



Plan de Manejo Agroclimático Integrado del Sistema productivo de Ñame

Municipio de Toluviejo
Departamento de Sucre



Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria
Fondo Adaptación
Octubre de 2016

Este documento presenta información obtenida durante el desarrollo del proyecto MAPA. Se exponen resultados correspondientes al componente 1, “Reducción de la vulnerabilidad de los sistemas de producción agropecuarios a los eventos climáticos extremos, mediante herramientas que permitan tomar decisiones adecuadas para el manejo del riesgo agroclimático”, y al componente 2, “Desarrollo de sistemas de producción resilientes a los impactos de eventos climáticos extremos (inundaciones, sequías y heladas)”.

Los contenidos del texto se distribuyen mediante los términos de la licencia Creative Commons Atribución – No comercial – Sin Derivar



La Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria no se hace responsable de la interpretación y uso de estos resultados.



Equipo de trabajo	
Manuel Ramón Espinosa Carvajal	Investigador máster, facilitador regional
Sony Reza García	Investigador Ph. D., contratista
Ana María Pineda Rodríguez	Profesional de apoyo a la investigación
Juan Carlos Rojas Bustos	Profesional de apoyo a la investigación
Nelissa Betancur D'Ambrosio	Profesional de apoyo a la investigación, transferencia
Martha Marina Bolaños Benavides	Investigador Ph. D., líder producto 6



AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Fondo Adaptación por contribuir a la financiación del proyecto Reducción del Riesgo y Adaptación al Cambio Climático - MAPA.

Al productor, no solo por haber dispuesto su predio para la validación de las opciones tecnológicas presentadas, sino también por su disposición, compromiso y dedicación en pro del desarrollo de la parcela de integración. Sus aportes contribuyeron a obtener los resultados que se ven plasmados en este documento.

A los asistentes técnicos, que aportaron al proyecto a partir de sus conocimientos locales.

A todos los integrantes del proyecto MAPA del C.I. Turipaná, que participaron en las diferentes actividades del Plan de Manejo Agroclimático Integrado de los sistemas productivos priorizados.

A los integrantes de los distintos productos del proyecto MAPA, quienes realizaron aportes conceptuales para la construcción del Plan de Manejo Agroclimático Integrado.

Finalmente, a todas aquellas personas que participaron en las diferentes actividades del proyecto MAPA.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	2
Riesgo agroclimático para el sistema productivo	3
Sección 1: Factores que definen el riesgo agroclimático en el departamento y en el municipio	4
Amenazas derivadas de la variabilidad climática en Toluviéjo	4
Exposición del sistema productivo del ñame a amenazas derivadas de la variabilidad climática en el municipio de Toluviéjo, Sucre	9
Zonas del municipio de Toluviéjo con mayor o menor riesgo agroclimático para el sistema productivo de ñame espino	20
Gestión de la información agroclimática y agrometeorológica para conocer el riesgo agroclimático en la finca	22
Sección 2: Prácticas que se pueden implementar para reducir la vulnerabilidad del sistema productivo de ñame espino ante condiciones restrictivas de humedad en el suelo en el municipio de Toluviéjo, Sucre	24
a. Mecanización de suelos	26
a. Implementación de fertilización química y orgánica	27
Ventajas comparativas de las opciones tecnológicas integradas	30
Prácticas complementarias para reducir la vulnerabilidad del sistema productivo de ñame espino a condiciones restrictivas de humedad en el suelo	32
Establecimiento de semilleros	32
Ajuste de la densidad de siembra	32
El uso de coberturas vegetales	33
REFERENCIAS	35

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama conceptual del riesgo agroclimático para el sistema productivo de ñame espinoso en Toluviéjo, Sucre, en condiciones restrictivas de humedad en el suelo.	3
Figura 2. Mapas de variables biofísicas del municipio de Toluviéjo, Sucre.....	5
Figura 3. Precipitación en años extremos (1998 y 2009) respecto al promedio multianual en Toluviéjo. Fuente: Corpoica (2015a).	6
Figura 4. Aptitud de uso de suelos para el sistema productivo de ñame espinoso.....	10
Figura 5. Escenarios agroclimáticos mensuales para el sistema productivo de ñame espinoso en el municipio de Toluviéjo, en condiciones de humedad restrictivas por déficit hídrico en la ventana de análisis marzo-noviembre. Fuente: Corpoica (2015b).	14
Figura 6. Escenarios agroclimáticos mensuales para el sistema productivo de ñame espinoso en el municipio de Toluviéjo bajo condiciones de humedad restrictivas por exceso hídrico en la ventana de análisis marzo-noviembre.....	19
Figura 7. Mapas de aptitud agroclimática bajo condiciones restrictivas de humedad en el suelo para el sistema productivo de ñame en Toluviéjo. a. Déficit hídrico. b. Exceso hídrico. Fuente: Corpoica (2015b).....	20
Figura 8. a.) Balance hídrico atmosférico. b.) Balance hídrico agrícola en la parcela de integración del sistema productivo de ñame en el municipio de Toluviéjo, Sucre, entre mayo de 2015 y febrero de 2016.	25
Figura 9. Mecanización de suelos, parcela de integración ñame espinoso, municipio de Toluviéjo, Sucre. Izquierda: ríome, centro: cincel y derecha: caballíneo	26
Figura 10. Fertilización química al momento de la siembra, parcela de integración ñame espinoso, Toluviéjo, Sucre. Derecha: fertilización química. Izquierda: siembra	28
Figura 11. Fertilización orgánica al momento de la siembra, parcela de integración ñame espinoso, Toluviéjo, Sucre. Izquierda: fertilización orgánica. Derecha: siembra.	30



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Duración, valor del ONI y anomalías de precipitación en el municipio de Toluvejo durante los eventos El Niño en el periodo 1980-2010	8
Tabla 2. Duración, valor del ONI y anomalías de precipitación en el municipio de Toluvejo durante los eventos La Niña en el periodo 1980-2011	8
Tabla 3. Calendario fenológico para el cultivo de ñame espino en el municipio de Toluvejo, en condiciones restrictivas por déficit hídrico en el suelo	15
Tabla 4. Calendario fenológico para el cultivo de ñame espino en el municipio de Toluvejo, en condiciones restrictivas por exceso hídrico en el suelo	19



INTRODUCCIÓN

El Plan de Manejo Agroclimático construido como concepto novedoso en el área agropecuaria, por el proyecto *Reducción del Riesgo y Adaptación al Cambio Climático-Modelos de Adaptación y Predicción Agroclimática* (MAPA), contiene herramientas que soportan la toma de decisiones para enfrentar eventos climáticos limitantes para los sistemas productivos, contribuyendo a la reducción de la vulnerabilidad en el mediano y largo plazo. Esto constituye una propuesta de gestión de técnicas y tecnologías a escala local, con proyección municipal, que permiten minimizar los impactos que las condiciones restrictivas de humedad del suelo tienen sobre los sistemas productivos.

Con este enfoque, el proyecto MAPA ha realizado un acercamiento espacial de la exposición a condiciones restrictivas por exceso o déficit hídrico para 54 sistemas de producción en 69 municipios de 18 departamentos del país. Para ello se desarrollaron parcelas de integración en 54 sistemas productivos, cuyo objetivo fue validar opciones tecnológicas seleccionadas participativamente con agricultores, e integrar experiencias y conocimientos de estrategias de adaptación para enfrentar condiciones limitantes de humedad en el suelo a nivel local. Para el departamento de Sucre fue priorizado por el Fondo Adaptación el sistema productivo de ñame espino (*Dioscorea rotundata*) en Tolviejo.

Este documento expone un conjunto de elementos que permiten orientar la planificación de acciones para reducir la vulnerabilidad del sistema productivo de ñame espino en condiciones restrictivas de humedad en el suelo (priorizada participativamente por productores), en Tolviejo, Sucre.



OBJETIVOS

Objetivo general

Contribuir a la reducción de la vulnerabilidad del sistema productivo de ñame espino (*Dioscorea rotundata*) frente al riesgo agroclimático asociado a condiciones restrictivas de humedad en el suelo para Toluvié, Sucre, mediante la presentación de herramientas para la toma de decisiones y gestión de tecnología.

Objetivos específicos

- Exponer información agroclimática de Toluvié para la toma de decisiones en el sistema productivo de ñame espino en condiciones restrictivas de humedad en el suelo.
- Presentar opciones tecnológicas que permitan disminuir la vulnerabilidad del sistema productivo de ñame espino, en condiciones restrictivas de humedad en el suelo para Toluvié.
- Brindar criterios de decisión para la implementación de opciones tecnológicas integradas en el sistema productivo de ñame en Toluvié, Sucre.

Riesgo agroclimático para el sistema productivo

El riesgo agroclimático (IPCC, 2012) está expresado en función de la amenaza (eventos climáticos extremos) y la vulnerabilidad del sistema productivo definida por la exposición y la sensibilidad de la especie al estrés hídrico y la capacidad adaptativa del sistema productivo. En la figura 1 se exponen los elementos estructurales que determinan el riesgo agroclimático: la amenaza climática y la vulnerabilidad del sistema productivo. Como estrategia para disminuir la sensibilidad y aumentar la capacidad del sistema productivo de ñame espinoso frente a condiciones restrictivas de humedad en el suelo, se presentan opciones tecnológicas integradas para la prevención y adaptación, que ingresan a un proceso de implementación en el sistema productivo, de acuerdo con las características socioeconómicas de los productores locales.

