaragua *et al.* (2004) puede colocarse en tres diferentes posiciones; como se describen a continuación:

- Horizontal: este sistema se utiliza en siembras en surcos de forma mecanizada, aunque se puede utilizar de forma manual o con tracción animal. De esta forma la semilla queda totalmente cubierta por suelo y las raíces se forman en el extremo opuesto a las yemas; además se ha determinado que estimula mayor cantidad de raíces.
- Vertical: se basa en colocar la semilla de forma perpendicular a la superficie del suelo; de esta forma el sistema radical se forma en el extremo inferior y se extienden en forma radial. Se recomienda introducir al suelo aproximadamente 4 yemas para garantizar el desarrollo de la planta.
- Inclinas: la semilla se debe introducir al suelo con un ángulo de 45° con respecto a la superficie manteniendo cubiertas al menos 2-3 yemas fuera del suelo; esta posición de la estaca facilita la cosecha y disminuye el porcentaje de yucas quebradas.

3.4 Distancia de siembra

La selección sobre el tipo y densidad de siembra se determina por las características de suelo, clima, fertilidad, variedad y el mercado destino; en variedades de porte erecto las densidades de siembra se aproximan entre 10000-15000 plantas por hectárea utilizando distancias de 0,7-1 metro entre plantas y 1 metro entre surcos. Variedades ramificadas utilizan densidades entre 2500-3500 plantas por hectárea; ya que requieren distancias de 2 metros entre planta y 2 metros entre hileras. (Nicaragua *et al.*, 2004; Fonseca & Saborío, 2001; Quirós & De Diego, 2006). A nivel nacional la variedad Valencia es la más utilizada en plantaciones comerciales para exportación y consumo nacional; la siembra de estacas se realiza a 0,4 metros entre plantas y 1,2-1,5 metros entre surcos o lomillos. Para la región Norte (San Carlos) se puede sembrar a 0,60 metros entre plantas y 1-1,2 metros entre surcos (Quirós *et al.*, 2007).

3.5 Fertilización

La yuca es un cultivo que ha demostrado una alta eficiencia y fuerte extracción de nutrientes del suelo; al hecho de considerarse como un cultivo esterilizador del suelo. Lo que provoca desbalances nutricionales y disminución en los rendimientos cuando se realizan dos o más siembras consecutivas; por lo que se recomienda la rotación de cultivos y proporcionar los nutrientes requeridos por la planta (Quirós *et al.*, 2007).

El plan de fertilización se determina en relación entre las necesidades del cultivo y la cantidad de nutrientes que puede extraer la planta en las diferentes fases fenológicas. Quirós & De Diego (2006) mencionan que la yuca es un fuerte extractor de nutrientes, principalmente nitrógeno, potasio y calcio; se ha determinado que una planta extrae por ciclo de cultivo un aproximado de 4,42 kg/ha de nitrógeno, 0,67 kg/ha de fósforo, 3,58 kg/ha de potasio, 1,36 kg/ha de calcio, 0,82 kg/ha de magnesio y 0,42 kg/ha de silicio. A nivel general Aguilar (1999) citado por (Quirós & De Diego, 2006), recomienda aplicar 10-12 kg/ha de nitrógeno, 24-30 kg/ha P₂O₅ y 10-12 kg/ha de K₂O en la fase de brotación y tres meses después de la siembra aplicar 30-40 kg/ha de nitrógeno, 6-10 kg/ha de P₂O₅ y 40-62 kg/ha de K₂O.

A nivel nacional se utilizan fertilizantes con fórmulas ya establecidas comercialmente que son aplicadas en forma general; según Aguilar *et al.* (2016) se recomienda aplicar seis sacos (45Kg) de 10-30-10 o 12-24-12 por hectárea en la fase de brotación y a los tres meses después de la siembra aplicar seis sacos (45Kg) de 15-3-31 o 18-5-15-6-2 por hectárea; la última fertilización se puede fraccionar en dos partes y con una diferencia de un mes para aprovechar mejor el fertilizante.

3.6 Manejo de malezas

Las malezas dentro del cultivo de la yuca compiten por agua, luz y nutrientes que disminuyen los rendimientos; el periodo crítico empieza desde la siembra y finaliza alrededor de los tres meses después de la brotación. El control de maleza se debe realizar desde la preparación de suelo con pases de arado y rastra; seguidamente aplicaciones de herbicidas preemergentes y de contacto antes de la siembra como la ametrina+pendimetalina (150 ml/bomba 18L) y paraquat (100 ml/bomba 18L). Después de la brotación se puede realizar un control manual con deshierbas en los lomillos, control mecánico con moto guadaña y control químico con fluazifop (60 ml/bomba 18L) entre lomillos (Estrada, 2013).

- Plagas y enfermedades:

La yuca es un cultivo susceptible a diferentes tipos de plagas y enfermedades, las cuales varían de acuerdo a las zonas geográficas y condiciones ambientales, ocasionando importantes pérdidas económicas (Valverde, 2015). Fonseca & Saborío (2001) mencionan que en Costa Rica los principales insectos que afectan la yuca con una acción devastadora son los denominados popularmente “gusanos cachones”, además las plantaciones se ven afectadas por diferentes hongos y virus; siendo fundamental la buena selección y desinfección de la semilla. En cuanto a insectos dañinos y su combate^[SEP] los

principales daños se dan por trips y ácaros: el ácaro verde de la yuca y las arañitas rojas. Sin embargo, la planta soporta el daño y no es rentable el combate (Quirós et al, 2007).

3.7 Manejo de plagas

Gusanos cachones (*Erynnis ello* sp.)

El gusano cachón es una plaga que se adapta a diferentes condiciones climáticas, un amplio rango de hospederos y alta capacidad de migración; lo que provoca ser una plaga de suma importancia en el cultivo de la yuca. El ataque de *Erynnis ello* en las primeras fases del ciclo puede ocasionar disminución en el rendimiento y en fases más avanzadas del cultivo puede reducir el tamaño, la calidad poscosecha y el acúmulo de almidón en yucas; cuando se aumenta el índice poblacional de la plaga puede provocar defoliación total de la planta (Fonseca & Saborío, 2001).

El manejo cultural de la plaga se puede realizar mediante la eliminación de malezas hospederas dentro y alrededor del área sembrada, voltear el suelo después de la cosecha para desecar las pupas, la rotación de cultivos y la recolección manual de las larvas. El control biológico se realiza con aplicaciones de *Bacillus thuringiensis* y *Metarrizium*; además el uso de parasitoides como la avispa *Trichogramma* sp o *Cotesia americana* y algunos depredadores como *Chrysopa* sp (Aguilar et al., 2016; Arias et al., 2001)

Trips (*Frankliniella williamsi*)

Los trips es una plaga muy común en el cultivo de la yuca, son muy pequeños, coloración amarilla y pueden medir aproximadamente 1,5 mm de longitud; los daños se pueden observar principalmente en los brotes y las hojas más tiernas. Altas poblaciones de trips pueden ocasionar daños severos en los puntos de crecimiento, retrasan el desarrollo de la planta y estimulan brotes laterales que son afectados por el mismo daño. Esta plaga se ve favorecida en períodos secos y puede ser confundida por productores sarna de la yuca, que presenta deformidades en las hojas (Quirós et al, 2007).

El manejo de trips se puede realizar de forma cultural eliminando plantas hospederas, realizando rotación de cultivos, se recomienda aplicar riego en épocas secas y mantener la fertilización adecuada para cubrir las necesidades. El control biológico se realiza aplicando *Beauveria bassiana* una vez por semana, utilizando depredadores de la familia Lygeidae y Coccinallidae. Como ultima estrategia de control se realiza aplicaciones de dimethoato, carbamato o imidacloprid para reducir las poblaciones y daños ocasionados (Valdez & Hernández, 2014).

Acaro verde la yuca (*Mononychellus* sp.)

Los ácaros atacan y se desarrollan en los brotes nuevos de yemas, hojas jóvenes y partes de tallo; las lesiones que ocasionan comienzan con un punto amarillento que se va extendiendo y va adquiriendo una apariencia moteada y bronceada en el área afectada. Conforme aumenta la severidad disminuye el área foliar y la tasa fotosintética de la planta; hasta llegar a secar las hojas o defoliar la planta (Álvarez et al, 2002).

El manejo de ácaros se puede realizar biológicamente utilizando hongos Zygomycetes y fitoseidos; el Staphylinidae oligota es un insecto depredador de los más promisorios

para su control. El manejo cultural se recomienda la rotación de cultivos, la eliminación de hospederos alrededor del cultivo y el monitoreo semanal de las plantas. El combate químico se deja como última alternativa y se pueden aplicar acaricidas (Aguilar *et al.*, 2016).

Mosca blanca (*Trialeurodes variabilis*; *Aleurotrachelus socialis*)

La mosca blanca es una plaga con gran importancia económica a nivel mundial; ya que se puede presentar en una gran variabilidad de cultivos provocando pérdidas de rendimiento. Los adultos se ubican en los cogollos de la planta de la yuca para chupar la savia de las hojas más tiernas mientras que las ninfas se encuentran en la zona intermedia de la planta succionando los nutrientes elaborados que viajan dentro del floema; este proceso ocasiona deformación y amarillamiento de hojas jóvenes. Además, puede provocar la diseminación de virus y enfermedades como la fumagina que impiden la producción de fotoasimilados mediante la fotosíntesis (Bellotti *et al.*, 2007).

El problema de las plagas *T. variabilis* y *A. socialis* se puede reducir mediante un manejo integrado de plagas; la eliminación de hospederos de la plaga, proveer los requerimientos nutricionales de la planta y seleccionar la época de siembra son prácticas culturales. El control biológico se realiza con aplicaciones de hongos entomopatógenos como *Beauveria bassiana*, *Verticillium lecanii* y *Metarhizium anisopliae*; así como el uso de parasitoides como *Amitus aleurodinis* y *Eretmocerus aleurodiphaga*. La última alternativa es el uso de productos químicos como Dimetoato, Thiamethoxam, Etofenprox o Imidacloprid para reducir las poblaciones del insecto (Bellotti *et al.*, 2007; Aguilar *et al.*, 2016).

Zompopas (*Atta sp.* y *Acromyrmex sp.*)

La yuca se caracteriza por ser hospedero de una gran biodiversidad de insectos; tal es el caso de las hormigas cortadoras o zompopas, las que tienen mayor impacto en el cultivo son *Atta sp.* y *Acromyrmex sp.*, que a gran escala pueden provocar pérdida del índice foliar de las plantas y defoliación. Los principales problemas se observan en las primeras etapas de establecimiento del cultivo donde dañan los ápices de crecimiento; así como lesiones en las hojas donde aparecen cortes semicirculares que disminuyen la capacidad fotosintética de la planta (Bertorelli *et al.*, 2006).

El manejo biológico se puede realizar mediante la aplicación de hongos entomopatógenos como *Trichoderma*, *Metarhizium anisopliae* y *Beauveria bassiana* sobre los hormigueros o sobre el follaje afectado con dosis aproximada de 250 gramos por bomba (16 litros); como también se pueden impregnar granos de arroz como cebos y colocarlos alrededor de los hormigueros. El control químico se realiza con cebos a base de una mezcla de 40 gramos de borato de sodio, 50 ml de extracto de jugo de naranja y un kilogramo de puntilla de arroz que son colocados alrededor y en la entrada principal del hormiguero (Aguilar *et al.*, 2016).

3.8 Manejo de enfermedades

Sarna o súper alargamiento de la yuca (*Sphaceloma manihoticola*)

El patógeno *Sphaceloma manihoticola* es un hongo que se hospeda sobre la epidermis del tallo de la yuca; conforme avanza la enfermedad puede penetrar los tejidos intercelulares que aumentan la producción de giberelinas, provocando un alargamiento exagerado de los entrenudos, el tallo no engruesa y debilita a la planta. Además, otro de los síntomas es la aparición de chancros en hojas y tallos de coloración amarilla; dependiendo del grado de infección el tamaño y forma pueden variar de la lesión (Aguilar *et al.*, 2016; Álvarez *et al.*, 2002).

El manejo de la enfermedad se puede realizar principalmente en la selección de variedades tolerantes y libres de enfermedades; la rotación de cultivos con gramíneas, época de siembra con menor precipitación y tratamientos de semillas con agua caliente alrededor de 49°C u oxiclورو de cobre (Nicaragua *et al.*, 2004; Álvarez *et al.*, 2002).

Mancha parda (*Cercospora henningsii*)

La mancha parda es una enfermedad fungosa que provoca lesiones color café rojizo o marrón en las hojas del cultivo de la yuca, son de forma irregular, al centro de la mancha se torna de color gris-oliváceo y alrededor presenta un halo de amarillento. Conforme la enfermedad avanza las hojas presentan un amarillamiento uniforme, seguidamente se secan y termina defoliando la planta; provocando pérdidas en el rendimiento. El control cultural se realiza seleccionando materiales reproductivos de plantaciones sanas o variedades resistentes, prácticas agronómicas que reduzcan los excesos de humedad. El control químico se realiza con aplicaciones de fungidas a base de óxido de cobre y oxiclورو de cobre en mezcla con aceite mineral para aumentar su eficacia (Ospina & Ceballos, 2002).

Mancha blanca (*Phaeoramularia manihotis*)

El patógeno *P. manihotis* es considerado de suma importancia para el cultivo de la yuca, provoca lesiones en la lámina foliar de las hojas con un tamaño aproximado de 1 a 7 milímetros de diámetro (más pequeñas que *Cercospora henningsii*), presenta formas circulares o angulares, una coloración blanquecina al centro y rodeadas por un borde o línea irregular de color pardo-violeta; alrededor de la lesión se puede observar un halo de color marrón. Se disemina por medio de fuertes ráfagas de viento o por el salpique de agua de lluvia; en época seca puede sobrevivir en residuos de cosecha hasta la temporada de lluvias. Para el manejo de esta enfermedad se utilizan las mismas medidas de control que se recomiendan para la mancha parda (Ospina & Ceballos, 2002).