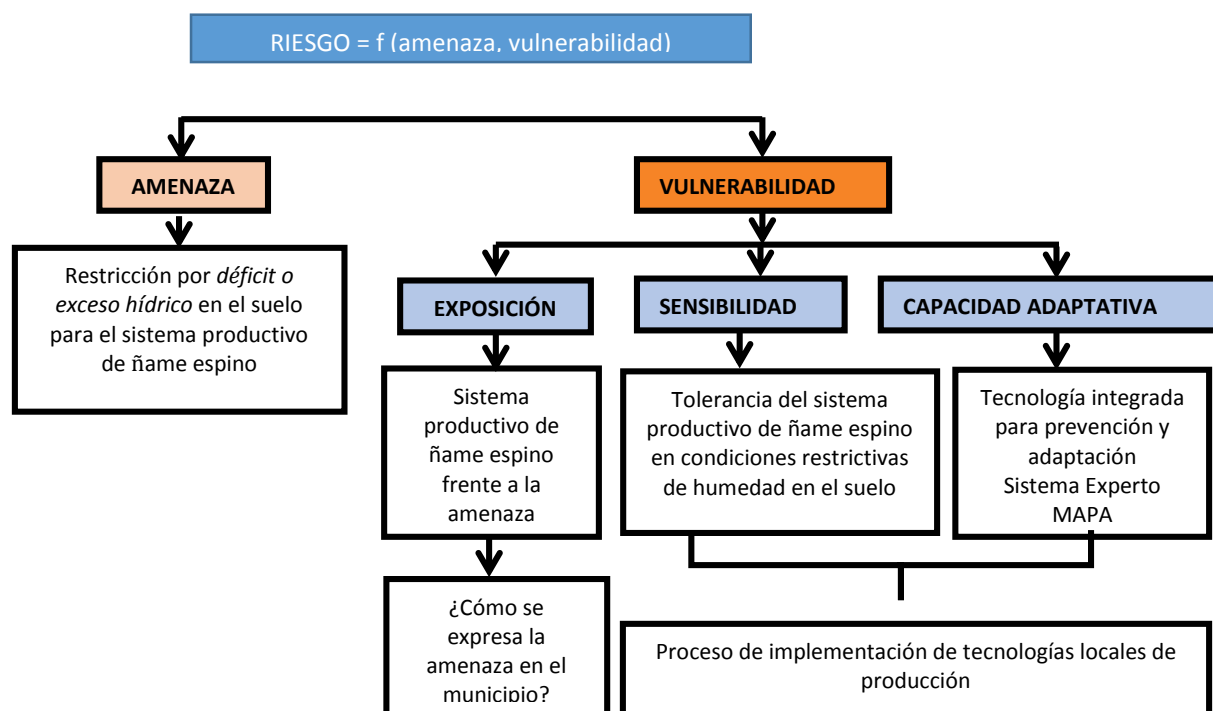


Figura 1. Diagrama conceptual del riesgo agroclimático para el sistema productivo de ñame espinoso en Toluviejo, Sucre, en condiciones restrictivas de humedad en el suelo.

Sección 1: Factores que definen el riesgo agroclimático en el departamento y en el municipio

A escala departamental: Es necesario reconocer la expresión de las amenazas derivadas de la variabilidad climática de influencia en el departamento, la cual está dada por variables biofísicas (subzonas hidrográficas) y climáticas (distribución de la precipitación, temperatura promedio, brillo solar, humedad relativa y distribución de la evapotranspiración [ET₀]).

A escala municipal: El riesgo se puede analizar mediante la información cartográfica de las variables biofísicas (subzonas hidrográficas, paisaje, altitud) y climáticas (distribución de la precipitación media multianual, temperatura promedio, brillo solar, humedad relativa, distribución de la evapotranspiración [ET₀] distribución de las anomalías porcentuales de precipitación y temperaturas, susceptibilidad a excesos y a déficit hídrico e inundación). Con esta información se pueden identificar áreas con mayor y menor susceptibilidad a amenazas derivadas de la variabilidad climática.

Para mayor información sobre el riesgo agroclimático departamental y municipal, consulte el Sistema Experto (SE) - MAPA

Amenazas derivadas de la variabilidad climática en Toluviéjo

Lo primero que se debe hacer es identificar aquellos aspectos biofísicos que hacen que algunas zonas o sectores del municipio sean más susceptibles de amenazas climáticas. La altitud y el paisaje, entre otras variables, determinan la susceptibilidad del territorio a eventos de inundación, sequías extremas y temperaturas, altas y bajas, que podrían afectar los sistemas de producción agropecuarios.

El municipio de Toluviéjo se encuentra ubicado al norte del departamento de Sucre, su altitud oscila entre los 0 y 500 msnm (figura 2, izquierda), donde predomina el paisaje de piedemonte (51,1 %), montaña (17,2 %), lomerío (16,6 %) y planicie (14,3 %) (Figura 2, centro).

Se encuentra influenciado por la subzona hidrográfica del Caribe, Golfo del Morrosquillo (figura 2, derecha) (Corpoica 2015a). La temperatura media promedio anual oscila entre 26,0 °C y 28,0 °C, la máxima entre 32 °C y 34 °C y la mínima entre 22 °C y 24 °C. La humedad relativa anual promedio está entre 80 % y 85 %, y el promedio anual de brillo solar acumulado presenta valores entre 1700 y 1900 h/año (Corpoica 2016).

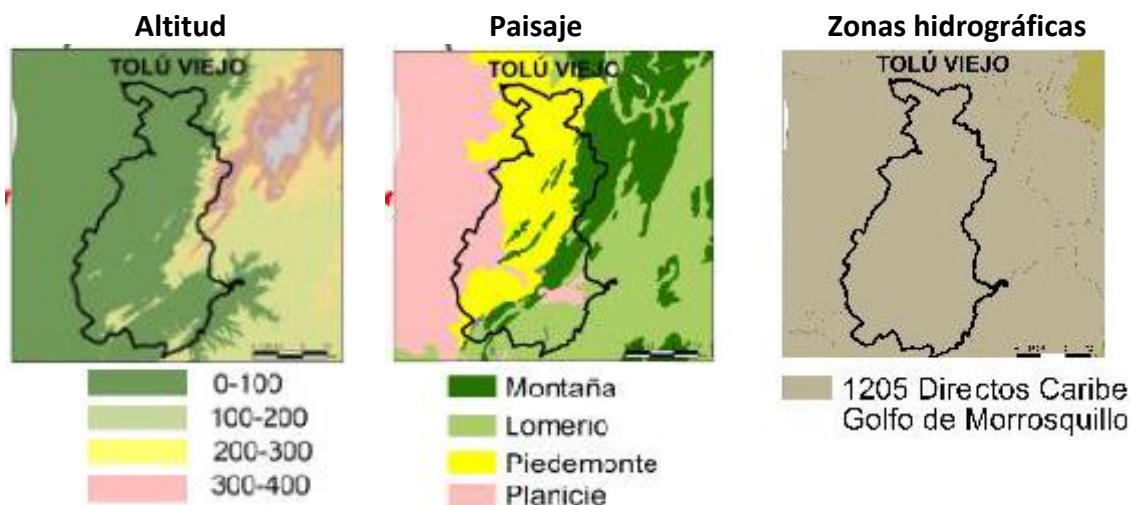


Figura 2. Mapas de variables biofísicas del municipio de Tolu Viejo, Sucre.
Fuente: Corpoica (2015a).

Lo segundo por revisar son los análisis disponibles de las series climáticas (1980 y 2009), con lo cual es posible determinar el impacto de la variabilidad climática en eventos pasados, y así conocer los rangos en los cuales las variables climáticas pueden cambiar cuando se presenten nuevamente estos fenómenos. Dentro de la información empleada para al análisis climático del municipio de Tolu Viejo, Sucre, se destacan:

Precipitación. La figura 3 muestra la dinámica de la precipitación del municipio: la línea verde representa el promedio mensual de precipitación, y las barras rojas (*El Niño* de 2009) y azules (*La Niña* de 1998), las precipitaciones mensuales durante eventos de variabilidad climática representativos. El promedio anual de lluvias es 1570 mm con un máximo en el mes de octubre (238 mm) (Corpoica, 2015a).

Las precipitaciones anuales promedio registradas para el municipio de Toluvié, se encuentran en un rango de 1300 mm a 1500 mm. La zona sur y norte del municipio registra precipitaciones anuales promedio dentro de este rango, mientras que en el centro del municipio se identifican zonas con precipitaciones que varían de 1500 a 1750 mm. La distribución intranual de la precipitación es de tipo monomodal, caracterizada por una temporada seca de 4 meses (diciembre a marzo) y un acumulado de 173 mm. La temporada de lluvias es de 8 meses (abril a noviembre); en la cual se identifican dos periodos, el primero de ellos con lluvias intermedias (abril a julio) con 858 mm y el segundo periodo de lluvias más fuertes (agosto a noviembre) con 984 mm; siendo los meses de agosto y octubre los de mayor precipitación, con registros promedios acumulados de 271 mm y 261 mm, respectivamente (Corpoica, 2015a).

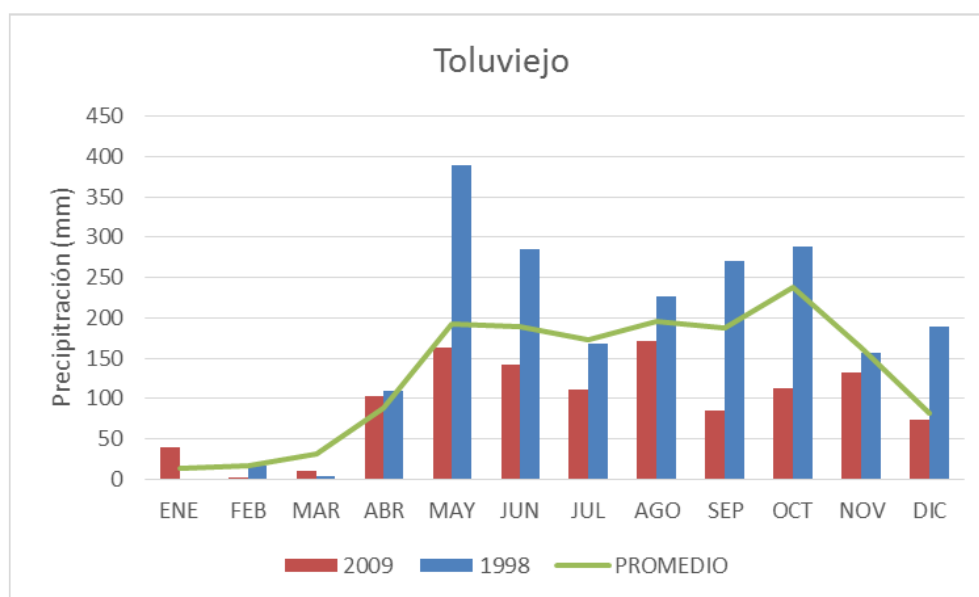


Figura 3. Precipitación en años extremos (1998 y 2009) respecto al promedio multianual en Toluvié. Fuente: Corpoica (2015a).

Para el municipio de Toluvié los años extremos de deficiencia y exceso de lluvias fueron 2009 y 1998 respectivamente. En 2009 se presentó un evento La Niña hasta marzo y El Niño a partir de julio, las lluvias estuvieron por debajo del promedio con las mayores anomalías negativas en febrero, marzo y septiembre (-94 %, -68 % y -55 %, respectivamente). En enero y abril se presentaron anomalías positivas de 180 % y 18 % respectivamente.

En 1998 las lluvias estuvieron 34 % por encima del promedio, siendo mayo, junio y diciembre los meses de mayores anomalías positivas (102 %, 51 % y 128 % respectivamente), los meses de enero, marzo, y julio se encontraron por debajo del promedio (-100 %, -89 % y -3 % respectivamente). En 1998 se presentó un evento El Niño hasta mayo y La Niña desde julio (Corpoica, 2015a).

Valor del Índice Oceánico El Niño (ONI) y anomalías climáticas en eventos El Niño o La Niña: Permite determinar qué tan fuerte es un fenómeno de variabilidad climática como El Niño o La Niña. Para conocer dichos cambios se debe revisar:

- El valor de la anomalía en porcentaje, que indica en qué proporción podría aumentar o disminuir la precipitación.
- El valor del Índice Oceánico El Niño (ONI)¹, el cual indica qué tan fuerte fue El Niño (valores mayores a 0,5) o La Niña (valores menores a -0,5).

Los valores ONI son útiles para visualizar las alertas de ocurrencia de este tipo de fenómenos. Este se calcula con base en un promedio trimestral móvil de la variación de la temperatura, en °C, del océano Pacífico (5 °N-5 °S, 120-170 °O).

Las tablas 1 y 2 muestran cómo se han comportado los fenómenos El Niño-Oscilación Sur (ENSO) en los últimos 32 años, y constituyen información de referencia que permite analizar las posibles reducciones o incrementos de la precipitación en el municipio.

¹ Cuando la variación supera valores de 0,5, durante por lo menos cinco meses consecutivos, se habla de un evento El Niño y cuando los valores son menores a -0,5, también de forma consecutiva en cinco meses, es un evento La Niña. Este índice puede monitorearse en la página del Centro de Predicción Climática del Servicio Nacional Meteorológico de Estados Unidos: http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears_ERSSTv3b.shtml), y permite conocer el escenario climático que se presentará en la zona.

Tabla 1. Duración, valor del ONI y anomalías de precipitación en el municipio de Toluviéjo durante los eventos El Niño en el periodo 1980-2010

Período	Inicio	May. 1982	Ago. 1986	May. 1991	May. 1994	May. 1997	May. 2002	Jun. 2004	Ago. 2006	Jul. 2009
	Fin	Jun. 1983	Feb. 1988	Jun. 1992	Mar. 1995	May. 1998	Mar. 2003	Feb. 2005	Ene. 2007	Abr. 2010
Duración (meses)		14	19	15	11	13	11	9	6	11
Máximo valor ONI		2,3	1,6	1,8	1,3	2,5	1,5	0,9	1,1	1,8
Anomalía		-17 %	-13 %	3 %	-1 %	7 %	-11 %	-17 %	-21 %	-22 %

Fuente: Corpoica (2015a).

Tabla 2. Duración, valor del ONI y anomalías de precipitación en el municipio de Toluviéjo durante los eventos La Niña en el periodo 1980-2011

Período	Inicio	Oct. 1984	May. 1988	Sep. 1995	Jul. 1998	Oct. 2000	Sep. 2007	Jul. 2010
	Fin	Sep. 1995	May. 1989	Mar. 1996	Jun. 2000	Feb. 2001	May. 2008	Abr. 2011
Duración (meses)		12	13	7	24	5	9	10
Mínimo ONI		-1,1	-1,9	-0,7	-1,6	-0,7	-1,4	-1,4
Anomalía		-17 %	17 %	-11 %	21 %	13 %	-16 %	50 %

Fuente: Corpoica (2015a).

Con base en esta información se puede interpretar que en el municipio de Toluviéjo (Sucre) puede haber disminución de lluvias hasta del 22 % en eventos El Niño, mientras que en eventos La Niña el aumento de precipitaciones puede alcanzar hasta el 50 % (julio 2010-abril 2011).

Se debe considerar que la temperatura de la superficie del Océano Pacífico no es el único factor que modula el clima, por lo cual es importante tener en cuenta otros factores como la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) y las distintas corrientes oceánicas.

Susceptibilidad del municipio a amenazas climáticas. Con la cartografía temática del proyecto MAPA se puede identificar: susceptibilidad a exceso hídrico en La Niña, susceptibilidad a déficit hídrico en El Niño, susceptibilidad biofísica a inundación, áreas que se inundan regularmente cuando se presentan eventos de inundación (expansión de cuerpos de agua) o áreas susceptibles a afectaciones por sequía (contracción de cuerpos de agua).

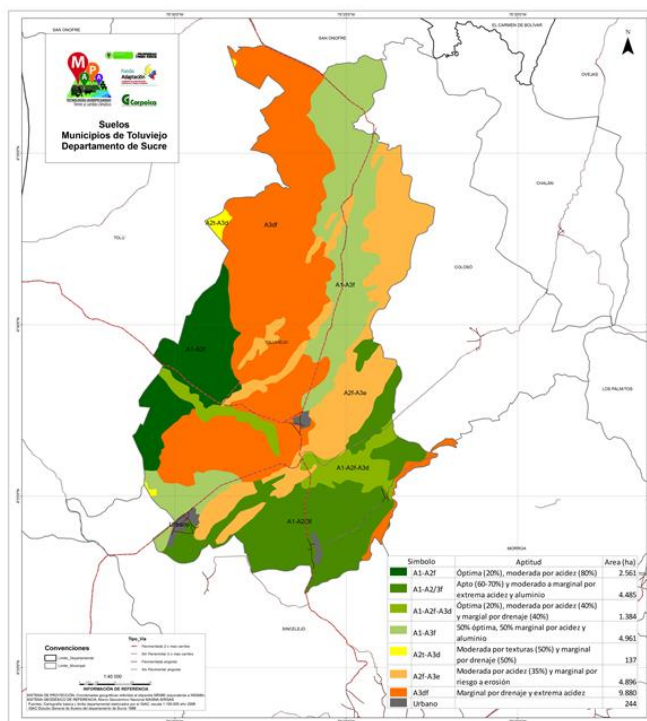
Para mayor información sobre la susceptibilidad del municipio a amenazas climáticas, consulte el SE-MAPA

Exposición del sistema productivo del ñame a amenazas derivadas de la variabilidad climática en el municipio de Toluvié, Sucre

Un sistema productivo se encuentra expuesto a limitantes por suelo y por las condiciones climáticas y su variabilidad. Esta exposición del sistema productivo varía en función del tiempo y de su ubicación en el municipio. Para el caso del sistema productivo de ñame espinoso en Toluvié, la exposición se analizó con base en la aptitud de suelos para el sistema productivo y la probabilidad de ocurrencia de condiciones restrictivas de humedad en el suelo (déficit y exceso hídrico) en las diferentes etapas fenológicas del cultivo.

Para evaluar la exposición identifique:

- a. Las limitaciones de los suelos en el municipio:** Se pueden ver en el mapa de aptitud de suelos (figura 4). Hay que tener en cuenta que algunas limitaciones pueden superarse, como las propiedades químicas (con aplicación de enmiendas y fertilizantes), mientras que otras no pueden modificarse (altitud, pendientes excesivamente inclinadas, texturas). Es conveniente mencionar que la escala de análisis espacial es 1:100.000.



Símbolo	Aptitud		Área (ha)
	A1-A2f	Óptima (20 %), moderada por acidez (80 %)	2.561
	A1-A2/3f	Apto (60-70 %) y moderado a marginal por extrema acidez y aluminio	4.485
	A1-A2f-A3d	Óptima (20 %), moderada por acidez (40 %) y marginal por drenaje (40 %)	1.384
	A1-A3f	50 % óptima, 50 % marginales por aluminio	4.961
	A2f-A3e	Moderada por texturas (50 %) y marginal por drenaje (50 %)	137
	A2f-A3e	Moderada por acidez (35 %) y marginal por riesgo de erosión	4.896
	A3df	Marginal por drenaje y extrema acidez	9.880
	Urbano		244
Total general			28.548

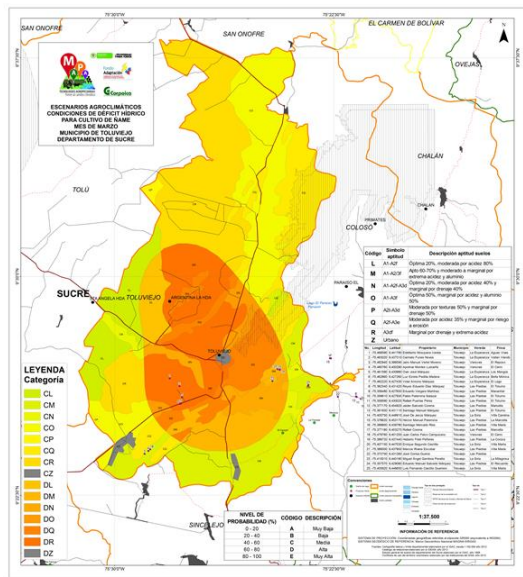
Figura 4. Aptitud de uso de suelos para el sistema productivo de ñame espino en el municipio de Tuluje. Fuente: Corpoica (2015b).