Cuero de sapo (Fitoplasma)

El cuero de sapo es la principal enfermedad del cultivo de la yuca; ya que afecta directamente las raíces de la planta y ocasionar pérdidas de un 90% en el rendimiento. Este problema es causado por bacterias sin pared celular llamadas fitoplasmas, se

mueven en el interior de planta por el floema y la forma de diseminarse es mediante insectos. Los primeros síntomas comienzan con un engrosamiento en la base del tallo y se observa una fisura longitudinal que se desarrolla desde la base hasta la parte distal de la raíz. Al tiempo las fisuras cicatrizan formando una red de hendiduras de apariencia corchosa en la yuca; provocando pérdida en estética y calidad (Torres, 2013).

La principal recomendación para el manejo de la enfermedad de cuero de Sapo es realizar la selección de semillas de la yuca con mayor vigor y libres de lesiones; utilizar lotes madre para la producción de semilla, usar semillas provenientes de plantas in vitro como lotes madre, eliminar plantas con síntomas e incinerarlas. La enfermedad al ser transmitida por insectos es recomendable mantener bajas las poblaciones principalmente de mosca blanca y hemípteros chupadores. (Gómez *et al.*, 2015).

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

En esta sección se presenta los resultados del análisis de exposición del cultivo de la yuca considerando las condiciones de sitio/región versus sus potenciales amenazas climáticas y no climáticas. Para esto, se presenta el mapa de ubicación espacial de las principales regiones productoras de yuca o bien las zonas con mayor cobertura de yuca cultivado en el territorio nacional, según información del MAG para el año 2017, seguidamente se hace una identificación detallada de los factores de exposición a los eventos climáticos y no climáticos para las dos regiones productoras de yuca de mayor interés por el Instituto Nacional de Seguros (INS). Los resultados obtenidos de este proceso descrito fueron debidamente consultados y validados con los especialistas locales y nacionales.

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

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

El cultivo de la yuca como se observa en la figura 2, tiene mayor importancia socioeconómica o bien de prioridad por parte del INSS en las siguientes dos regiones productoras del territorio nacional. La región productora Huetar Norte, la cual comprende la provincia de Alajuela de los cantones de Upala, San Carlos y Los chiles, y la región productora de yuca Huetar Caribe de las provincias de Limón y Heredia, cantones de Pococí, Matina, Siquirres, Guácimo y Sarapiquí (SFE-MAG, 2017; CATIE, 2017).

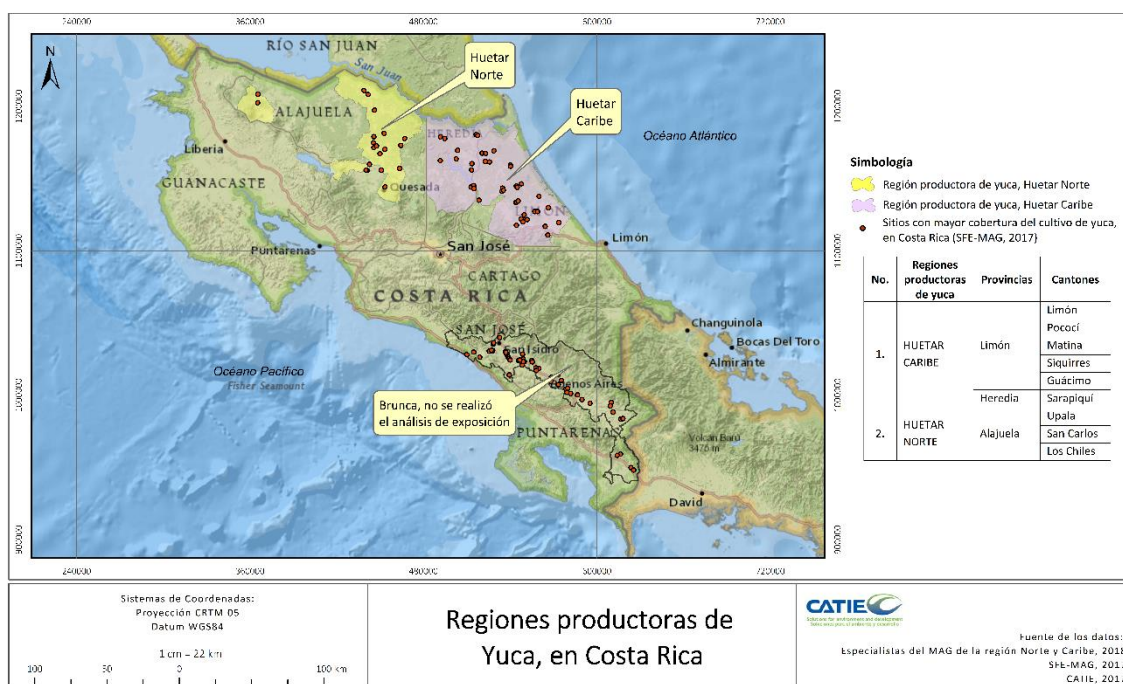


Figura 2. Regiones productoras de yuca, en Costa Rica

Fuentes: SFE-MAG, 2017; CATIE, 2017

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

De acuerdo con la información secundaria existente en la literatura, los efectos de los eventos climáticos que afectan directamente al rendimiento del cultivo de la yuca, se resumen en el cuadro a continuación:

Cuadro 4. Aspectos climáticos críticos para el desarrollo del cultivo de la yuca

Aspectos críticos	Fases				
	Brotación	Formación del sistema radicular	Desarrollo de tallos y hojas	Engrosamiento de raíces	Reposo
Puntos críticos en relación al clima	Temperaturas óptimas entre los 20°C a 30°C. Por sobre estas se sufre de estrés calórico. ² Hay gran relación en el tamaño de las hojas y épocas de sequía en donde se producen menos hojas y estas son más pequeñas. ³ Cuando la temperatura baja de 16 °C el crecimiento de la yuca se detiene ⁴	Temperaturas óptimas entre los 20°C a 30°C. Por sobre estas se sufre de estrés calórico. Hay gran relación en el tamaño de las hojas y épocas de sequía en donde se producen menos hojas y estas son más pequeñas. Cuando la temperatura baja de 16 °C el crecimiento de la yuca se detiene	Poca tolerancia a los vientos (efecto de desecación del follaje y la pérdida del mismo). Temperaturas óptimas entre los 20°C a 30°C. Por sobre estas se sufre de estrés calórico. Hay gran relación en el tamaño de las hojas y épocas de sequía en donde se producen menos hojas y estas son más pequeñas. Cuando la temperatura baja de 16 °C el crecimiento de la yuca se detiene	Poca tolerancia a los vientos (efecto de desecación del follaje y la pérdida del mismo). Temperaturas óptimas entre los 20°C a 30°C. Por sobre estas se sufre de estrés calórico. Hay gran relación en el tamaño de las hojas y épocas de sequía en donde se producen menos hojas y estas son más pequeñas. Cuando la temperatura baja de 16 °C el crecimiento de la yuca se detiene	Poca tolerancia a los vientos (efecto de desecación del follaje y la pérdida del mismo) ¹
Problemas Fitosanitarios en relación al clima	<i>Trips Frankliniella williamsi</i> (Hood) (Thysanoptera : Thripidae): Ataque de esta plaga es mucho más severo durante los períodos secos. ⁵ Ácaros: La incidencia de ácaros es más frecuente en	<i>Trips Frankliniella williamsi</i> (Hood) (Thysanoptera : Thripidae): Ataque de esta plaga es mucho más severo durante los períodos secos. Ácaros: La incidencia de ácaros es más frecuente en	<i>Trips Frankliniella williamsi</i> (Hood) (Thysanoptera: Thripidae): Ataque de esta plaga es mucho más severo durante los períodos secos. Ácaros: La incidencia de ácaros es más frecuente en época seca Hongos como el <i>Phaeromularia manihotis</i> que	<i>Trips Frankliniella williamsi</i> (Hood) (Thysanoptera: Thripidae): Ataque de esta plaga es mucho más severo durante los períodos secos. Ácaros: La incidencia de ácaros es más frecuente en época seca Hongos como el <i>Phaeromularia manihotis</i> que	

	época seca. ⁶ Hongos como el <i>Phaeromularia manihotis</i> que produce la "mancha blanca", se presentan cuando azotan vientos o temperaturas frías, anormales de las zonas productoras ⁷	época seca. Hongos como el <i>Phaeromularia manihotis</i> que produce la "mancha blanca", se presentan cuando azotan vientos o temperaturas frías, anormales de las zonas productoras	produce la "mancha blanca", se presentan cuando azotan vientos o temperaturas frías, anormales de las zonas productoras	produce la "mancha blanca", se presentan cuando azotan vientos o temperaturas frías, anormales de las zonas productoras	
^{1, 2, 3, 4} (Quirós & De Diego, 2006). <i>Análisis de crecimiento y Absorción de nutrimentos en yuca (Manihot esculenta) en El Tanque de La Fortuna, San Carlos, Alajuela</i> . Instituto Tecnológico de Costa Rica, Sede Regional San Carlos, La Fortuna. ^{5, 6} (Quirós et al, 2007). <i>Caracterización de la Agrocadena de Raíces Tropicales, Región Atlántica, Costa Rica</i> . Ministerio de Agricultura y Ganadería, San José. ⁷ (Fonseca & Saborío, 2001). <i>Tecnología post cosecha de yuca fresca parafinada (Manihot esculenta Crantz) para Exportación en Costa Rica</i> . Centro de Investigaciones Agrícolas (CIA), Laboratorio de tecnología post cosecha, San José.					

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

Para efectuar el análisis de exposición se procedió a la identificación y valoración del grado de impacto de los factores de exposición a los eventos climáticos y no climáticos extremos que repercute en el sistema productivo de la yuca, así como también, se valoró el grado de impacto para cada etapa fenológica del cultivo, esto para cada región productiva del país o de interés del INS. Los resultados obtenidos de la identificación de los factores de exposición obedecen a las consultas realizadas de manera personalizadas a los especialistas regionales y nacionales, así como las consultas a productores locales y técnicos del MAG. Los resultados obtenidos como producto de las actividades antes mencionadas fueron complementados o bien comparados con información secundaria existente, como, por ejemplo, la información disponible en la plataforma DESINVENTAR y documentos técnicos del Instituto Meteorológico Nacional (IMN), MAG e INTA.

A continuación, se describen los resultados para las dos regiones productivas de yuca, con su grado de afectación a los factores de exposición y resaltando los principales eventos climáticos que las impactan.

- Región productiva Huetar Norte

Los resultados del análisis muestran los eventos climáticos y no climáticos que tienen mayor impacto en el sistema productivo y durante el desarrollo de cada fase fenológica del cultivo de la yuca, para la Región Huetar Norte, la cual comprende los distritos de Pital, Aguas

Zarcas, La Fortuna, Pocosol, Florencia, Cutris, La Tigra, La Palmera y Monterrey del cantón de San Carlos, los distritos Los Chiles, El Amparo, San Jorge y Caño Negro del cantón Los Chiles y el distrito de Upala del cantón de Upala de la provincia de Alajuela. En lo que concierne a la valoración global de los factores de exposición a los eventos climáticos y no climáticos, de acuerdo con el análisis de expertos, es de 69,3 puntos valorada de alta afectación climática a la exposición. La información se resume en la figura 3.

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

Muy alta afectación:

- Inundaciones / anegamiento del cultivo por fuertes lluvias
- Tormentas tropicales, huracanes, ciclones
- Fenómeno de El Niño
- Riesgos volcánicos

Alta afectación:

- Lluvias irregulares/variabilidad de las lluvias en el año
- Sequías
- Vientos fuertes / vendaval
- Fenómeno de La Niña
- Erosión de suelos

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

- Brotación: etapa que tiene muy alta afectación por lluvia, altitud, déficit hídrico y control de malezas, y un grado de alta afectación por baja cantidad de luz, plagas como las *Frankliniella sp.*, *Mononychellus caribbeanae*, *Trialeurodes variabilis*, zompopas, ratas o taltuzas y enfermedades como las *Sphaceloma manihoticola* y *Erwinia carotovora*.
- Formación del sistema radicular: muy alta afectación por lluvia, déficit hídrico, ratas o taltuzas, cuero de sapo, por manejo de la plantación, fertilización y mano de obra, y un grado de alta afectación por altitud, viento >18km/h, *Sphaceloma manihoticola*, *Erwinia carotovora* y falta de fertilidad adecuada del suelo.
- Desarrollo del tallo y hojas: muy alta afectación por déficit hídrico, falta de fertilidad adecuada del suelo, manejo de la plantación, control de malezas y mano de obra, y un grado de alta afectación por altitud, *Erinnys ello*, *Frankliniella sp.*, *Mononychellus caribbeanae*, *Trialeurodes variabilis*, zompopas, *Sphaceloma manihoticola* y *Erwinia carotovora*.
- Engrosamiento de raíces: muy alta afectación por lluvia, déficit hídrico, ratas o taltuzas, *Erwinia carotovora*, cuero de sapo, pedregosidad, falta de fertilidad adecuada del suelo, manejo de la plantación, y mano de obra, y un grado de alta afectación por temperaturas máximas y mínimas, altitud, baja cantidad de luz, por *Sphaceloma manihoticola* y control de malezas.
- Reposo: muy alta afectación por manejo de la plantación, y un grado de alta afectación por lluvia, déficit hídrico, *Erwinia carotovora* y cuero de sapo.