Para tener en cuenta: El municipio de Toluviéjo presenta aproximadamente 13.391 ha de suelos con aptitud óptima “A1” para el sistema productivo de ñame espinoso, es decir, 46,9 % de la extensión territorial del municipio; sin embargo, estos suelos presentan restricciones moderadas por acidez o extrema acidez y aluminio y restricciones severas por drenaje. Con aptitud moderada “A2” se estiman 5.033 ha (cerca del 17,62 % del municipio), con restricciones severas por drenaje y riesgo de erosión. En general, el 64,53 % de los suelos se encuentran en condiciones de óptimas a moderadas para el establecimiento de ñame espinoso, acompañadas de buenas prácticas de manejo y conservación de los suelos. Se estiman 9.880 ha con aptitud marginal (34,6 % de la superficie) restringidos por drenaje y extrema acidez (Corpoica, 2015b).

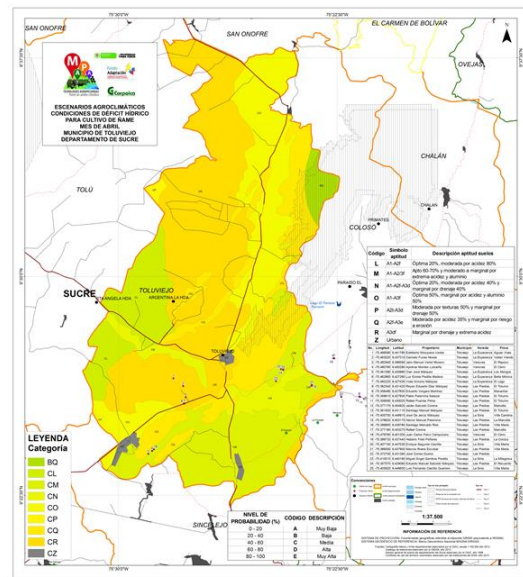
b. La probabilidad de ocurrencia de déficit hídrico en los mapas de escenarios agroclimáticos (figura 5). Se presenta la probabilidad de ocurrencia de déficit hídrico del suelo para el sistema productivo de ñame espinoso, con base en el cálculo del índice de severidad de sequía de Palmer² (1965), la probabilidad puede ser: bajas (20-40 %, tonos verdes), medias (40-60 %, tonos amarillos) y altas (60-80 %, tonos naranjas), según el mes de siembra o etapa fenológica del cultivo.

² Mide la duración e intensidad de un evento de sequía, a partir de datos de precipitación, temperatura del aire y humedad del suelo.

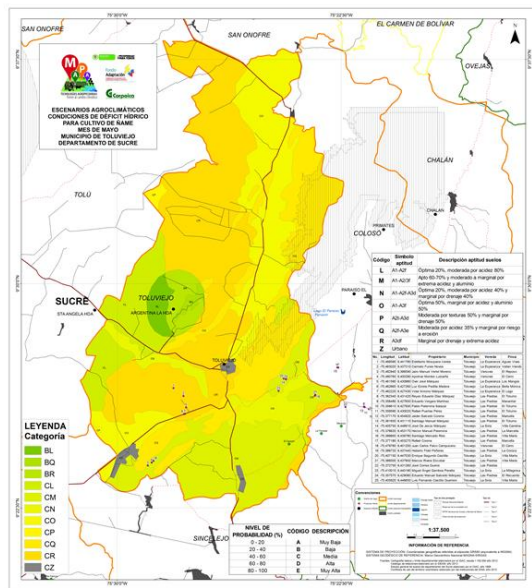
Marzo



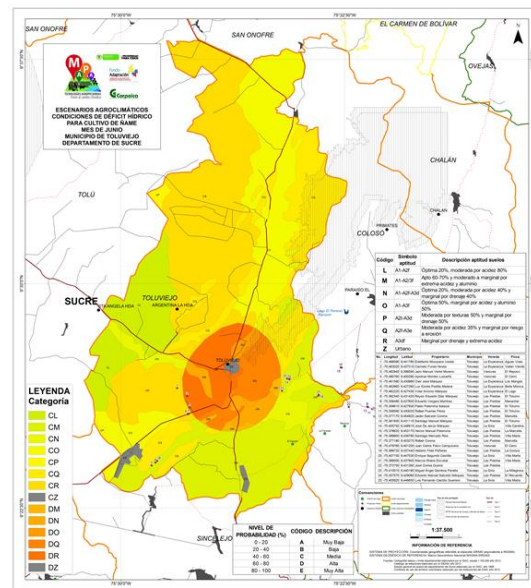
Abril



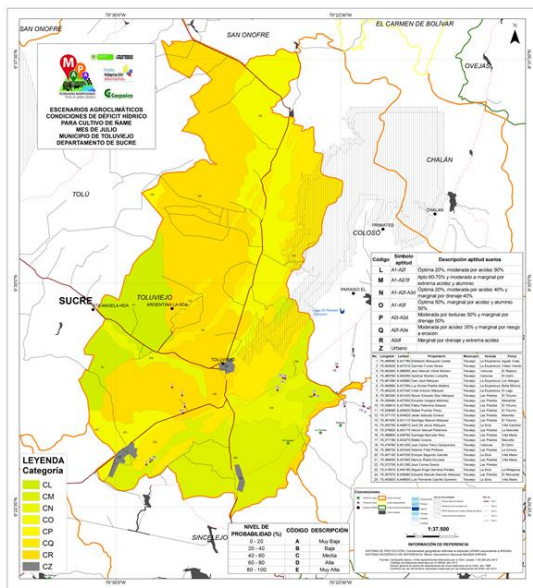
Mayo



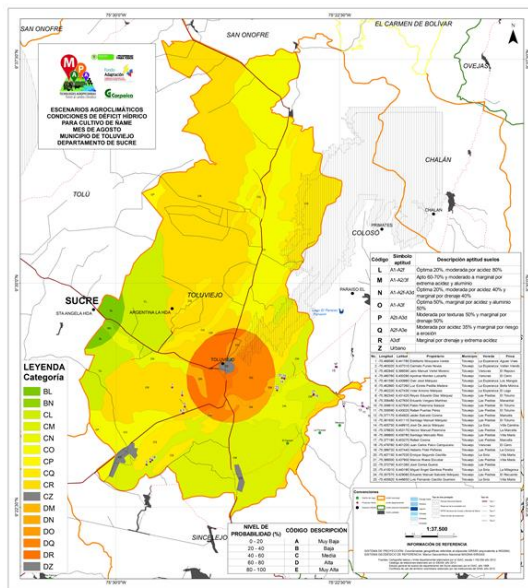
Junio



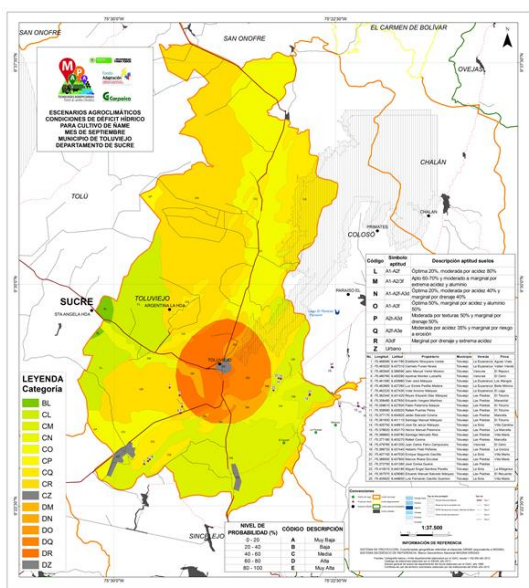
Julio



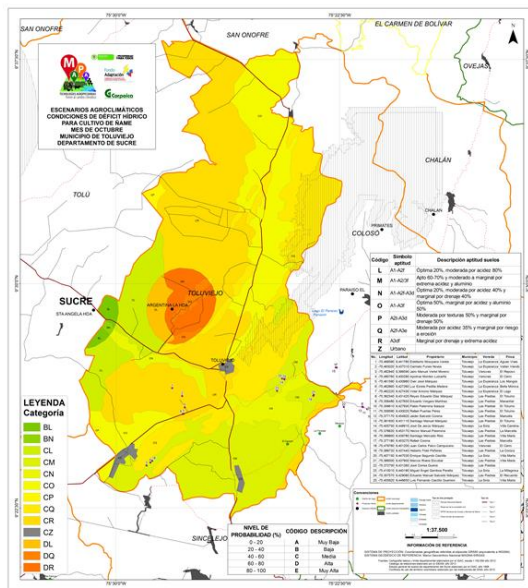
Agosto



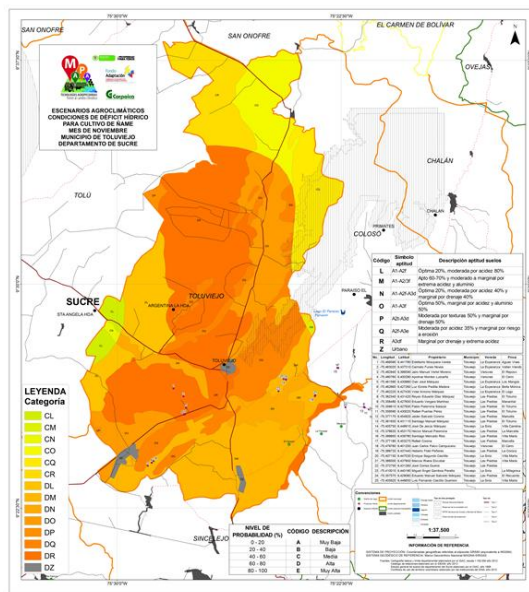
Septiembre



Octubre



Noviembre



Código	Símbolo aptitud	Descripción aptitud suelos
L	A1-A2f	Óptima 20%, moderada por acidez 80%
M	A1-A2/3f	Apto 60-70% y moderado a marginal por extrema acidez y aluminio
N	A1-A2f-A3d	Óptima 20%, moderada por acidez 40% y marginal por drenaje 40%
O	A1-A3f	Óptima 50%, marginal por acidez y aluminio 50%
P	A2t-A3d	Moderada por texturas 50% y marginal por drenaje 50%
Q	A2f-A3e	Moderada por acidez 35% y marginal por riesgo a erosión
R	A3df	Marginal por drenaje y extrema acidez
Z	Urbano	

Figura 5. Escenarios agroclimáticos mensuales para el sistema productivo de ñame espinoso en el municipio de Toluvejo, en condiciones de humedad restrictivas por déficit hídrico en la ventana de análisis marzo-noviembre. Fuente: Corpoica (2015b).