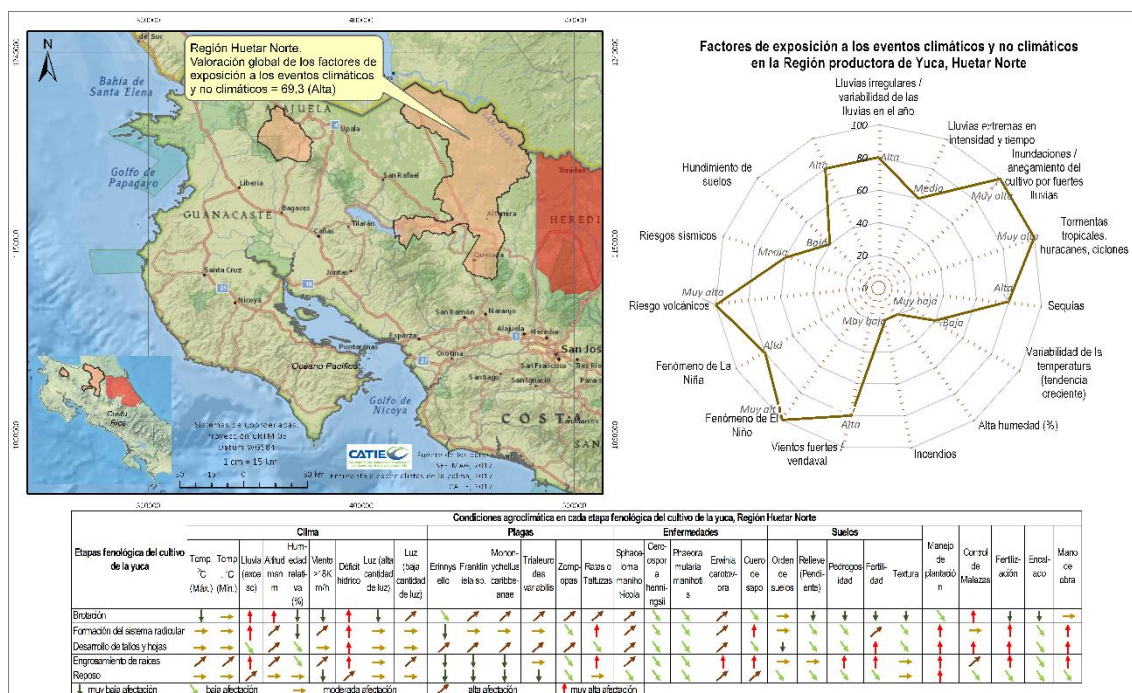


Figura 3. Mapa de exposición a los eventos climáticos y no climáticos en la Región productiva Huetar Norte para el cultivo de la yuca

- Región productiva Huetar Caribe

Los resultados del análisis muestran los eventos climáticos y no climáticos que tienen mayor impacto en el sistema productivo y durante el desarrollo de cada fase fenológica del cultivo de la yuca para la Región Huetar Caribe, que comprende los distritos de Puerto Viejo, Las Horquetas, La Virgen y Cureña del cantón de Sarapiquí, provincia de Heredia y los distritos de Rita, Jimenéz, Cariari, Roxana, Colorado del cantón de Pococí, distritos de Guácimo, Río Jimenéz y Duacaré del cantón de Guácimo, el distrito El Cairo del cantón de Siquirres, el distrito de Valle La Estrella del cantón de Limón y el distrito de Matina del cantón de Matina de la provincia de Limón. La valoración global de los factores de exposición a los eventos climáticos y no climáticos, de acuerdo con el análisis de expertos, es de 82,5 puntos valorada de muy alta afectación a la exposición. Esta información se presenta en la figura 4.

En relación al grado de afectación de los factores de exposición a los eventos climáticos y no climáticos en el sistema productivo de la yuca en la Región Huetar Caribe, 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
- Temperaturas extremas
- Vientos fuertes / vendaval
- Fenómeno de La Niña

Alta afectación:

- Variabilidad de la temperatura (tendencia creciente)
- Alta humedad (%)
- Fenómeno de El Niño

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

- Brotación: etapa que tiene muy alta afectación por lluvia y déficit hídrico, y un grado de alta afectación por baja cantidad de luz, por la enfermedad como la *Sphaceloma manihoticola* y manejo de la plantación.
- Formación del sistema radicular: muy alta afectación por lluvia, déficit hídrico y fertilización del suelo, y un grado de alta afectación por baja cantidad de luz, viento >18km/h, manejo de la plantación y encalado.
- Desarrollo del tallo y hojas: muy alta afectación por lluvia, déficit hídrico, baja cantidad de luz, *Sphaceloma manihoticola*, baja fertilidad del suelo, manejo de la plantación y control de malezas, y un grado de alta afectación por temperaturas mínimas, viento >18km/h, *Erinnys ello*, *Frankliniella sp.*, *Mononychellus caribbeanae*, *Trialeurodes variabilis*, zompapas, ratas o taltuzas, *Cercospora henningssii*, *Phaeoramularia manihotis* y encalado.
- Engrosamiento de raíces: muy alta afectación por lluvia, déficit hídrico, pedregosidad, baja fertilidad del suelo, textura, manejo de la plantación y control de malezas, y un grado de alta afectación por temperaturas mínimas, altitud, Ratas o Taltuzas y por tipos de suelos.
- Reposo: muy alta afectación por lluvia, déficit hídrico y pedregosidad, y un grado de alta afectación por altitud, ratas o taltuzas y por textura.

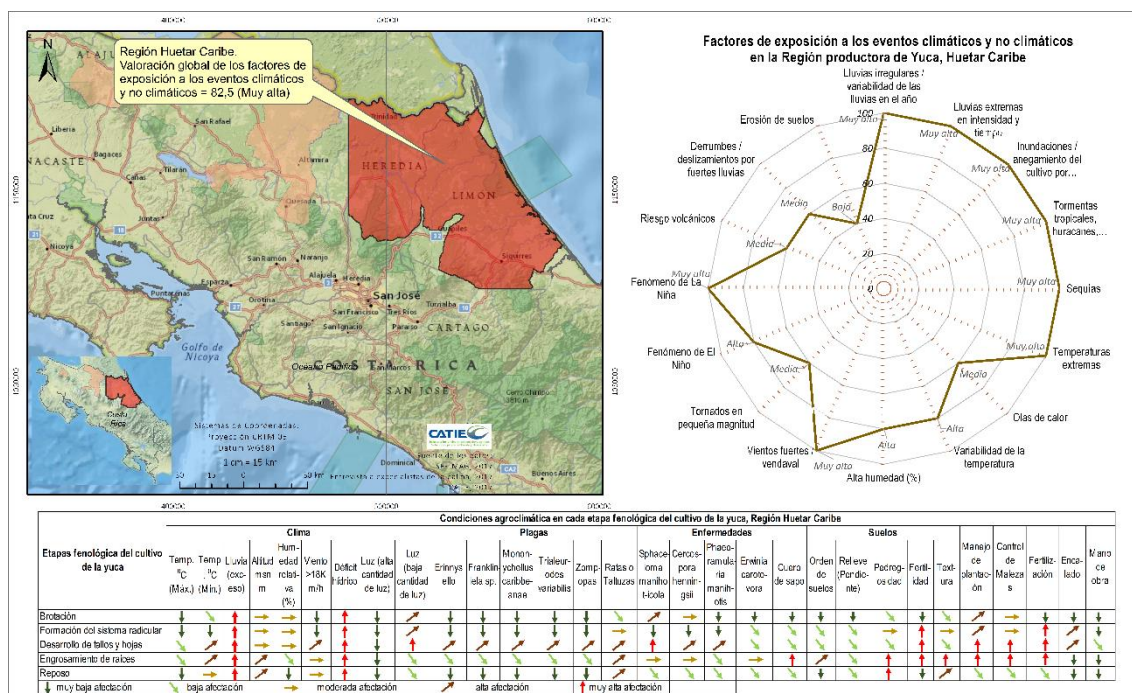


Figura 4. Mapa de exposición de los eventos climáticos y no climáticos en la Región productiva Huetar Caribe para el cultivo de la yuca

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

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

4.1 Base de datos DesInventar ⁵

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

- 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 la región productiva de yuca, Huetar Norte. Los distritos con mayor superficie de producción de yuca de la región Norte corresponden a: Pital, Aguas Zarcas, La Fortuna, Pocosol, Florencia, Cutris, La Tigra, La Palmera y Monterrey del cantón de San Carlos, distritos Los Chiles, El Amparo, San Jorge y Caño Negro del cantón Los Chiles, el distrito de Upala cantón de Upala, provincia de Alajuela.

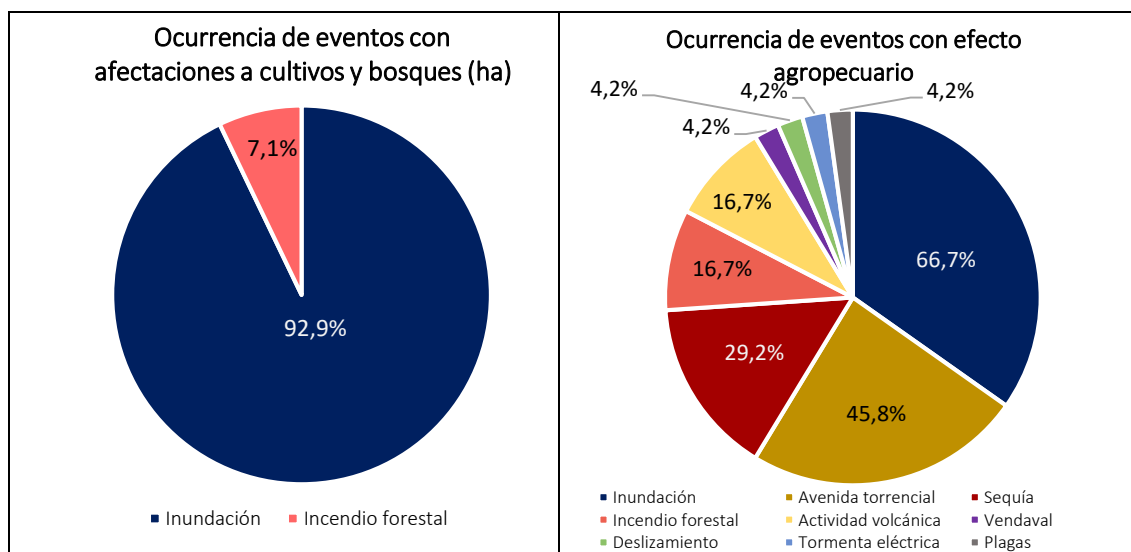


Gráfico 1. Valor porcentual por tipos de eventos que han afectado al sector agropecuario y a los

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

cultivos y bosques por hectáreas en la región Huetar Norte

- 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 productiva de yuca, Huetar Caribe. Los distritos con mayor superficie de producción de yuca de la región Caribe corresponden a: Las Horquetas, La Virgen y Cureña del cantón de Sarapiquí, provincia de Heredia y los distritos de Rita, Jimenéz, Cariari, Roxana, Colorado del cantón de Pococí, distritos de Guácimo, Río Jimenéz y Duacaré del cantón de Guácimo, el distrito El Cairo del cantón de Siquirres, el distrito de Valle La Estrella del cantón de Limón y el distrito de Matina cantón de Matina, provincia de Limón.

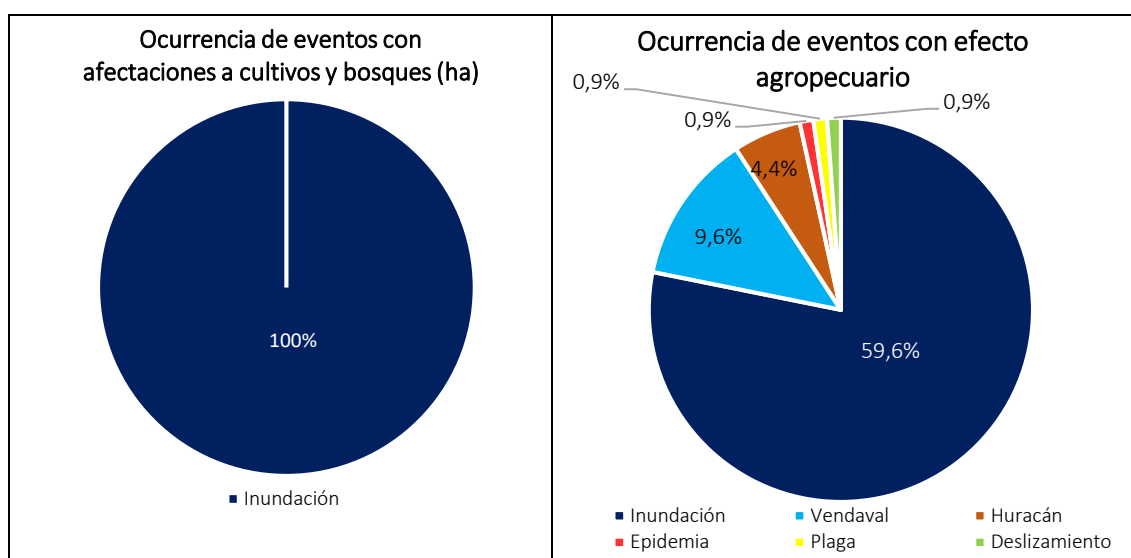


Gráfico 2. Valor porcentual por tipos de eventos que han afectado al sector agropecuario y a los cultivos y bosques por hectáreas en la región Huetar Caribe

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

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

1. Prácticas para la reducción de impactos de eventos climáticos

En el cuadro 5, se muestran las prácticas que se llevan a cabo por fases del cultivo de la yuca, las cuales son necesarias para un buen desarrollo de la planta y se llegue a una buena cosecha principalmente para exportación.

Cuadro 5. Prácticas agrícolas realizadas en cada fase de la fenología del cultivo de la yuca

Prácticas agrícolas	Fases del ciclo de yuca				
	Brotación	Formación del sistema radicular	Desarrollo de tallos y hojas	Engrosamiento de raíces	Reposo
Prácticas de reducción del impacto climático sobre <i>Cuero sapo</i>	Selección de semillas de yuca con mayor vigor y libres de lesiones; utilizar lotes madre para la producción de semilla, usar semillas provenientes de plantas in vitro como lotes madre, eliminar plantas con síntomas e incinerarlas ¹	La enfermedad al ser transmitida por insectos es recomendable mantener bajas las poblaciones principalmente de mosca blanca y hemípteros chupadores ¹	La enfermedad al ser transmitida por insectos es recomendable mantener bajas las poblaciones principalmente de mosca blanca y hemípteros chupadores ¹	La enfermedad al ser transmitida por insectos es recomendable mantener bajas las poblaciones principalmente de mosca blanca y hemípteros chupadores ¹	
Prácticas de reducción del impacto climático sobre <i>Phaeoramularia manihotis</i>	Se realiza seleccionando materiales reproductivos de plantaciones sanas o variedades resistentes, prácticas agronómicas que reduzcan los excesos de humedad ²	Control químico se realiza con aplicaciones de fungidas a base de óxido de cobre y oxiclورو de cobre en mezcla con aceite mineral para aumentar su eficacia ²	Control químico se realiza con aplicaciones de fungidas a base de óxido de cobre y oxiclورو de cobre en mezcla con aceite mineral para aumentar su eficacia ²		
Prácticas de reducción del impacto climático sobre <i>Cercospora henningsii</i>	Se realiza seleccionando materiales reproductivos de plantaciones sanas o variedades resistentes, prácticas agronómicas que reduzcan los excesos de humedad ²	Control químico se realiza con aplicaciones de fungidas a base de óxido de cobre y oxiclورو de cobre en mezcla con aceite mineral para aumentar su eficacia ²	Control químico se realiza con aplicaciones de fungidas a base de óxido de cobre y oxiclورو de cobre en mezcla con aceite mineral para aumentar su eficacia ²		
Prácticas de reducción del impacto climático sobre <i>Sphaceloma manihoticola</i>	La selección de variedades tolerantes y libres de enfermedades; la rotación de cultivos con gramíneas, época de siembra con menor precipitación y tratamientos de semillas con agua caliente alrededor de 49°C u oxiclورو de cobre ³	La selección de variedades tolerantes y libres de enfermedades; la rotación de cultivos con gramíneas, época de siembra con menor precipitación y tratamientos de semillas con agua caliente alrededor de 49°C u oxiclورو de cobre ³			
Prácticas de reducción del	Eliminación de malezas hospederas dentro y alrededor del área	El control biológico se realiza con aplicaciones de <i>Bacillus thuringiensis</i>	El control biológico se realiza con aplicaciones de <i>Bacillus</i>		

impacto climático sobre <i>Erynnis ello</i> sp	sembrada, voltear el suelo después de la cosecha para desecar las pupas, la rotación de cultivos y la recolección manual de las larvas ⁴	y <i>Metarrizium</i> ; además el uso de parasitoides como la avispa <i>Trichograma</i> sp o Cotesia americana y algunos depredadores como <i>Chrysopa</i> sp ⁴	<i>thuringiensis</i> y <i>Metarrizium</i> ; además el uso de parasitoides como la avispa <i>Trichograma</i> sp o Cotesia americana y algunos depredadores como <i>Chrysopa</i> sp ⁴		
Prácticas de reducción del impacto climático sobre <i>Frankliniella williamsi</i>	Eliminando plantas hospederas, realizando rotación de cultivos, se recomienda aplicar riego en épocas secas y mantener la fertilización adecuada para cubrir las necesidades. ⁵	El control biológico se realiza aplicando <i>Beauveria bassiana</i> una vez por semana, utilizando depredadores de la familia <i>Lygeidae</i> y <i>Coccinallidae</i> . Como última estrategia de control se realiza aplicaciones de dimethoato, carbamato o imidacloprid para reducir las poblaciones y daños ocasionados ⁵	El control biológico se realiza aplicando <i>Beauveria bassiana</i> una vez por semana, utilizando depredadores de la familia <i>Lygeidae</i> y <i>Coccinallidae</i> . Como última estrategia de control se realiza aplicaciones de dimethoato, carbamato o imidacloprid para reducir las poblaciones y daños ocasionados ⁵	El control biológico se realiza aplicando <i>Beauveria bassiana</i> una vez por semana, utilizando depredadores de la familia <i>Lygeidae</i> y <i>Coccinallidae</i> . Como última estrategia de control se realiza aplicaciones de dimethoato, carbamato o imidacloprid para reducir las poblaciones y daños ocasionados ⁵	
Prácticas de reducción del impacto climático sobre <i>Trialeurodes variabilis</i> ; <i>Aleurotrachelus socialis</i>	Aplicaciones de hongos entomopatógenos como <i>Beauveria bassiana</i> , <i>Verticillium lecanii</i> y <i>Metarhyzium anisopliae</i> ; así como el uso de parasitoides como <i>Amitus aleurodinis</i> y <i>Eretmocerus aleurodiphaga</i> . La última alternativa es el uso de productos químicos como Dimetoato, Thiamethoxam, Etofenprox o Imidacloprid para reducir las poblaciones del insecto ^{7 4}	Aplicaciones de hongos entomopatógenos como <i>Beauveria bassiana</i> , <i>Verticillium lecanii</i> y <i>Metarhyzium anisopliae</i> ; así como el uso de parasitoides como <i>Amitus aleurodinis</i> y <i>Eretmocerus aleurodiphaga</i> . La última alternativa es el uso de productos químicos como Dimetoato, Thiamethoxam, Etofenprox o Imidacloprid para reducir las poblaciones del insecto ^{7 4}	Aplicaciones de hongos entomopatógenos como <i>Beauveria bassiana</i> , <i>Verticillium lecanii</i> y <i>Metarhyzium anisopliae</i> ; así como el uso de parasitoides como <i>Amitus aleurodinis</i> y <i>Eretmocerus aleurodiphaga</i> . La última alternativa es el uso de productos químicos como Dimetoato, Thiamethoxam, Etofenprox o Imidacloprid para reducir las poblaciones del insecto ^{7 4}	Aplicaciones de hongos entomopatógenos como <i>Beauveria bassiana</i> , <i>Verticillium lecanii</i> y <i>Metarhyzium anisopliae</i> ; así como el uso de parasitoides como <i>Amitus aleurodinis</i> y <i>Eretmocerus aleurodiphaga</i> . La última alternativa es el uso de productos químicos como Dimetoato, Thiamethoxam, Etofenprox o Imidacloprid para reducir las	

				poblaciones del insecto ^{7 4}	
Prácticas de reducción del impacto climático sobre <i>Atta sp.</i> y <i>Acromyrmex sp</i>	La aplicación de hongos entomopatógenos como Trichoderma, Metarrizium anisopliae y Beauveria bassiana sobre los hormigueros o sobre el follaje afectado con dosis aproximada de 250 gramos por bomba (16 litros); como también se pueden impregnar granos de arroz como cebos y colocarlos alrededor de los hormigueros ⁴	La aplicación de hongos entomopatógenos como Trichoderma, Metarrizium anisopliae y Beauveria bassiana sobre los hormigueros o sobre el follaje afectado con dosis aproximada de 250 gramos por bomba (16 litros); como también se pueden impregnar granos de arroz como cebos y colocarlos alrededor de los hormigueros ⁴	El control químico se realiza con cebos a base de una mezcla de 40 gramos de borato de sodio, 50 ml de extracto de jugo de naranja y un kilogramo de puntilla de arroz que son colocados alrededor y en la entrada principal del hormiguero ⁴	El control químico se realiza con cebos a base de una mezcla de 40 gramos de borato de sodio, 50 ml de extracto de jugo de naranja y un kilogramo de puntilla de arroz que son colocados alrededor y en la entrada principal del hormiguero ⁴	
Prácticas de reducción del impacto climático de malezas	En este cultivo, el período crítico de competencia con las malezas, va desde la siembra hasta los tres meses ⁶	En este cultivo, el período crítico de competencia con las malezas, va desde la siembra hasta los tres meses ⁶			

¹ Gómez Y., Torres S., Álvarez, E., Pardo, J., Aguilar E., Solórzano J. (2015). Manejo de semilla y de la enfermedad de cuero de sapo en yuca. Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA), San José..

² Ospina B., Ceballos H. (2002). La yuca en el tercer Milenio: Sistemas Modernos de producción, procesamiento, utilización y comercialización (Vol. 327). CIAT. Cali, Colombia. 585p.

³ Nicaragua K., Pavón F., Chavarría E. (2004) Guía MIP del cultivo de la yuca. INTA. Managua, Nicaragua. 48p.

⁴ Aguilar E., Segreda A., Saborío D., Morales J., Chacón M., Rodríguez L., Acuña P., Torres S., Gómez Y. (2016) Cultivo de yuca. Manihot esculenta Crantz. Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuario. San José, Costa Rica. 96p.

⁵ Valdez, J.; Hernández, R. 2014. Guía técnica para la producción de yuca. Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (Idiaf). Santo Domingo, República Dominicana. 64p.

⁶ Quirós O., Aguilar E., Artavia E., Petter, C., Jiménez, A., Monge Y. (2007). Caracterización de la Agrocadena de Raíces Tropicales, Región Atlántica, Costa Rica. Ministerio de Agricultura y Ganadería, San José. 77p.

⁷ Bellotti A., Arias B., Herrera C., Holguín C. (2007) Manejo Integrado Sostenible de Moscas blancas y Vectores de Virus en los Trópicos. CIAT. Cali, Colombia. 28p.

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

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

- Región productiva Huetar Norte

1) FASE DE BROTAÇÃO:

Impacto por altas temperaturas

Las altas temperaturas provocan la reducción del porcentaje de brotes de yuca por área cultivada ya que se disminuye la disponibilidad de agua para la planta y la pérdida de humedad del suelo; lo que genera atrasos fisiológicos en el desarrollo de la planta y la pérdida de vigor al disminuir el transporte de nutrientes y foto-asimilados necesarios para el crecimiento vegetativo.

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

1. Riego
2. Aplicación foliar
3. Época de siembra
4. Resiembra

Impacto por lluvias fuertes

Las lluvias fuertes pueden provocar erosión y pérdidas de áreas efectivas por el arrastre de partículas de suelo, lo que ocasiona baja brotación y pérdida de plantas. Además, favorecen el aumento de malezas que compiten por agua, luz y nutrientes; provoca la diseminación de enfermedades por medio del salpique de gotas en el suelo, escorrentía y suelo adherido a la maquinaria utilizada para las diversas labores. El exceso de agua en el suelo provoca saturación, estrés hídrico y anoxia; lo que dificulta el desarrollo radical y el crecimiento vegetativo necesario para el desarrollo de la planta.

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

1. Drenajes
2. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos
3. Siembras en lomillos
4. Control manual o deshierba
5. Aplicación de herbicidas
6. Siembras a contorno
7. Resiembra
8. Subsolar el suelo

Impacto por lluvias prolongadas

Las lluvias prolongadas pueden provocar erosión y pérdidas de áreas efectivas por el arrastre de partículas de suelo, lo que ocasiona baja brotación y pérdida de plantas. Además, favorecen el aumento de malezas que compiten por agua, luz y nutrientes; provoca la diseminación de enfermedades por medio del salpique de gotas en el suelo, escorrentía y suelo adherido a la maquinaria utilizada para las diversas labores. El exceso de agua en el suelo provoca saturación, estrés hídrico y anoxia; lo que dificulta el desarrollo radical y el crecimiento vegetativo necesario para el desarrollo de la planta.

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

1. Drenajes
2. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos
3. Siembras en lomillos
4. Control manual o deshierba
5. Aplicación de herbicidas
6. Siembras a contorno
7. Resiembra
8. Subsolar el suelo

Impacto por sequías prolongadas

La disminución del recurso hídrico puede ocasionar pérdida de plantas por desecación, disminución de la brotación de estacas sembradas de yuca lo que repercute en bajos rendimientos por hectárea; la sequía puede ocasionar un incremento en la población de plagas, atrasos fisiológicos de la planta originados por el cierre estomático, la disminución del proceso fotosintético y bajo transporte de fotoasimilados necesarios para el desarrollo de la planta.

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

1. Riego
2. Aplicación foliar
3. Resiembra
4. Aplicaciones nocturnas
5. Aplicación de Insecticidas
6. Época de siembra

Impacto por tormentas tropicales, huracanes y tornados

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

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

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

2) FASE DE FORMACIÓN DEL SISTEMA RADICULAR:

Impacto por altas temperaturas

El incremento de las altas temperaturas puede provocar el cierre de estomas en las hojas para evitar la pérdida de agua por medio de la transpiración, lo que afecta el paso de nutrientes de las células fuente a los sumideros y atrasos en el desarrollo de la planta. La disminución en la cantidad de agua en el suelo disponible para la planta ocasiona estrés hídrico y la pérdida de fertilizante por volatilización. Además, puede ocasionar aumento de enfermedades y plagas principalmente ácaros que causan amarillamiento y baja disponibilidad de fotoasimilados.

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

1. Riego
2. Aplicación foliar
3. Aplicación nocturna
4. Fertilización adecuada
5. Época de siembra
6. Aplicación de insecticidas
7. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos

Impacto por lluvias fuertes

La caída de lluvias fuertes puede ocasionar la germinación y propagación de malezas que compiten con el cultivo por agua, luz y nutrientes; causa pérdida de fertilizante por lixiviación y pérdida de suelo por arrastre de partículas en la escorrentía. El exceso de humedad genera un aumento en la diseminación de enfermedades por medio del salpique de gotas en el suelo y por el paso de personal utilizado para las diversas labores del cultivo; además, provoca la saturación de agua en el suelo que impide el desarrollo y la respiración de la planta por anoxia (bajas cantidades de oxígeno en el suelo); la planta pierde vigor y presenta susceptibilidad a problemas de enfermedades fungosas y el aumento de plagas.