Los mapas de escenarios agroclimáticos indican las áreas con menor y mayor probabilidad de deficiencias de agua en el suelo para el sistema productivo en una ventana de análisis. Cada mapa corresponde a un mes en el cual se presenta una etapa fenológica específica de acuerdo con los calendarios fenológicos locales; sin embargo, deben ser entendidos como marcos de referencia (Corpoica, 2015b).

Bajo condiciones de déficit hídrico las siembras de ñame espinoso inician en el mes de mayo y las probabilidades superiores al 60 % podrían generar mayores daños al cultivo. La zona central del municipio presentó una alta probabilidad de déficit hídrico en los meses de junio, agosto, septiembre, octubre y fuertemente en noviembre; en estos meses la mayoría de etapas fenológicas del ñame espinoso (germinación, desarrollo de bejucos vegetativos, formación de tallo secundario y de los tubérculos) podrían ser afectadas por déficit hídrico en el suelo y efectos colaterales en la sanidad del cultivo.

Por ser un cultivo transitorio, los meses establecidos en la ventana corresponden al ciclo completo de marzo a noviembre. Bajo condición de déficit hídrico en el suelo, la fecha de siembra para el cultivo de ñame espinoso debe estar entre las dos últimas semanas de mayo (tabla 3), de acuerdo con la disponibilidad de agua proveniente de las lluvias.

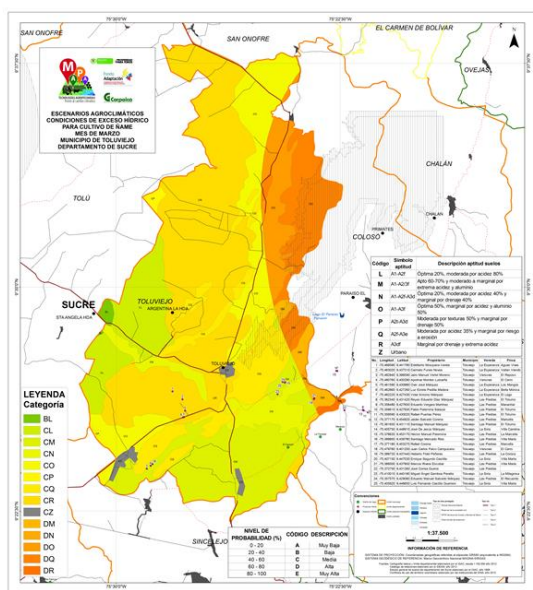
Tabla 3. Calendario fenológico para el cultivo de ñame espinoso en el municipio de Toluvié, en condiciones restrictivas por déficit hídrico en el suelo

Condiciones restrictivas de humedad en el suelo por déficit hídrico											
Etapas fenológicas	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	
Siembra y germinación											
Desarrollo de bejucos vegetativos											
Formación del tallo secundario											
Formación del tubérculo (tuberización)											
Maduración											
Cosecha											

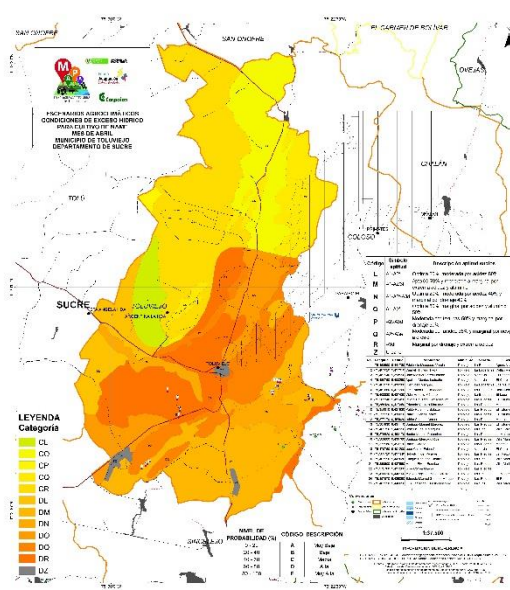
Según Reina (2012), el ciclo vegetativo del ñame es de 10 y 12 meses dependiendo de la variedad; la cosecha se realiza justo cuando los tallos presentan muerte descendente y los tubérculos entran en estado de reposo, en los periodos secos. Antes de la fase de maduración, los tubérculos se extraen y se usan como semillas, esta práctica es conocida como “capada” (Reina, 2012).

- c. Mapas de escenarios agroclimáticos en condiciones de exceso hídrico. Según el análisis realizado entre marzo-agosto, se presentaron probabilidades altas (60-80 %, tonos naranjas) y medias (40-60 %, tonos amarillos) de ocurrencia de excesos hídricos en el suelo para el cultivo de ñame espinoso; estas áreas variaron espacial y temporalmente. La tendencia general indica que el centro y sur del municipio presentaron constantemente excesos de humedad. Así mismo, las etapas fenológicas que comprenden el ciclo del cultivo, desde siembra hasta cosecha, podrían ser afectadas por esta condición (figura 6).