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

1. Siembra a contorno
2. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos
3. Siembra en lomillos
4. Aplicación de insecticidas
5. Drenajes

6. Monitoreo
7. Control biológico
8. Curvas a nivel
9. Aplicación de herbicidas
10. Control manual o deshierba

Impacto por lluvias prolongadas

Las lluvias prolongadas pueden generar un aumento en la diseminación de enfermedades por medio del salpique de gotas en el suelo, escorrentía y por el paso de personal utilizado para las diversas labores del cultivo; provoca el aumento en la germinación de malezas que compiten por agua, luz y nutrientes. Además, provoca la saturación de agua en el suelo que impide el desarrollo y la respiración de la planta por anoxia (bajas cantidades de oxígeno en el suelo); la planta pierde vigor y presenta susceptibilidad a problemas de enfermedades fungosas y el aumento de plagas que ocasionan disminuye el proceso y translocación de nutrientes para el desarrollo del cultivo.

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

1. Siembra a contorno
2. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos
3. Siembra en lomillos
4. Aplicación de insecticidas
5. Drenajes
6. Selección de áreas sin riesgo
7. Control biológico
8. Aplicación de herbicidas
9. Control manual o deshierba

Impacto por sequías prolongadas

La baja disponibilidad de agua en el suelo ocasionada por periodos largos de sequía afecta directamente el desarrollo fisiológico de la planta por medio de la transpiración; la planta al perder agua emite el cierre de los estomas para disminuir las pérdidas, lo que provoca que se detenga el transporte y paso de nutrientes necesarios para el desarrollo de la planta. Al mismo tiempo, las plantas internamente entran en estrés hídrico causando problemas de susceptibilidad a patógenos y plagas insectiles. Además, ocasiona pérdidas económicas en las aplicaciones de fertilizantes, ya que se dan grandes pérdidas por volatilización del fertilizante, disminuye la absorción de nutrientes, baja la calidad, el tamaño y el rendimiento de la yuca por hectárea.

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

1. Riego
2. Fertilización adecuada
3. Aplicación de insecticidas

4. Aplicaciones nocturnas
5. Reservorios
6. Aplicación foliar

3) FASE DE DESARROLLO DE TALLO Y HOJAS

Impacto por alta temperaturas

En esta fase las altas temperaturas pueden provocar estrés hídrico por la disminución en la cantidad del recurso hídrico disponible para la planta; así como un atraso en el desarrollo de la planta por la baja capacidad fotosintética de la planta, el cierre de estomas para evitar la pérdida de agua y el paso de nutrientes de las células fuente a los sumideros. Además, puede ocasionar aumento de enfermedades y plagas como ácaros que afectan el desarrollo y la productividad de la planta.

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

1. Riego
2. Aplicación foliar
3. Aplicación nocturna
4. Fertilización adecuada
5. Reservorios
6. Aplicación de insecticidas
7. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos

Impacto por lluvias fuertes

Las lluvias fuertes pueden generar un aumento en la diseminación de enfermedades por medio del salpique de gotas en el suelo, escorrentía y por el paso de personal utilizado para las diversas labores del cultivo. Además, provoca la saturación de agua en el suelo que impide el desarrollo y la respiración de la planta por anoxia (bajas cantidades de oxígeno en el suelo); la planta pierde vigor y presenta susceptibilidad a problemas de enfermedades fungosas y el aumento de plagas que ocasionan disminuye el proceso y translocación de nutrientes para el desarrollo del cultivo.

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

1. Siembra a contorno
2. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos
3. Siembra en lomillos
4. Aplicación de insecticidas
5. Drenajes
6. Monitoreo
7. Control biológico

Impacto por fuertes vientos

Los fuertes ráfagas de viento puede provocar lesiones en la planta que funcionan como entrada a plagas y enfermedades; el principal problema radica en el volcamiento de plantas que ocasiona problemas de destronque de raíces formadoras de yuca que están empezando la formación y llenado de almidones; lo que produce pérdida de plantas, disminución de rendimiento, baja calidad y peso de las yucas.

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

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

Las barreras rompevientos realizadas con material vegetativo como poró, flor de itabo, guava, inga o madero negro son las utilizadas y recomendadas por los expertos; mientras que las prácticas de fertilización adecuada y aplicación foliar es de suma importancia la dosificación, ya que plantas muy vigorosas y alto índice foliar; aumenta la probabilidad de volcamiento de plantas.

Impacto por lluvias prolongadas

Las lluvias prolongadas pueden generar un aumento en la diseminación de enfermedades por medio del salpique de gotas en el suelo, escorrentía y por el paso de personal utilizado para las diversas labores del cultivo. Además, provoca la saturación de agua en el suelo que impide el desarrollo y la respiración de la planta por anoxia (bajas cantidades de oxígeno en el suelo); la planta pierde vigor y presenta susceptibilidad a problemas de enfermedades fungosas y el aumento de plagas que ocasionan disminuye el proceso y translocación de nutrientes para el desarrollo del cultivo.

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

1. Siembra a contorno
2. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos
3. Siembra en lomillos
4. Aplicación de insecticidas
5. Drenajes
6. Monitoreo
7. Control biológico

Impacto por sequías prolongadas

La baja disponibilidad de agua que provoca las sequías prolongadas afectan directamente el desarrollo fisiológico de la planta, ya que la planta al perder agua cierra los estomas y detiene el proceso de transpiración y paso de nutrientes a las hojas. Además, ocasiona pérdidas económicas en las aplicaciones de fertilizantes, ya que se dan grandes pérdidas por volatilización del

fertilizante, disminuye la absorción de nutrientes, baja la calidad, el tamaño y el rendimiento de la yuca por hectárea.

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

1. Riego
2. Fertilización adecuada
3. Aplicación de insecticidas
4. Aplicaciones nocturnas
5. Reservorios
6. Aplicación foliar

4) FASE DE ENGROSAMIENTO DE RAÍCES:

Impacto por alta temperaturas

Las altas temperaturas pueden ocasionar que la planta presente estrés hídrico por la deficiencia de agua, disminuye la absorción de nutrientes y atrasa el desarrollo fisiológico de la planta; esto provoca que la translocación de nutrientes se disminuya, la calidad de la yuca se deteriore, aumente la población de plagas insectiles y disminuye el rendimiento del cultivo.

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

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

Impacto por lluvias fuertes

Las fuertes lluvias ocasionan atrasos en prácticas diarias sobre el cultivo como la aplicación de foliares, insecticidas o fungicidas necesarios para prevenir problemas fitosanitarios; si la caída de lluvia ocurre después de realizar la aplicación puede provocar el lavado de los productos utilizados, aumentando la probabilidad de tener problemas de enfermedades, plagas y desordenes nutricionales. Otro problema que causa el exceso de lluvia en esta fase es la pudrición de yucas, aumento de enfermedades (principalmente cuero de sapo), lo que significa que se reduce la calidad, peso y tamaño de la yuca; además la combinación de lluvias fuertes con fuertes ráfagas de viento provoca el volcamiento de las plantas y pérdidas de rendimiento.

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

1. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos
2. Drenajes
3. Aplicación de insecticidas
4. Siembra en lomillos

5. Siembra a contorno
6. Uso de datos climáticos
7. Curvas a nivel
8. Subsolar el suelo

Impacto por fuertes vientos

Los fuertes ráfagas de viento puede provocar lesiones en la planta que funcionan como entrada a plagas y enfermedades; el principal problema radica en el volcamiento de plantas que ocasiona problemas de destronque de raíces formadoras de yuca que están empezando la formación y llenado de almidones; lo que produce pérdida de plantas, disminución de rendimiento, baja calidad y peso de las yucas.

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

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

Las barreras rompevientos realizadas con material vegetativo como poró, flor de itabo, guava, inga o madero negro son las utilizadas y recomendadas por los expertos; mientras que las prácticas de fertilización adecuada y aplicación foliar es de suma importancia la dosificación, ya que plantas muy vigorosas y alto índice foliar; aumenta la probabilidad de volcamiento de plantas.

Impacto por lluvias prolongadas

Las lluvias prolongadas ocasionan atrasos en prácticas diarias sobre el cultivo como la aplicación de foliares, insecticidas o fungicidas necesarios para prevenir problemas fitosanitarios; sí la caída de lluvia ocurre después de realizar la aplicación puede provocar el lavado de los productos utilizados, aumentando la probabilidad de tener problemas de enfermedades, plagas y desordenes nutricionales. Otro problema que causa el exceso de lluvia en esta fase es la pudrición de yucas, aumento de enfermedades (principalmente cuero de sapo), lo que significa que se reduce la calidad, peso y tamaño de la yuca; además la combinación de lluvias fuertes con fuertes ráfagas de viento provoca el volcamiento de las plantas y pérdidas de rendimiento.

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

1. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos
2. Drenajes
3. Aplicación de insecticidas
4. Siembra en lomillos
5. Siembra a contorno
6. Uso de datos climáticos
7. Curvas a nivel
8. Subsolar el suelo

Impacto por sequías prolongadas

Las sequías prolongadas generan un faltante en el recurso hídrico disponible para la absorción, traslado y transformación de nutrientes; lo que provoca atrasos fisiológicos en el desarrollo de la planta, baja del rendimiento y mal desarrollo de la yuca. La baja disponibilidad de agua provoca el cierre de las estomas y detiene el proceso de transpiración y paso de nutrientes de las células fuente a los sumideros. Además, ocasiona el aumento de plagas insectiles como el joboto y vertebradas como las ratas que dañan la corteza de la yuca; pierde calidad y baja el rendimiento por hectárea.

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

1. Riego
2. Fertilización adecuada
3. Aplicación de insecticidas
4. Trampas
5. Aplicación nocturna
6. Aplicación foliar

5) FASE DE REPOSO:

Impacto por lluvias fuertes

La fuerte intensidad de las lluvias en esta fase puede provocar lesiones o volcamiento de plantas; estas al volcarse ocasiona el destronque de las yucas en el suelo y permite la entrada de enfermedades antes de la cosecha. El exceso de humedad en el sistema radical de la planta causa la pérdida de yucas por pudre; lo que afecta considerablemente los rendimientos en la cosecha y en la poscosecha.

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

1. Fertilización adecuada
2. Drenajes
3. Siembra en lomillos

Impacto por lluvias prolongadas

Las lluvias prolongadas en esta fase puede provocar lesiones o volcamiento de plantas; estas al volcarse ocasiona el destronque de las yucas en el suelo y permite la entrada de enfermedades antes de la cosecha. El exceso de humedad en el sistema radical de la planta causa la pérdida de yucas por pudre; lo que afecta considerablemente los rendimientos en la cosecha y en la poscosecha.

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

1. Fertilización adecuada
2. Drenajes

3. Siembra en lomillos

Impacto por fuertes vientos

Los fuertes vientos pueden provocar el volcamiento de plantas listas para la cosecha, ocasionando problemas de destronque de raíces productivas y causar pérdidas en el rendimiento por baja calidad, tamaño y peso de las yucas.

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

1. Barreras rompevientos
2. Fertilización adecuada

Las barreras rompevientos realizadas con material vegetativo como poró, flor de itabo, guava, inga o madero negro son las utilizadas y recomendadas por los expertos; mientras que las prácticas de fertilización adecuada y aplicación foliar es de suma importancia la dosificación, ya que plantas muy vigorosas y alto índice foliar; aumenta la probabilidad de volcamiento de plantas.

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

A continuación, se presenta la información obtenida a través de las consultas realizadas a los expertos de la región Huetar Norte, sobre las barreras existentes para la implementación de buenas prácticas para reducir el impacto de eventos climáticos en los sistemas productivos de yuca. En el cuadro 6, se resumen las barreras de tipo económica, institucional o sociocultural, identificadas para cada una de las prácticas.

Cuadro 6. Barreras identificadas por expertos de la región Huetar Norte para la implementación de prácticas de adaptación.

Práctica	Barrera	Motivo
Aplicación de fungicidas preventivos y curativos	Económica	Aumenta los costos
	Institucional	Falta de asesoría a los productores de cómo utilizar umbrales para la aplicación
Aplicación de herbicidas	Institucional	Falta de recomendaciones técnicas para el cultivo
Aplicación de insecticidas	Económica	Aumenta los costos
	Institucional	Falta de asesoría a los productores de cómo utilizar umbrales para la aplicación
Aplicación foliar	Económica	Aumenta los costos
Aplicación nocturna	Cultural	Siempre se han realizado en el día
Barreras rompevientos	Cultural	Desconocimiento de la práctica
Control biológico	Cultural	Desconocimiento de la práctica
Control manual o deshiera	Económica	Aplicar herbicidas es más barato
Reservorios	Cultural	No hay costumbre de cosechar agua

Curvas a nivel	Cultural	Falta de capacitación a los productores
Drenajes	Económica	Aumento el costo por la maquinaria
Época de siembra	Cultural	No hay planificación
Fertilización adecuada	Económica	Aumenta los costos
Monitoreo	Cultural	Desconocimiento de la práctica
Resiembra	Cultural	La resiembra no le da uniformidad a la plantación
Riego	Económica	Alto costo
Selección de áreas sin riesgo	Cultural	Desconocimiento de la práctica
Siembra a contorno	Cultural	Falta de conocimiento
	Institucional	Falta de capacitación a los productores
Siembra en lomillos	Cultural	Falta de conocimiento
	Institucional	Falta de capacitación a los productores
Subsolar el suelo	Cultural	Falta de conocimiento
Trampas	Cultural	Se cree que no funcionan
Uso de datos climáticos	Económica	Alto costo

- Región productiva Huetar Caribe

1) FASE DE BROTAÇÃO:

Impacto por altas temperaturas

Las altas temperaturas en relación con alta humedad puede generar el aumento de enfermedades que provoca la pudrición de la estaca; así como el incremento de plagas insectiles que devoran los brotes nuevos, generando la reducción del porcentaje de plantas de yuca cultivada. Al disminuir la disponibilidad de agua requerida para la planta y al perder humedad del suelo genera estrés hídrico y atrasos fisiológicos en el desarrollo de la planta; así como la pérdida de vigor al disminuir el transporte de nutrientes y foto-asimilados necesarios para el crecimiento vegetativo.