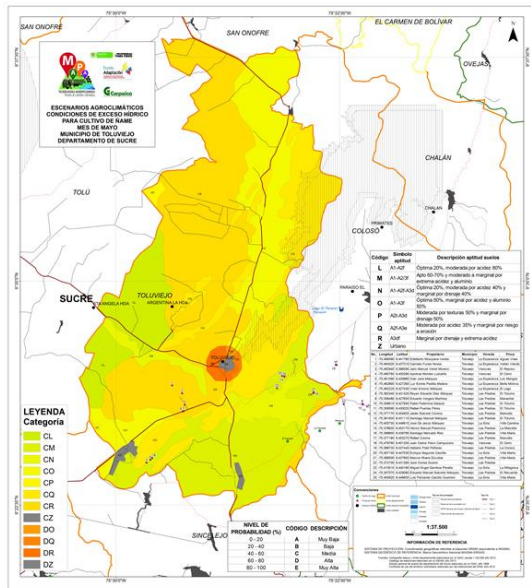
Marzo



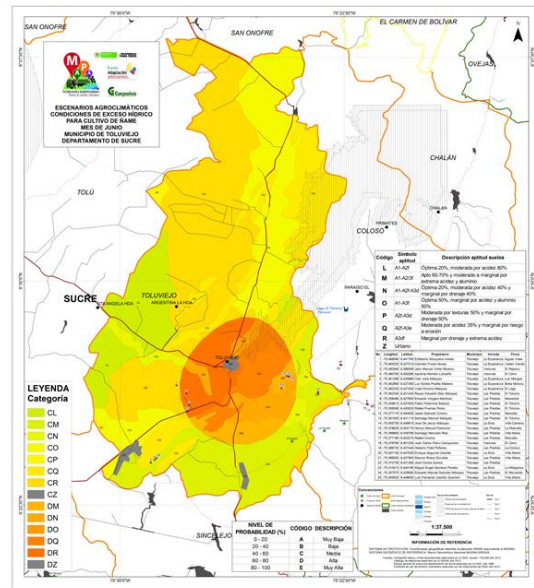
Abril



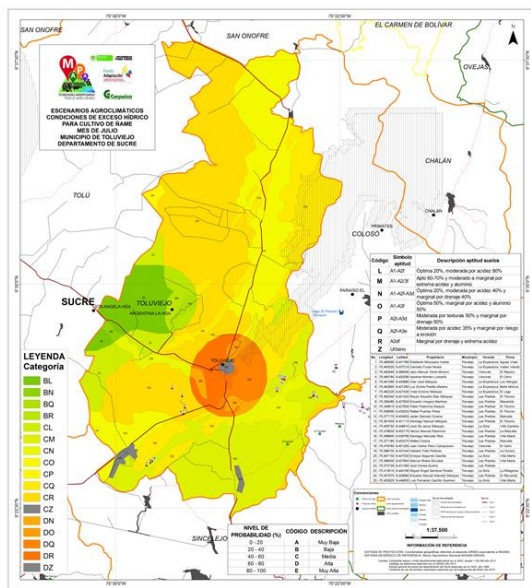
Mayo



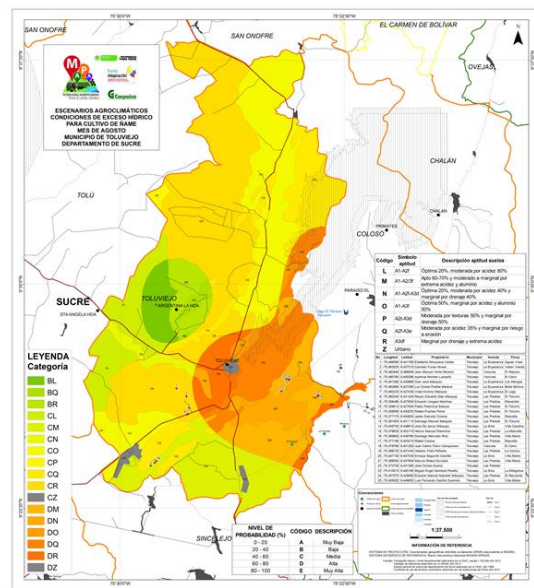
Junio



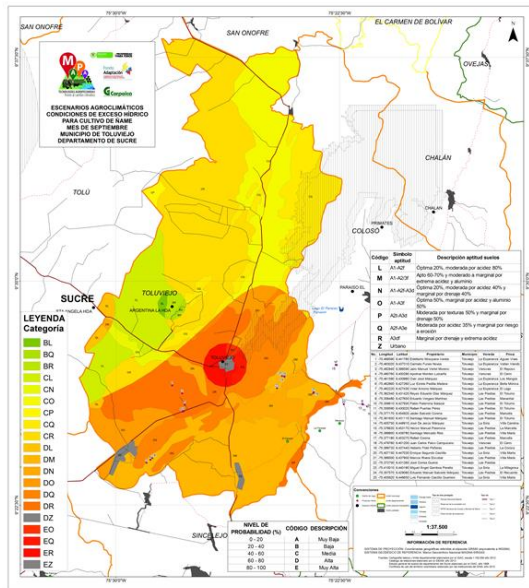
Julio



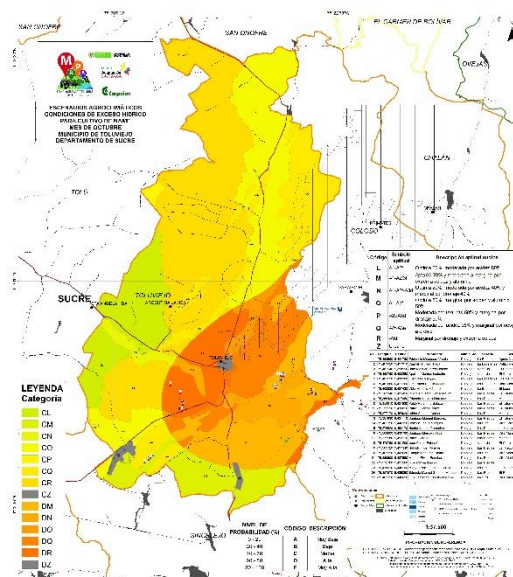
Agosto



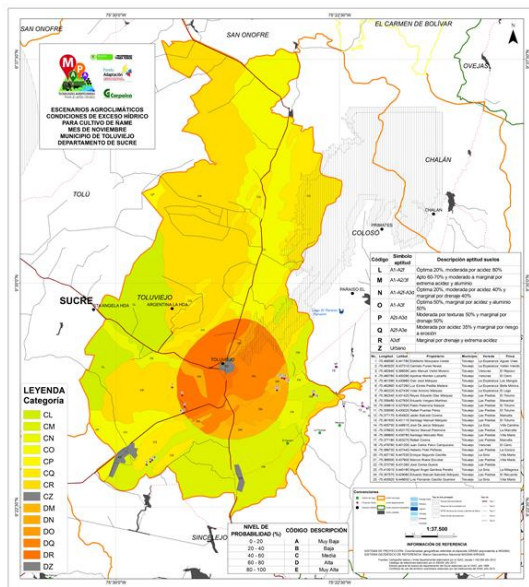
Septiembre



Octubre



Noviembre



NIVEL DE PROBABILIDAD (%)	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
0 - 20	A	Muy Baja
20 - 40	B	Baja
40 - 60	C	Media
60 - 80	D	Alta
80 - 100	E	Muy Alta

Código	Símbolo aptitud	Descripción aptitud suelos
L	A1-A2f	Óptima 20%, moderada por acidez 80%
M	A1-A2/3f	Apto 60-70% y moderado a marginal por extrema acidez y aluminio
N	A1-A2f-A3d	Óptima 20%, moderada por acidez 40% y marginal por drenaje 40%
O	A1-A3f	Óptima 50%, marginal por acidez y aluminio 50%
P	A2t-A3d	Moderada por texturas 50% y marginal por drenaje 50%
Q	A2f-A3e	Moderada por acidez 35% y marginal por riesgo a erosión
R	A3df	Marginal por drenaje y extrema acidez
Z	Urbano	

LEYENDA	Categoría
DL	DM
DN	DO
DQ	DR
DZ	EO
EQ	ER
EZ	

Figura 6. Escenarios agroclimáticos mensuales para el sistema productivo de ñame espinoso en el municipio de Toluvié bajo condiciones de humedad restrictivas por exceso hídrico en la ventana de análisis marzo-noviembre.

Las probabilidades altas (60-80 %, tonos naranjas) y medias (40-60 %, tonos amarillos) podrían representar riesgo para el cultivo de ñame dadas las características propias del cultivo, como la sensibilidad al exceso de agua en etapas de interés (crecimiento y llenado del tubérculo). Particularmente, en los meses de octubre y noviembre, las áreas con probabilidades medias muestran influencia al oriente del municipio.

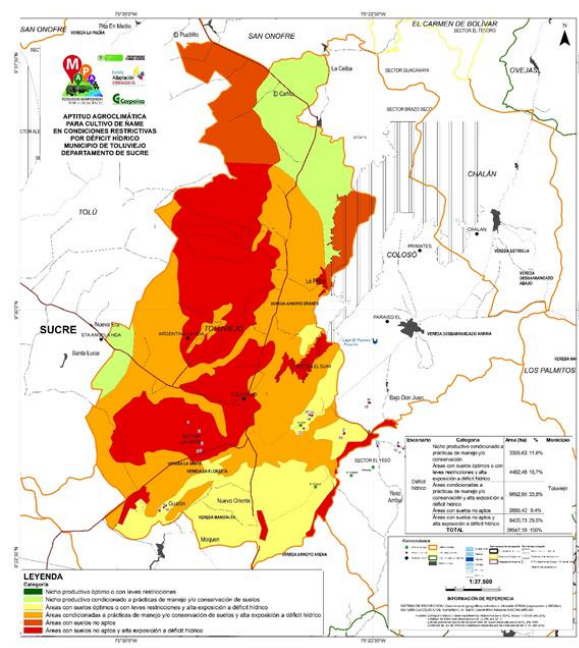
Tabla 4. Calendario fenológico para el cultivo de ñame espinoso en el municipio de Toluvié, en condiciones restrictivas por exceso hídrico en el suelo

Condiciones restrictivas de humedad en el suelo por exceso hídrico									
Etapas fenológicas	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov
Siembra y germinación									
Desarrollo de bejucos									
Formación del tallo secundario									
Formación del tubérculo									
Maduración y cosecha									
Dormacia									

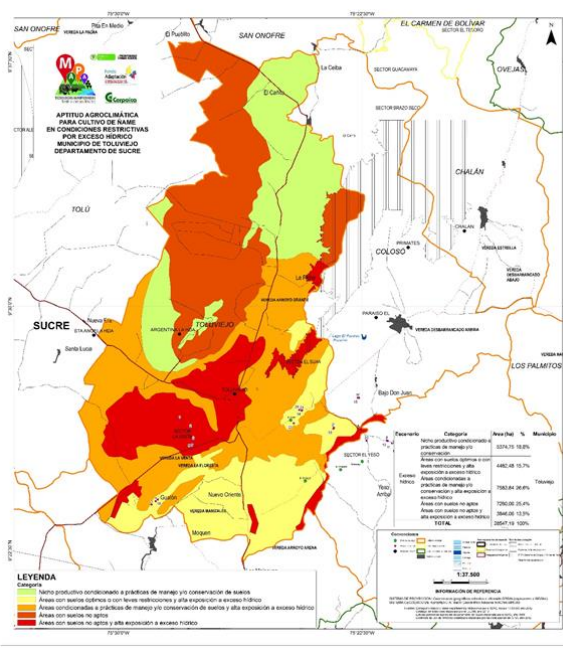
Zonas del municipio de Tuluvejo con mayor o menor riesgo agroclimático para el sistema productivo de ñame espinoso

Se presentan los mapas de aptitud agroclimática de Tuluvejo para el sistema productivo de ñame espinoso (figura 7), los cuales integran la exposición mensual a condiciones restrictivas de humedad para el sistema productivo y la aptitud de los suelos.

a. Déficit hídrico



b. Exceso hídrico



- Nicho productivo condicionado a prácticas de manejo y/o conservación de suelos
- Áreas con suelos óptimos o con leves restricciones y alta exposición a déficit hídrico
- Áreas condicionadas a prácticas de manejo y/o conservación de suelos y alta exposición a déficit hídrico
- Áreas con suelos no aptos
- Áreas con suelos no aptos y alta exposición a déficit hídrico

- Nicho productivo condicionado a prácticas de manejo y/o conservación de suelos
- Áreas con suelos óptimos o con leves restricciones y alta exposición a exceso hídrico
- Áreas condicionadas a prácticas de manejo y/o conservación de suelos y alta exposición a exceso hídrico
- Áreas con suelos no aptos
- Áreas con suelos no aptos y alta exposición a exceso hídrico

Figura 7. Mapas de aptitud agroclimática bajo condiciones restrictivas de humedad en el suelo para el sistema productivo de ñame en Tuluvejo. **a.** Déficit hídrico. **b.** Exceso hídrico. Fuente: Corpoica (2015b).

Bajo condiciones de déficit hídrico en el suelo se identificaron cinco categorías de aptitudes agroclimáticas para el cultivo de ñame espinoso, estas indican áreas de baja y alta exposición a déficit hídrico, las cuales son:

Nichos productivos condicionados a prácticas de manejo y/o conservación de suelos (tonos verdes claros): Zona de baja exposición a deficiencias de agua, representa el 11,6 % del área total del municipio; estos suelos presentan aptitud moderada a marginal por acidez, drenaje o nivel freático muy alto y riesgo de erosión.

Áreas con suelos óptimos o leves restricciones y alta exposición a déficit hídrico (tonos amarillos claros): Estas áreas abarcan el 15,7 % del total del municipio, presentan suelos con aptitud óptima y de moderada a marginal por extrema acidez y alto contenido de aluminio.