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

1. Riego
2. Aplicación de insecticidas
3. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos
4. Tapar con suelo
5. Época de siembra
6. Resiembra

Impacto por lluvias fuertes

Las lluvias fuertes en la fase de brotación aumenta el porcentaje de pérdidas de suelo por erosión y pérdidas de áreas efectivas por el arrastre de partículas de suelo de las zonas más altas hacia las zonas más bajas donde se sedimenta; la deposición de estas partículas en gran escala

provoca que la brotación disminuya y hayan pérdida de plantas por falta de oxígeno y luminosidad. Además, puede favorecer el aumento de malezas que compiten con la planta por agua, luz y nutrientes; el exceso de agua en el suelo provoca saturación, estrés hídrico y anoxia; lo que dificulta el desarrollo radical y el crecimiento vegetativo necesario para el desarrollo de la planta.

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

1. Drenajes
2. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos
3. Siembras en lomillos
4. Control manual o deshierba
5. Aplicación de herbicidas
6. Siembras a contorno
7. Curvas a nivel
8. Uso de datos climáticos
9. Época de siembra

Impacto por lluvias prolongadas

Las lluvias prolongadas favorece el aumento en la germinación y propagación de malezas que compiten con la planta por agua, luz y nutrientes; el exceso de agua en la lámina de agua en el suelo provoca que la planta presente bajo desarrollo radical y disminución en el crecimiento vegetativo por anoxia o baja cantidad de oxígeno para el desarrollo de la planta. La caída de lluvia por varios días consecutivos aumenta el porcentaje de pérdidas de suelo por erosión y pérdidas de áreas efectivas por el arrastre de partículas de suelo de las zonas más altas hacia las zonas más bajas donde se sedimenta; la deposición de estas partículas en gran escala provoca que la brotación disminuya y haya pérdida de plantas por falta de oxígeno y luminosidad.

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

1. Drenajes
2. Selección de áreas sin riesgo
3. Siembras en lomillos
4. Control manual o deshierba
5. Aplicación de herbicidas
6. Siembras a contorno
7. Curvas a nivel
8. Época de siembra
9. Uso de datos climáticos

Impacto por sequías prolongadas

La disminución del recurso hídrico por sequía puede ocasionar la pérdida de plantas por desecación, por el incremento en problemas fitosanitarios como enfermedades y plagas; provoca

la reducción en la brotación de estacas sembradas, atrasa el desarrollo fisiológico de la planta por el cierre estomático, disminuye el proceso fotosintético y reduce el transporte de fotoasimilados necesarios para el desarrollo de la planta.

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

1. Riego
2. Siembra en lomillos
3. Aplicaciones de fungicidas preventivos y curativos
4. Aplicación de Insecticidas
5. Época de siembra

2) FASE DE FORMACIÓN DEL SISTEMA RADICULAR:

Impacto por altas temperaturas

El incremento de las altas temperaturas puede provocar el cierre de estomas en las hojas para evitar la pérdida de agua por medio de la transpiración, lo que afecta el paso de nutrientes de las células fuente a los sumideros y atrasos en el desarrollo de la planta. Además, puede ocasionar aumento de plagas principalmente mosca blanca; estos insectos diseminan problemas fitosanitarios como hongos y virus.

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

8. Aplicación foliar
9. Fertilización adecuada
10. Aplicación de insecticidas

Impacto por lluvias fuertes

Las lluvias fuertes en el cultivo de yuca provocan el aumento de problemas de enfermedades por el exceso de humedad y la rápida diseminación por medio del salpique de gotas y el paso de personal dentro del cultivo; también ocasiona la germinación y propagación de malezas que compiten con el cultivo por agua, luz y nutrientes.

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

1. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos
2. Siembra en lomillos
3. Drenajes
4. Aplicación de herbicidas
5. Control manual o deshierba
6. Uso de datos climáticos

Impacto por lluvias prolongadas

Las lluvias prolongadas pueden causar problemas por inundación principalmente en zonas propensas o con depresiones dentro de la misma parcela de cultivo; lo que provoca la saturación de agua en el suelo que impide el desarrollo y la respiración de la planta por anoxia (bajas cantidades de oxígeno en el suelo); la planta pierde vigor y presenta susceptibilidad a problemas de enfermedades fungosas y el aumento de plagas que ocasionan disminuye el proceso y translocación de nutrientes para el desarrollo del cultivo. Además, puede incrementar los problemas por diseminación y propagación de malezas que compiten por agua, luz y nutrientes.

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

1. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos
2. Siembra en lomillos
3. Aplicación de foliar
4. Drenajes
5. Selección de áreas sin riesgo
6. Uso de datos climáticos
7. Aplicación de herbicidas
8. Control manual o deshierba

Impacto por sequías prolongadas

La baja disponibilidad de agua en el suelo ocasionada por periodos largos de sequía afecta directamente el desarrollo fisiológico de la planta por medio de la transpiración; la planta al perder agua emite el cierre de los estomas para disminuir las pérdidas, lo que provoca que se detenga el transporte y paso de nutrientes necesarios para el desarrollo de la planta. Además, incrementa el porcentaje de pérdidas económicas por enfermedades y plagas; que afectan considerablemente el crecimiento de la planta y el rendimiento de yuca por hectárea.

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

1. Riego
2. Fertilización adecuada
3. Aplicación de insecticidas
4. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos
5. Siembra en lomillos
6. Aplicación foliar

3) FASE DE DESARROLLO DE TALLO Y HOJAS:

Impacto por alta temperaturas

En esta fase las altas temperaturas pueden provocar atrasos en el desarrollo de la planta por la baja capacidad fotosintética de la planta, por el cierre de estomas para evitar la pérdida de agua y el paso de nutrientes de las células fuente a los sumideros.

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

1. Riego
2. Materia orgánica

Impacto por lluvias fuertes

Las lluvias fuertes pueden generar un aumento en la diseminación de enfermedades por medio del salpique de gotas en el suelo, escorrentía y por el paso de personal utilizado para las diversas labores del cultivo. Además, provoca sobresaturación de agua y disminución en la cantidad de oxígeno en el suelo que ocasiona pérdida de vigor, plantas y del rendimiento.

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

1. Siembra a contorno
2. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos
3. Siembra en lomillos
4. Drenajes

Impacto por fuertes vientos

Los fuertes ráfagas de viento puede provocar el volcamiento de plantas principalmente en las partes altas y los bordes de las fincas; lo que ocasiona problemas de destronque de raíces formadoras de yuca que comienzan en la formación y llenado de almidones; lo que produce pérdida de plantas, disminución de rendimiento, baja calidad y peso de las yucas.

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

1. Barreras rompevientos

Las barreras rompevientos realizadas con material vegetativo como poró, flor de itabo o caña brava son las utilizadas y recomendadas por los expertos.

Impacto por lluvias prolongadas

La sobresaturación de la lámina de agua en el suelo puede ocasionar la pudrición de yucas, ya que la corteza absorbe gran cantidad de agua que provoca lesiones que permiten la entrada de enfermedades y plagas; las raíces al estar en niveles altos de agua generan anoxia (bajas cantidades de oxígeno en el suelo), lo cual predispone a la planta al ataque de enfermedades y plagas que reducen el vigor de la planta, el desarrollo reproductivo y los rendimientos por la baja calidad y peso de la yuca. En esta fase aunque esta fuera del periodo crítico, el cultivo se puede ver afectado por el aumento de malezas que van determinar la absorción de nutrientes, agua y luz.

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

1. Siembra a contorno
2. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos

3. Siembra en lomillos
4. Aplicación de insecticidas
5. Drenajes
6. Aplicación de herbicidas
7. Control manual o deshierba

Impacto por sequías prolongadas

La baja disponibilidad de agua que provoca las sequías prolongadas afecta directamente el desarrollo fisiológico de la planta, ya que al perder agua por medio de la transpiración activa el cierre de los estomas para disminuir las pérdidas; como también detiene el proceso de transporte de nutrientes a la lámina foliar y a las raíces. La planta al presentar déficit hídrico es más susceptible a problemas de estrés, problemas fitosanitarios de plagas insectiles (ácaros o áfidos) o vertebradas (ratas), pérdida de vigor y rendimiento al final del periodo en calidad y peso de yuca.

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

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

4) FASE DE ENGROSAMIENTO DE RAÍCES:

Impacto por lluvias fuertes

Las fuertes lluvias ocasionan atrasos en prácticas diarias sobre el cultivo como la aplicación de foliares, insecticidas o fungicidas necesarios para prevenir problemas fitosanitarios; si la caída de lluvia ocurre después de realizar la aplicación puede provocar el lavado de los productos utilizados, aumentando la probabilidad de tener problemas de enfermedades, plagas y desordenes nutricionales; además el exceso de humedad aumenta la absorción de la corteza que provoca lesiones y permite la entrada de enfermedades y plagas que pudren la yuca.

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

1. Drenajes
2. Siembra en lomillos
3. Siembra a contorno
4. Uso de datos climáticos

Impacto por fuertes vientos

Los fuertes vientos puede provocar lesiones en la planta que funcionan como entrada a plagas y enfermedades; el principal problema radica en el volcamiento de plantas que ocasiona problemas de destronque de raíces formadoras de yuca que están empezando la formación y llenado de almidones; lo que produce pérdida de plantas, disminución de rendimiento, baja calidad y peso de las yucas.

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

1. Barreras rompevientos

Las barreras rompevientos realizadas con material vegetativo como poró, flor de itabo o caña brava son las utilizadas y recomendadas por los expertos.

Impacto por lluvias prolongadas

Las lluvias prolongadas ocasiona el aumento en la germinación y propagación de malezas que compiten con el cultivo por agua, luz y nutrientes; el principal problema por el exceso de lluvia en esta fase es la pudrición de yucas y el aumento de enfermedades (principalmente cuero de sapo), lo que significa que se reduce la calidad, peso, tamaño y rendimientos de la yuca.

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

1. Aplicación de herbicidas
2. Drenajes
3. Aplicación de insecticidas
4. Siembra en lomillos
5. Siembra a contorno
6. Control manual o deshierba

Impacto por sequías prolongadas

Las sequías prolongadas generan un faltante en el recurso hídrico disponible para la absorción, traslado y transformación de nutrientes; lo que provoca atrasos fisiológicos en el desarrollo de la planta, baja del rendimiento y mal desarrollo de la yuca. La baja disponibilidad de agua provoca el cierre de los estomas y detiene el proceso de transpiración y paso de nutrientes de las células fuente a los sumideros. Además, ocasiona el aumento de plagas vertebradas como las ratas que dañan la corteza de la yuca; pierde calidad y baja el rendimiento por hectárea.

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

1. Fertilización adecuada
2. Aplicación de insecticidas
3. Aplicación foliar

5) FASE DE REPOSO:

Impacto por lluvias fuertes

La fuerte intensidad de las lluvias ocasiona el incremento por problemas de enfermedades, principalmente en el sistema radical, donde se produce pudrición de yucas; lo que afecta considerablemente la calidad, el peso y los rendimientos en la cosecha y en la poscosecha.

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

1. Control biológico
2. Drenajes

Impacto por fuertes vientos

Los fuertes vientos pueden provocar el volcamiento de plantas listas para la cosecha, ocasionando problemas de destronque de raíces productivas y causar pérdidas en el rendimiento por baja calidad, tamaño y peso de las yucas.

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

1. Barreras rompevientos

Las barreras rompevientos realizadas con material vegetativo como poró, flor de itabo o caña brava son las utilizadas y recomendadas por los expertos.

Impacto por lluvias prolongadas

Las lluvias prolongadas en esta fase puede provocar lesiones o volcamiento de plantas; estas al volcarse ocasiona el destronque de las yucas en el suelo y permite la entrada de enfermedades antes de la cosecha. El exceso de agua ocasiona el incremento por problemas de enfermedades, principalmente en el sistema radical, donde se produce pudrición de yucas; lo que afecta considerablemente la calidad, el peso y los rendimientos en la cosecha y en la poscosecha.

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

1. Control biológico
2. Drenajes
3. Siembra en lomillos

- 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 las barreras existentes para la implementación de buenas prácticas para reducir el impacto de eventos climáticos en los sistemas productivos de yuca. En el cuadro 7, se resumen las barreras de tipo económica, institucional o sociocultural, identificadas para cada una de las prácticas.

Cuadro 7. Barreras identificadas por expertos de la región Huetar Caribe para la implementación de prácticas de adaptación

Práctica	Barrera	Motivo
Aplicación de fungicidas preventivos y curativos	Económica	Algunos productos recomendados son caros
	Institucional	No hay productos registrados para yuca
Aplicación de herbicidas	Cultural	se utiliza para aligerar y ahorrar dinero
Aplicación de insecticidas	Institucional	No hay asesoría de aplicar con umbrales
	Cultural	No se realizan análisis ni monitoreos para saber que se necesita aplicar
Aplicación foliar	Económica	Aumenta los costos
Aplicación nocturna	Cultural	Siempre se han realizado en el día
Barreras rompevientos	Cultural	Desconocimiento de la práctica
Control biológico	Cultural	Desconocimiento de la práctica
Control manual o deshierba	Económica	Aumenta los costos
Curvas a nivel	Económica	Alto costo
Drenajes	Económica	La maquinaria es costosa
	Cultural	Se tienen que hacer aunque aumente los costos
Época de siembra	Cultural	Falta de información
Fertilización adecuada	Económica	Los productos y dosis requeridas tienen un alto costo.
Materia orgánica	Cultural	No acostumbrado, resultados rápidos
Resiembra	Cultural	No se cree que funcione
Riego	Económica	Alto costo
Selección de áreas sin riesgo	Cultural	El productor sabe que es propenso e igual siembra
Siembra a contorno	Económica	Alto costo
Siembra en lomillos	Económica	La maquinaria es costosa
	Cultural	No se acostumbra a realizarlos
Tapar con suelo	Cultural	Falta de conocimiento
Trampas	Cultural	No se acostumbra a realizarlos
Uso de datos climáticos	Económica	Alto costo

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 yuca se resume en el siguiente cuadro:

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

PRÁCTICAS	Recurso hídrico	Manejo y conservación de suelos
Aplicación de fungicidas preventivos y curativos	*	*
Aplicación de herbicidas	*	*
Aplicación de insecticidas	*	*
Aplicación foliar	*	*
Aplicación nocturna	**	*
Barreras rompevientos	***	***
Control biológico	***	***
Control manual o deshierba	*	***
Reservorios	***	***
Curvas a nivel	NA	NA

Drenajes	**	***
Época de siembra	NA	NA
Fertilización adecuada	**	**
Monitoreo	NA	NA
Resiembra	NA	NA
Riego	***	***
Selección de áreas sin riesgo	*	***
Siembra a contorno	*	***
Siembra en lomillos	*	***
Subsolar el suelo	**	***
Trampas	NA	NA
Uso de datos climáticos	***	***
Escala utilizada: * la práctica implica poco impacto/aporte positivo sobre el indicador ** la práctica implica moderado impacto/aporte positivo sobre el indicador *** la práctica implica mucho impacto/aporte positivo sobre el indicador NA no aplica/no se tiene información suficiente		
Fuente: elaboración a partir de revisión de literatura y la normativa para programa Bandera Azul Ecológica Categoría agropecuaria (PBAE, 2016).		

4. Cuantificación de costos de las prácticas identificadas

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

Cuadro 9. 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 yuca

Tabla de Costos/Hectárea				
Práctica	Costo C\$/Ha	Unidad	Descripción	Documenta- - bilidad
Aplicación de fungicidas protectores y curativos (opción 1)	8.745,00	Colones/ aplicación	Costo por hectárea del producto fungicida (i.a carbendazin), sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Facturas y registro
Aplicación de fungicidas protectores y curativos (opción 2)	4.800,00	Colones/ aplicación	Costo por hectárea del producto fungicida (i.a Propicanizole), sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Facturas y registro
Aplicación de fungicidas protectores y curativos (opción 3)	7.282,50	Colones/ aplicación	Costo por hectárea del producto fungicida (i.a Mancozeb), sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Facturas y registro
Aplicación de fungicidas protectores	8.090,25	Colones/ aplicación	Costo por hectárea del producto fungicida (i.a Propicanizole+Prochloraz), sin agregar el costo	Facturas y registro

y curativos (opción 4)			de mano de obra y equipo de aplicación.	
Aplicación de herbicidas (opción 1)	5.670,00	Colones/ aplicación	Costo por hectárea del producto insecticida (i.a Paraquat), sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Aplicación de insecticidas (opción 1)	14.981,60	Colones/ aplicación	Costo por Ha del producto insecticida (i.a Lambdahalotrina y tiametoxam), sin el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Aplicación de insecticidas (opción 2)	14.056,00	Colones/ aplicación	Costo por Ha. del producto insecticida (i.a Imidacloprid deltametrina), sin el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Aplicación de insecticidas (opción 3)	14.666,00	Colones/ aplicación	Costo por Ha. del insecticida (i.a Oxamil), sin el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Aplicación de insecticidas (opción 4)	4.650,00	Colones/ aplicación	Costo por Ha. del producto insecticida (i.a Dimetoato), sin el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Aplicación de insecticidas (opción 5)		Colones/ aplicación	Costo por Ha. del producto insecticida (i.a Octaborato de sodio) para el control de hormigas, sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Aplicación foliar (opción 1)	6.312,00	Colones/ aplicación	Costo por hectárea del producto (Potasio), sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Aplicación foliar (opción 2)	10.120,00	Colones/ aplicación	Costo por hectárea del producto (Potasio+aminoácidos), sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Aplicación foliar (opción 3)	5.500,00	Colones/ aplicación	Costo por hectárea del producto (Aminoácidos), sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Aplicación foliar (opción 4)	9.746,00	Colones/ aplicación	Costo por hectárea del producto (Nitrógeno, fosforo y potasio), sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Fertilizaciones adecuadas (opción 1)	117.235,00	Colones/ aplicación	Costo de aplicación de fertilizantes en el cultivo de yuca durante el ciclo fenológico; la primera fertilización se realiza en la siembra con 10-30-10 (alta en fósforo), la segunda se realiza a los dos meses con fórmula completa y la tercera fertilización se realiza con la fórmula 15-3-31.	Registros y facturas
Fertilizaciones adecuadas (opción 2)	121.970,00	Colones/ aplicación	Costo de aplicación de fertilizantes en el cultivo de yuca durante el ciclo fenológico; la primera fertilización se realiza en la siembra con 12-24-12 (alta en fósforo), la segunda se realiza a los dos meses con fórmula completa y la tercera fertilización se realiza con la fórmula 15-3-31.	Registros y facturas
Fertilizaciones adecuadas (opción 3)	112.165,00	Colones/ aplicación	Costo de aplicación de fertilizantes en el cultivo de yuca durante el ciclo fenológico; la primera	Registros y facturas

			fertilización se realiza en la siembra con 10-30-10 (alta en fósforo), la segunda se realiza a los dos meses con 15-3-31 y la tercera fertilización se realiza con la fórmula 0-0-60 alta en potasio para el llenado de la yuca.	
Fertilizaciones adecuadas (opción 4)	142.030,00	Colones/ aplicación	Costo de aplicación de fertilizantes en el cultivo de yuca durante el ciclo fenológico; la primera fertilización se realiza en la siembra con 10-30-10 (alta en fósforo), la segunda se realiza a los dos meses con Magnesamon para suplir los requerimientos o deficiencias de magnesio y calcio; la tercera fertilización se realiza con la fórmula 15-3-31 para aumentar el follaje y comenzar a llenar las raíces productivas. La última fertilización se realiza con 0-0-60 alta en potasio para el llenado de la yuca.	Registros y facturas
Monitoreo	3.600,00	Colones/ labor	Costo por realizar Monitoreo de plagas y enfermedades para el cultivo de yuca en una hectárea de 10.000 m ² .	Registros
Control manual o deshierba	57.600,00	Colones/ labor	Costo total de 48 horas para realizar deshierba manual en una hectárea de yuca	Registros
Época de siembra	ND	ND	ND	Registro
Resiembra	24.000,00	Colones/ labor	Costo de mano de obra para la resiembra de plantas dañadas en una hectárea. El costo de la semilla no se toma en cuenta, ya que el productor la cosecha de la siembra anterior	Registros
Selección de áreas sin riesgo	ND	ND	ND	ND
Siembra en lomillo	80.000	Colones/ labor	Costo de maquinaria para realizar la siembra en lomillos para proteger el sistema radical de la planta, evitar encharcamiento, pérdida de nutrientes y suelo.	Registros
Subsolar el suelo	40000	Colones/ labor	Costo por hectárea del alquiler de un subsolador para descompactar el suelo. La duración aproximada es de 4 horas/Ha.	Registro
Drenajes	45.000,00	Colones/ labor	Costo por hectárea para realizar 150 metros de drenajes con Backhoe en medio del área de siembra para disminuir la capa freática del suelo y la salida de agua encharcada.	Registros y facturas
Drenajes	100.000,00	Colones/ labor	Costo por hectárea para realizar 150 metros de drenajes con Draga en medio del área de siembra para disminuir la capa freática del suelo y la salida de agua encharcada.	Registros y facturas

Cuadro 10. Costo colones/hectárea de la implementación de las prácticas adicionales que se identificaron para la reducción de impacto de eventos climáticos en yuca

Tabla de Costos/Hectárea				
Práctica	Costo C\$/Ha	Unidad	Descripción	Documenta- bilidad
Barreras rompevientos (opción 1)	29.135	Colones/ labor	Costo de 24 horas de mano de obra y establecimiento de árboles nativos para la barrera rompevientos, el cual se refiere al costo de sacar hijos vigorosos de árboles (poró, flor de itabo, guaba) y la siembra en los linderos a una distancia de 2-3 metros en 100 metros lineales.	Registros
Barreras rompevientos (opción 2)	46.133	Colones/ labor	Costo de 24 horas de mano de obra y establecimiento de 500 árboles fijadores de N (Inga, madero negro) en almácigo para la implementación de la barrera rompevientos y la siembra en los linderos a una distancia de 3 metros en 100 metros lineales.	Registros
Barreras rompevientos (Opción 3)	35.133	Colones/ labor	Costo de 24 horas de mano de obra y establecimiento de 150 cepas de caña brava; se siembra horizontalmente y cada nudo representa una planta. Cada caña mide aproximadamente 2,5 metros, se colocan seguidas en 100 metros lineales.	Registros
Aplicaciones nocturnas		ND	Las aplicaciones nocturnas en muchos casos puede aumentar el costo de mano obra, ya que el horario nocturno según la constitución tiene que ser pagada a un precio más alto.	ND
Control biológico (opción 1)	23.000,00	Colones/ aplicación	Costo por hectárea del producto biológico <i>Trichoderma</i> para el control de enfermedades, sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Control biológico (opción 2)	24.240,00	Colones/ aplicación	Costo por hectárea del producto biológico <i>Metarrizium</i> para el control de patógenos, sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Cosecha de agua	104.490	Colones/ sistema	Costo de mano de obra para la preparación del reservorio de agua de aproximadamente 3,5 metros de altura, 3 metros de ancho y 4 metros de largo; además del costo del plástico negro reforzado para evitar la infiltración del agua.	Registros y facturas
Siembras a contorno	108.000	Colones/ labor	Costo de mano de obra para la siembra a contorno en zonas de alta pendiente para evitar la escorrentía, la pérdida de nutrientes y suelo.	Registros
Trampas (opción 1)	95.000,00	Colones/ labor	Costo por hectárea para la compra de 5 trampas para atrapar taltuzas; estas se movilizan en toda la finca dependiendo de la población.	Registros y facturas

Trampas (opción 2)	28.000,00	Colones/ labor	Costo por hectárea por la fabricación de 10 trampas para taltuzas; incluyendo el valor del alambre para formar los aros, la piola para amarrar las trampas y la duración en horas de excavar, colocar la estaca de madero negro en el túnel y terminar de colocar la trampa.	Registros y facturas
Riego	931.600,00	Colones/ labor	Costo de mano de obra y materiales del sistema de riego (goteo) en campo para una hectárea (100x100). La distancia entre las cintas de goteo es de 1.5 metros y la distancia entre de goteros es de 0,4 metros. El tubo utilizado es de poliducto de 2" como tubo principal y la bomba utilizada es de 8 HP (DIESEL) y puede variar dependiendo del tipo de las características de la finca (suelo, pendiente, entre otras)	Registros y facturas
Uso de datos climáticos		Colones/ labor	Costo de la compra de una estación meteorológica para utilizar datos del clima.	Registros

Nota: Los productos químicos mencionados en el cuadro anterior, son los insumos que se utilizan normalmente en las plantaciones en Costa Rica; sin embargo, para obtener una certificación y exportar a mercados internacionales, se requiere utilizar productos autorizados por el Servicio Fitosanitario del Estado.

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez E., Bellotti A., Calvert L., Arias B., Cadavis L., Pineda B., Llano G., Cuervo M. (2002) Guía práctica para el manejo de las enfermedades, las plagas y las deficiencias nutricionales de la yuca. CIAT. Cali, Colombia. 128p.
- Aguilar E., Segreda A., Saborío D., Morales J., Chacón M., Rodríguez L., Acuña P., Torres S., Gómez Y. (2016) Cultivo de yuca. *Manihot esculenta* Crantz. Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuario. San José, Costa Rica. 96p.
- Arias B., Herrera C., Bellotti A., Hernández G. (2001) Control biológico y microbiológico del gusano cachón de la yuca (*Erynnis ello*) CIAT. Colombia. 2p.
- Barrera Rodríguez, A., & Ramírez Jiménez, J. (2005). Estudio de viabilidad para la implementación de una comercialización de yuca fresca en La Región Huetar Norte. Instituto Tecnológico de Costa Rica Sede Regional San Carlos, San Carlos.
- Bellotti A., Arias B., Herrera C., Holguín C. (2007) Manejo Integrado Sostenible de Moscas blancas y Vectores de Virus en los Trópicos. CIAT. Cali, Colombia. 28p.
- Bertorelli M., Montilla J., Hernández J. (2006) Efecto de la defoliación por hormigas cortadoras de hojas (Formicidae: Attini) sobre el rendimiento de la yuca (*Manihot esculenta* CRANTZ). INIA. Caracas, Venezuela.
- Estrada Garro, F. (2013). Inventario de tecnologías "Yuca Región Huetar Norte y Atlántica" Marco del proyecto regional PRESICA.
- Fonseca Laurent, J. M., & Saborío Argüello, D. (2001). Tecnología post cosecha de yuca fresca parafinada (*Manihot esculenta* Crantz) para Exportación en Costa Rica. Centro de Investigaciones Agronómicas (CIA), Laboratorio de tecnología post cosecha, San José.
- Furcal Beriguete, P., Torres Portugués, S., & Andrade Carballo, W. (2015). Evaluación de la fertilización inorgánica en el cultivo de yuca en la región norte de Costa Rica. Tecnología en Marcha, 28 (2), 84-101.
- Gómez Y., Torres S., Álvarez, E., Pardo, J., Aguilar E., Solórzano J. (2015). Manejo de semilla y de la enfermedad de cuero de sapo en yuca. Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA), San José.
- INEC. (2015). VI Censo Nacional Agropecuario, resultados generales. Instituto Nacional de Estadística y Censos, San José.
- MAG. (2007). Caracterización y plan de acción para el desarrollo de la agrocadena de Raíces y Tubérculos Tropicales en la región Huetar Norte.
- Nicaragua K., Pavón F., Chavarría E. (2004) Guía MIP del cultivo de la yuca. INTA. Managua, Nicaragua. 48p.