Áreas con suelos condicionados a prácticas de manejo y/o conservación de suelos y alta exposición a déficit hídrico (tonos naranjas claros): Zona que ocupa el 33,8 % del área total del municipio, presentan suelos con aptitud moderada a marginal por acidez, drenaje o nivel freático muy alto y riesgo de erosión.

Áreas con suelos no aptos y alta exposición a déficit hídrico con un área de ocupación del 29,5 % del total del municipio. Estas áreas presentan suelos marginales por drenaje y extrema acidez, e incluye zonas urbanas.

Áreas con suelos no aptos. Alrededor del 9,4 % del área total del municipio (2.685,6 ha). Los productores de ñame en Tolviejo se ubican en áreas de alta exposición a déficit hídrico en el suelo de cultivo, la mayoría de productores se ubican en áreas con una aptitud agroclimática que corresponde a suelos condicionados a prácticas de manejo y/o conservación de suelos y alta exposición a déficit hídrico, y a áreas con suelos no aptos y alta exposición a déficit hídrico. Bajo estas condiciones, los productores registran pérdidas de hasta 20 % en el rendimiento.

Durante una condición de exceso hídrico, se identificaron cinco categorías de aptitud agroclimática para el sistema productivo de ñame espinoso en Tolviejo, la primera de ellas con baja exposición a condiciones de excesos de humedad en el suelo, el resto se presentó con una exposición alta:

Nichos productivos condicionados a prácticas de manejo y/o conservación de suelos (tonos verdes claros) con una ocupación del 18,8 % del área total del municipio. En estas áreas los suelos presentan una aptitud moderada a marginal por acidez, drenaje o nivel freático muy alto y riesgo de erosión.

Áreas con suelos óptimos o leves restricciones y alta exposición a exceso hídrico (tonos amarillos claros), estas zonas ocupan el 15,7 % de la extensión total del municipio. En estas se presentan suelos con aptitud óptima y de moderada a marginal por extrema acidez y alto contenido de aluminio.

Áreas con suelos condicionados a prácticas de manejo y/o conservación y alta exposición a exceso hídrico (tonos naranjas claros), con una ocupación del 26,6 % de la totalidad del municipio. Estas áreas se caracterizan por presentar suelos con aptitud moderada a marginal por acidez, drenaje o nivel freático muy alto y riesgo de erosión.

Área con suelos no aptos y alta exposición a exceso hídrico (tonos rojos): Esta área se encuentra ocupada con el 13,5 % de la totalidad del municipio y en ellas se encuentran suelos marginales por drenaje y extrema acidez, incluyendo las zonas urbanas.

Áreas con suelos no aptos. Alrededor del 25,4 % del área total del municipio (7.602,06 ha).

Para mayor información sobre aptitud agroclimática del sistema productivo de ñame espino en el municipio de Tolviejo (Sucre), consulte el SE-MAPA

Gestión de la información agroclimática y agrometeorológica para conocer el riesgo agroclimático en la finca

Información agroclimática. La información climática puede emplearse para la toma de decisiones en la planificación agropecuaria, para la identificación de riesgos asociados y para relacionar diferentes sistemas productivos a la climatología de cualquier área y mejorar la planificación del uso y manejo del recurso suelo.

Información agrometeorológica. Esta información puede emplearse para mejorar la toma de decisiones operativas en el manejo de sistemas productivos. La *Guía de Prácticas Agrometeorológicas* de la Organización Meteorológica Mundial (OMM, 2011), indica la siguiente información para que sea proporcionada a los productores agropecuarios, con el fin de mejorar su toma de decisiones:

- Datos referidos al estado de la atmósfera (clima): Obtenidos a través de una estación meteorológica que registre precipitación, temperatura, radiación y humedad relativa.
- Datos referidos al estado del suelo: Seguimiento de la humedad del suelo, por medios organolépticos, sensores o determinaciones físicas en laboratorio.
- Fenología: Seguimiento del desarrollo y crecimiento del cultivo.
- Prácticas agrícolas empleadas: Labores culturales, control de plagas, enfermedades y malezas, etc.
- Desastres climáticos y sus impactos en la agricultura: Eventos extremos que afectan al sistema productivo tales como excesos y déficit de agua, heladas, deslizamientos.
- Distribución temporal: Periodos de crecimiento, épocas de siembra, cosecha.
- Observaciones, técnicas y procedimientos utilizados en el desarrollo del sistema productivo.

El registro de datos meteorológicos en finca busca conformar una base de datos agrometeorológicos (temperatura máxima, mínima, media, precipitación, humedad relativa, velocidad del viento y radiación) con información diaria. Estas variables pueden ser analizadas durante el ciclo del cultivo (principalmente en etapas fenológicas críticas) y se pueden relacionar con las exigencias climáticas del sistema productivo, sus necesidades hídricas y sus rendimientos³.

³ En la Cartilla Guía para el uso de la información agroclimática en el manejo de cultivos y frutales (<http://agroclimatico.minagri.gob.cl/wp-content/uploads/sites/26/2013/11/04-Guia-uso-inf-agroclimatica-vp.pdf>.) podrá encontrar algunas indicaciones e ideas para llevar a cabo el análisis en su sistema productivo.

Sección 2: Prácticas que se pueden implementar para reducir la vulnerabilidad del sistema productivo de ñame espinoso ante condiciones restrictivas de humedad en el suelo en el municipio de Toluvié, Sucre

En esta sección se presentan recomendaciones sobre opciones tecnológicas integradas y validadas, con potencial para reducir los efectos de las condiciones restrictivas de humedad en el suelo sobre el sistema productivo de ñame espinoso en el municipio de Toluvié, Sucre. Estas opciones tecnológicas fueron implementadas en una parcela de integración, entre mayo de 2015 y febrero de 2016.

En la figura 8 (arriba) se observa que durante junio de 2015 no se presentaron precipitaciones, mientras que en el periodo agosto- diciembre las precipitaciones estuvieron por encima de la evapotranspiración; luego de esto, las precipitaciones disminuyeron en la parcela de integración y durante este periodo la evapotranspiración de referencia (ET_0) fue superior, lo que posiblemente indica que pudo presentarse un déficit hídrico atmosférico al inicio y al final del ciclo.

Por su parte, la figura 8 (abajo) muestra el comportamiento de las láminas de agua disponible total (ADT), agua fácilmente aprovechable (AFA) y agotamiento en el suelo de la parcela de integración durante el periodo de validación. Si bien, el contenido de agua en el suelo o ADT corresponde a la fracción de agua que se encuentra entre la capacidad de campo y el punto de marchitez permanente, la planta solo puede hacer uso efectivo del agua fácilmente aprovechable, la cual hace referencia al agua almacenada en los mesoporos del suelo.

En ese sentido, cuando el agotamiento de agua supera el AFA se presentan condiciones de déficit hídrico del suelo. Teniendo en cuenta lo anterior, se puede afirmar que, desde principios de agosto hasta mediados de diciembre la distribución de las lluvias mantuvo el agotamiento por debajo del AFA, lo que permitió que se presentaran condiciones de humedad en el suelo adecuadas para el desarrollo de bejucos vegetativos, la formación del tallo secundario y la formación inicial del tubérculo (tuberización). En contraste, desde la mitad de diciembre de 2015 hasta febrero de 2016, se presentaron condiciones de déficit hídrico en el suelo, coincidiendo con las etapas fenológicas de formación y maduración del tubérculo.

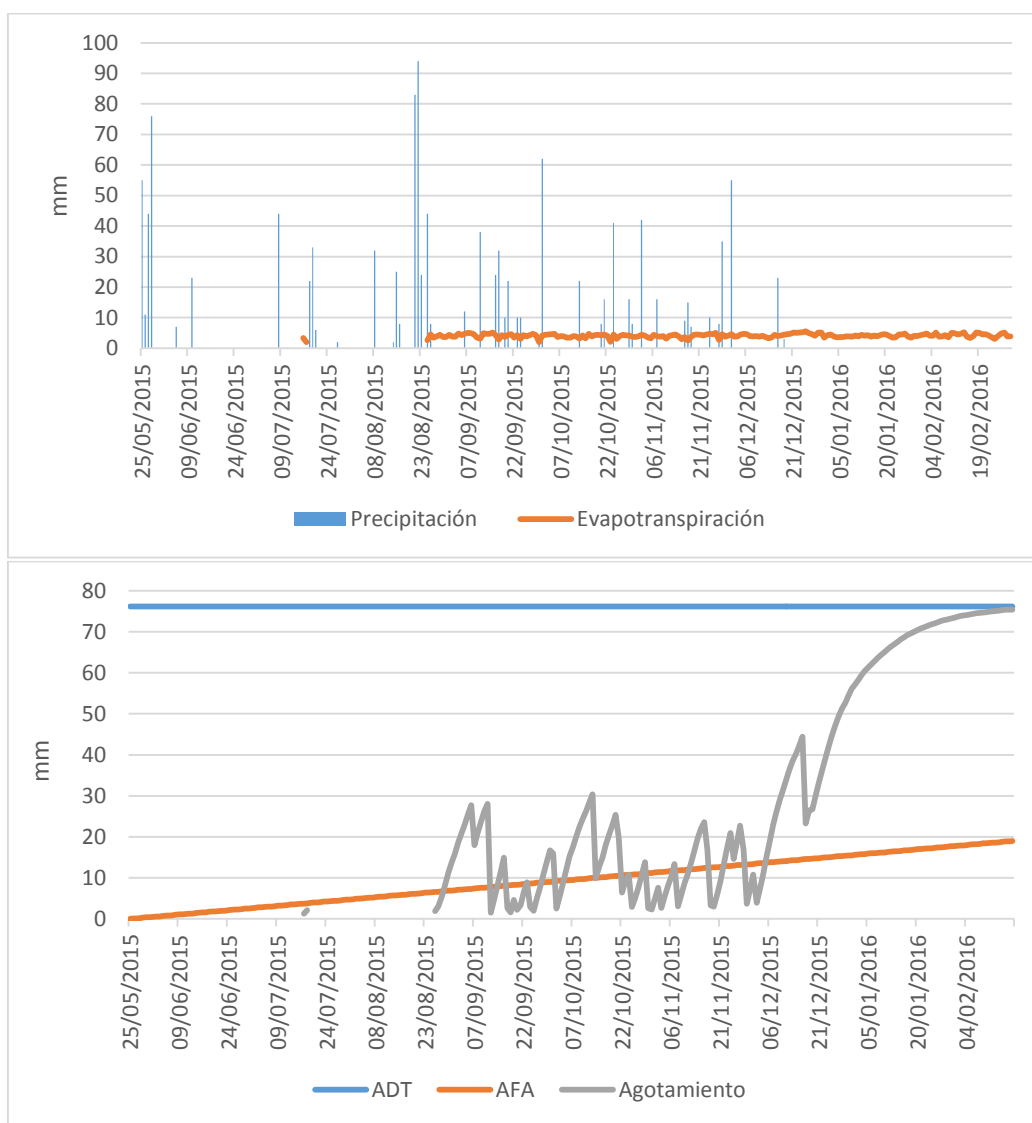


Figura 8. a.) Balance hídrico atmosférico. b.) Balance hídrico agrícola en la parcela de integración del sistema productivo de ñame en el municipio de Toluvié, Sucre, entre mayo de 2015 y febrero de 2016.