- Ospina B., Ceballos H. (2002). La yuca en el tercer Milenio: Sistemas Modernos de producción, procesamiento, utilización y comercialización (Vol. 327). CIAT. Cali, Colombia. 585p.
- Quirós Argüello, B. J., & De Diego Salas, G. E. (2006). Análisis de crecimiento y Absorción de nutrimentos en yuca (*Manihot esculenta*) en El Tanque de La Fortuna, San Carlos, Alajuela. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Sede Regional San Carlos, La Fortuna.
- Quirós O., Aguilar E., Artavia E., Petter, C., Jiménez, A., Monge Y. (2007). Caracterización de la Agrocadena de Raíces Tropicales, Región Atlántica, Costa Rica. Ministerio de Agricultura y Ganadería, San José. 77p.
- Salazar Porras, L. M. (2015). Calibración de dos métodos de diagnóstico de la fertilidad de suelos cultivados con yuca (*Manihot esculenta* Crantz) en el trópico húmedo de Costa Rica. Instituto Tecnológico de Costa Rica - Sede Regional San Carlos, San Carlos.
- Sánchez Vásquez, C. G. (2007). Sistema de Control de Producción y calidad de la yuca y estudio y análisis de costos de producción y pérdidas de materia prima para Empacadora La Perla CR. S.A., en la Fortuna de San Carlos. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Escuela de Administración de Empresas, San Carlos.
- Torres P, S. (2013). Diagnóstico de las principales plagas (COCHINILLA Y CUERO SAPO) que afecta la producción de yuca. Instituto Tecnológico de Costa Rica, VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN Y EXTENSIÓN - Escuela de Agronomía, Cartago.
- Torres Vargas, L. A. (2010). Caracterización morfológica de 37 accesiones de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) del banco de germoplasma del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba.
- Valdez, J.; Hernández, R. 2014. Guía técnica para la producción de yuca. Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (Idiaf). Santo Domingo, República Dominicana. 64p.
- Valverde Gamboa, W. (2015). Metodologías de diagnóstico temprano de la enfermedad “cuero de sapo” en yuca (*Manihot esculenta* Crantz). Instituto Tecnológico de Costa Rica Sede Regional San Carlos, San Carlos.

ANEXOS

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

Glosario de términos agronómicos

Eventos climáticos

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Prácticas para reducir el impacto de los eventos climáticos

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

- Carbendazim (1,5L/Ha)
- Propiconazole (0,5L/Ha)
- Dithane (1,5L/Ha)
- Procloraz-propiconazole (0,350L/Ha)

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

- Paraquat (1.5L/Ha)

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

- Engeo (0,2 L/Ha)
- Muralla (0,35L/Ha)
- Dimetoato (0,5L/Ha)
- Vidate (1L/Ha)

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

comparadas con las dosis aplicadas al suelo para la obtención de buenos rendimientos (Centro de Investigaciones Agronómicas (CIA), 2002).

Aplicaciones nocturnas: consiste en realizar la aplicación de productos químicos u orgánicos en horas frescas de la noche para aumentar la eficiencia y evitar pérdidas de producto por volatilización o por deriva. Las aplicaciones nocturnas de insecticidas aumentan la eficiencia en el control de plagas (en su mayoría nocturna) al utilizar productos de contacto y la aplicación de foliares es más efectiva; ya que la planta en la noche abre sus estomas y absorbe mayor cantidad de nutrientes (consulta a expertos, 2017).

Barreras rompevientos: se refiere a la siembra de plantas perennes en los linderos de la finca o sobre una curva a nivel que no compitan con el cultivo. Una de las funciones es interceptar el agua de lluvia, disminuyendo la velocidad de escorrentía sobre la superficie y la pérdida de suelo (Peña, 2013). Otra de las funciones es disminuir la velocidad del viento para evitar erosión eólica, daños mecánicos en plantas y regular las condiciones de microclima; además se puede utilizar una hilera de árboles con buen soporte y densidad moderada o de 3 hileras para mantener tres diferentes estratos: estrato alto con árboles maderables de porte alto, estrato medio con árboles fijadores de nitrógeno o arbustos de porte medio y estrato bajo con arbustos pequeños o plantas que permitan una doble función como el vetiver; obteniendo una barrera más compacta y con mayor nivel de protección (SAGARPA, 2003; Elías de Melo, consulta personal, 8 de febrero de 2017).

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

Control manual o deshierba: se refiere a eliminar las malezas o arvenses dentro del cultivo en forma manual, principalmente en medio de los lomillos donde se almacenan las raíces formadoras de yuca (Consulta personal, 2017).

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

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

Fertilización adecuada: para esta práctica se vuelve necesario contar con un análisis de suelo, que permita conocer el funcionamiento de la dinámica físico-química del mismo, con la finalidad preparar las formulaciones de fertilizantes necesarios para una aplicación eficiente y uso racional de los recursos. De esta forma se realiza una incorporación de productos orgánicos e inorgánicos

que proporcionen las cantidades adecuadas de nutrientes que requieren las plantas para llevar a cabo sus funciones metabólicas (Santos, 2014). La práctica se fundamenta en establecer un adecuado plan de fertilización donde se consideran componentes como: la dosis de aplicación, fuentes o tipo de fertilizante, época y forma de aplicación. Los planes de fertilización serán exclusivos para cada finca o lote basado en los resultados de los análisis previos (Tinoco & Acuña, 2009).

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

- La primera fertilización se realiza con fórmulas altas en fosforo como 10-30-10, 12-24-12 o 8-40-12.
- La segunda fertilización se utiliza formula completa, 18-46-0 o Magnesamon.
- La tercera fertilización se realiza con 0-0-60 o 15-3-31.

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

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

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 una práctica regenerativa del cultivo que consiste en rehabilitar o rellenar espacios perdidos de terreno donde la semilla, cepas y los retoños han desaparecido por muerte, deterioro y mal desarrollo por diversos factores climáticos y no climáticos. Es una práctica que se recomienda aplicarla semanas o días después de la siembra para mantener la densidad de tallos por hectárea (Manrique et al. 2008).

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. Práctica que se realiza principalmente en períodos lluvia deficiente o nula (Instituto Nacional de Seguros (INS), 2015). Según Santos, *et al.* (2010), los métodos de riego pueden clasificarse de la siguiente forma:

- Riego de superficie o por gravedad: este comprende al riego por inundación, en lotes y surcos cortos o en lotes nivelados. También se incluye el riego por infiltración en surcos o en fajas y el riego por escorrentías.

- Riego por aspersión: sistemas estáticos, fijos o móviles, con sistemas de cañón o ala sobre carro tirada por enrollador o por cable así como sistemas de lateral móvil, pivotante o desplazamiento lineal.
- Riego localizado o microriego: donde se tiene al riego por goteo, por difusores, por tubos perforados o poros, micro-aspersión y el riego sub-superficial por tubos perforados y tubos porosos.
- Riego subterráneo: realizado por control de la profundidad de la capa freática.

Para el caso del cultivo de yuca en Costa Rica, el riego utilizado es por goteo; aunque es muy poco utilizado en la región Huetar Caribe, ya que es una zona de altas condiciones de precipitación (Consulta a expertos, 2017).

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

Siembras a contorno: consiste en hacer surcos o hileras del cultivo en contra de la pendiente siguiendo las curvas a nivel. Se recomienda para cualquier clase de cultivo cuando la pendiente del terreno es mayor al 5%. Al realizar la siembra y marcado a contorno las demás labores como limpieza aporques entre otros se deben realizar de la misma manera o en la misma dirección. Esta práctica tiene como objetivo oponerse al paso del agua principalmente agua de lluvia que no logra filtrarse en el suelo, disminuyendo su velocidad, de esta forma se reduce el arrastre y lavado de del mismo suelo y de sus nutrientes. Una de las formas más sencillas es trazar una curva a nivel guía en el área de siembra y realizar las demás siguiendo esta (Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA), 2011).

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

Trampas: es una práctica para el control del comportamiento de las plagas, éstas expresan señales, estímulos visuales, físicos y químicos que funcionan como atrayente (Estrada & López, 2011). El uso de trampas en el cultivo de yuca se realiza principalmente para el control de ratas que dañan las raíces tuberosas y disminuyen la calidad; estas son atrapadas con cebos y encerradas, ya que para cumplir con los parámetros de la ley animal (Consulta a expertos, 2017).

Uso de datos climáticos: consiste en hacer uso de datos y predicciones climáticas para planificar la atenuación de los desastres de los desastres y el desarrollo sostenible. El objetivo es hacerle frente a todas las consecuencias del cambio climático (Organización Meteorológica Mundial (OMM), 2011). En la agricultura se vuelve importante para planificar las labores a realizar de tal forma que se aprovechen las condiciones climáticas favorables para los cultivos y a la vez se evite o reduzca los impactos negativos (Consulta a expertos, 2017). Según el Instituto Meteorológico Nacional (IMN) 2017, se cuenta con herramientas como las estaciones meteorológicas, que registran determinados elementos meteorológicos y llevan a cabo observaciones de fenómenos naturales y existen de 2 tipos:

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

Literatura citada

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

Angulo A. (2015) Impacto de la sequía y su efecto sobre los rendimientos agrícolas e industrial de caña de azúcar, en la zona este de Guanacaste durante la zafra 2014-2015. DIECA. Alajuela, Costa Rica. 12p.

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

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

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

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

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

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

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

Estrada A., López J. (2011) Relación de frutos de café inmaduros y calidad de taza. Revista el cafetal. Anacafé. Guatemala. 20p.

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

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

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

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

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

Instituto Meteorológico Nacional (IMN). (2017). Estaciones meteorológicas e instrumentos de más uso en Costa Rica. Recuperado el 28 de abril de 2017, de Instituto Meteorológico Nacional:

<https://www.imn.ac.cr/documents/10179/28035/Cat%C3%A1logo+B%C3%A1sico+de+Instrumentos+Meteorol%C3%B3gicos/3701f150-452d-44d3-9c58-19d94a01f28d?version=1.1>

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

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

Manrique, R., Ramirez, J., Rangel, M., & Bayona, A. (2008). Buenas prácticas agrícolas para el manejo agronómico de la caña de azúcar (*Sacharum spp*) con destino a la producción de panela y otros usos alternativos como el alcohol carburante. Bogotá, Colombia: Corpoica.

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

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

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

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

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

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

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.

SAGARPA (2003) (En línea) Cortinas rompevientos. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México. Consultado el 3 Marzo 2017. Disponible en: [https://www.google.com/webhp?sourceid=chrome-instant&ion=1&espv=2&ie=UTF-8#q=que+es+sagarpa&*](https://www.google.com/webhp?sourceid=chrome-instant&ion=1&espv=2&ie=UTF-8#q=que+es+sagarpa&*>)

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

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

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

SAGARPA (2003) (En línea) Cortinas rompevientos. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México. Consultado el 3 Marzo 2017. Disponible en: [https://www.google.com/webhp?sourceid=chrome-instant&ion=1&espv=2&ie=UTF-8#q=que+es+sagarpa&*](https://www.google.com/webhp?sourceid=chrome-instant&ion=1&espv=2&ie=UTF-8#q=que+es+sagarpa&*>)

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

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

Nombre	Perfil	Provincia	Cantón	Región	Teléfono	E-mail
Santos Chevez	Productor	Alajuela	Chiles	Huetar Norte	8357-9760	
Ariel Loría	Productor	Alajuela	Chiles	Huetar Norte	8711-0584	
Carlos Porras	Técnico	Alajuela	Chiles	Huetar Norte	8320-5851	cporras@mag.go.cr
Gilbert Rodríguez	Productor	Alajuela	San Carlos	Huetar Norte	8866-1294	
Miguel Jiménez	Productor	Alajuela	San Carlos	Huetar Norte	8890-6673	
Eddy Salazar y Jorge Méndez	Productor	Alajuela	San Carlos	Huetar Norte	8351-5946	
Marco Rojas	Productor	Alajuela	San Carlos	Huetar Norte	8928-5260	
Orlando Hernández	Técnico	Alajuela	San Carlos	Huetar Norte	8364-0041	ohernandez@mag.go.cr
Sergio Torres	Técnico	Alajuela	San Carlos	Huetar Norte	8385-1531	storres@tec.ac.cr cidasth@gmail.com
Edgar Aguilar	Técnico	Limón	Guápiles	Huetar Caribe	8976-7541	eaguilar@inta.go.cr
Prospero Navarro	Productor	Limón	Guápiles	Huetar Caribe	6292-8137	
Marjorie Castro	Productor	Limón	Guápiles	Huetar Caribe	8515-1779	
Alexander Rojas	Productor	Limón	Pococí	Huetar Caribe	8347-9651	
Rafael Rodríguez	Productor	Limón	Guácimo	Huetar Caribe	8629-9741	
Jonathan Marín	Productor	Limón	Guácimo	Huetar Caribe	8426-9979	
Omar Chavarría	Productor	Limón	Guácimo	Huetar Caribe	2762-0001	
Abdenago Herrera	Productor	Limón	Guácimo	Huetar Caribe	8530-5422	