Partiendo de lo anterior, se presentan las opciones tecnológicas implementadas durante la parcela de integración que permiten disminuir la vulnerabilidad y aumentar la capacidad adaptativa del cultivo frente a condiciones restrictivas de humedad en el suelo.

a. Mecanización de suelos

La preparación del suelo es una de las labores de mayor importancia en la producción agrícola, cuya finalidad es acondicionar el terrero para la óptima germinación de la semilla, adecuado crecimiento y desarrollo de la raíz y del cultivo. Esta labor depende de factores como la textura y contenido de humedad en el suelo y disponibilidad de maquinaria en la zona (Rodríguez & Daza, 1995). Considerando la ocurrencia de un escenario de déficit hídrico, se pueden utilizar los aperos rome y cincel, como estrategia de manejo de perfiles compactados. De esta manera se aumenta la capacidad de retención de humedad en los diferentes perfiles del suelo y la capacidad de extensión de las raíces.

Para el escenario de exceso hídrico además de los dos aperos ya mencionados (rome y cincel) se debe implementar el caballoneador como práctica de manejo de los excesos de agua en el perfil superficial de suelo, para mejorar la velocidad de infiltración de la lámina de agua y disminuir el arrastre (erosión) de la capa superficial de suelo. Se debe tener en cuenta que el uso de este apero debe realizarse contrario al sentido de la pendiente. Sin embargo, el uso del caballoneador debe considerarse bajo condiciones restrictivas de humedad en el suelo debido a que este favorece la descompactación del mismo permitiendo el crecimiento de tubérculos de buena calidad al quedar el suelo más suelto.



Figura 9. Mecanización de suelos, parcela de integración ñame espino, municipio de Toluviéjo, Sucre. Izquierda: rome, centro: cincel y derecha: caballoneo

Adicionalmente, con la preparación de suelos se logra: adecuar la estructura del suelo para crear condiciones favorables a la circulación del agua y gases en la zona arable del suelo; controlar y destruir las malezas que compiten con el cultivo; eliminar aquellos insectos que constituyen plagas, sus larvas, huevos y lugares de desarrollo; e incorporar residuos vegetales, fertilizantes y cal (FAO, 1998).

a. Implementación de fertilización química y orgánica

La implementación de fertilizantes de síntesis química permite aportar al suelo los nutrientes necesarios para el crecimiento y desarrollo de los cultivos. El plan de fertilización utilizado se formuló de acuerdo con el resultado del análisis químico de suelos y los requerimientos nutricionales del cultivo. Se hizo un fraccionamiento de la fertilización química en tres aplicaciones:

1. **Al momento de la siembra.** Se depositó el fertilizante en el fondo del hueco, luego se agregó una capa de suelo y, finalmente, se colocó la semilla y se tapó con suelo. Se usó una mezcla compuesta por nitrógeno (urea), fósforo (DAP) y potasio (KCl) en proporción 1:1:2 y elementos menores (Vicor), toda esta mezcla aplicada en dosis de 10 g/planta
2. **Tres meses después de la emergencia.** Se realizó una segunda fertilización; con la ayuda de una palanca se hizo un hueco cerca de cada planta y se incorporó la mezcla de fertilizantes en la zona de raíces. La mezcla de fertilizantes usados fue la misma que en la primera aplicación y la dosis fue 20 g/planta
3. **Cinco meses después de la emergencia.** Se realizó una tercera fertilización, con las mismas fuentes y en una dosis de 30 g/planta de la mezcla de fertilizantes.



Figura 10. Fertilización química al momento de la siembra, parcela de integración ñame espino, Toluviejo, Sucre. Derecha: fertilización química. Izquierda: siembra

Las aplicaciones de fertilizantes químicos deben hacerse cuando el suelo presente las condiciones de humedad adecuadas (capacidad de campo).

Los abonos orgánicos aportan materia orgánica, nutrimentos y microorganismos, lo cual favorece la fertilidad del suelo y la nutrición de las plantas (Eghball, Ginting & Gilley, 2004). La calidad de los abonos orgánicos depende de la materia prima y del proceso de su preparación, se califican según su potencial de vida, o según su análisis químico. Los abonos orgánicos se derivan de residuos de origen animal y vegetal de los que las plantas pueden obtener importantes cantidades de nutrimentos; el suelo, con la descomposición de estos abonos se ve enriquecido con abono orgánico y mejora sus características físicas químicas y biológicas (Páez, 2012).

El compostaje es una práctica ampliamente aceptada como sostenible y utilizada en todos los sistemas asociados a la agricultura climáticamente inteligente. Ofrece un enorme

potencial para todos los tamaños de fincas y sistemas agroecológicos y combina la protección del medio ambiente con una producción agrícola sostenible (FAO, 2013).

El compostaje implica procesos biológicos, que ocurren en condiciones aeróbicas (presencia de oxígeno). Con la adecuada humedad y temperatura se asegura una transformación higiénica de los restos orgánicos en un material homogéneo y asimilable por las plantas. Es posible interpretar el compostaje como la sumatoria de procesos metabólicos complejos realizados por diferentes microorganismos, que en presencia de oxígeno, aprovechan el nitrógeno (N) y el carbono (C) presentes para producir su propia biomasa. En este proceso, adicionalmente, los microorganismos generan calor y un sustrato sólido, con menos C y N, pero con más estabilidad (FAO, 2002).

El uso de enmiendas orgánicas implementadas en la parcela de integración de ñame espinoso en Toluviejo se basó en la incorporación de 450 gramos/planta de compostaje comercial distribuido en todo el ciclo del cultivo. La primera fertilización orgánica se hizo al momento de la siembra, se depositaron 150 gramos de compostaje en el fondo de cada hueco y seguidamente se adicionó una capa de suelo para tapar la semilla; este proceso se repitió usando la misma cantidad de abono en la segunda fertilización, la cual fue realizada tres meses después de la siembra, usando un esqueje para incorporar el abono cerca de cada planta, lo mismo se hizo en la tercera fertilización que se realizó cinco meses después de la siembra.

Adicional a estas fertilizaciones se hicieron aplicaciones complementarias al suelo, con Biol, en dosis 2 L/bomba de 20 litros y al follaje 1 L/bomba de 20 litros, cada 8 días, en ausencia de lluvias o cada 10 días en períodos con precipitaciones. Para la elaboración del Biol se aprovecharon los residuos orgánicos disponibles en la finca.



Figura 11. Fertilización orgánica al momento de la siembra, parcela de integración ñame espino, Toluviejo, Sucre. Izquierda: fertilización orgánica. Derecha: siembra.

Ventajas comparativas de las opciones tecnológicas integradas

Las opciones tecnológicas utilizadas en la parcela de integración de ñame espino en Toluviejo se combinaron de la siguiente manera:

2. Mecanización sin caballones y fertilización orgánica
3. Mecanización sin caballones y fertilización química
4. Mecanización con caballones y fertilización orgánica
5. Mecanización con caballones y fertilización química

Al final del periodo de validación, la variable *peso* del tubérculo presentó mayor valor en la combinación 2, mecanización sin caballones y fertilización química. Si bien estos tubérculos fueron los de mayor peso, a su vez, presentaron la mayor cantidad de disturbios y deformaciones, categorizados como no aptos para el consumo humano, lo que provocó pérdidas de $2.370 \text{ kg} \times \text{ha}^{-1}$. Se destaca que las áreas de las combinaciones que incluyeron mecanización con caballones no presentaron deformaciones, lo que indica que el uso de caballones contribuye al mejor desarrollo del tubérculo en condiciones climáticas restrictivas de humedad del suelo.

En la variable longitud del tubérculo se encontró que las zonas influenciadas por sombrío son favorecidas por presentar ñames de mayor tamaño y peso.

Por su parte, las combinaciones que incluyeron mecanización con caballoneo y fertilizaciones orgánicas y químicas presentaron rendimientos de 3.224 kg.ha⁻¹ y 3890 kg.ha⁻¹, respectivamente. A su vez, no presentaron deformación de los tubérculos lo que aumentó la cantidad de ñame aprovechable.

Por lo anterior, el manejo de fertilización orgánica en el sistema productivo de ñame acompañado de una buena preparación de suelos y caballoneo, puede representar para los productores de ñame de Toluvié una herramienta muy valiosa para enfrentar las condiciones restrictivas de humedad y reducir pérdidas en el rendimientos del sistema productivo.



Figura 12. Monitoreo del estado de tubérculos. Parcela integración del sistema productivo de ñame espino, Toluvié.

Para mayor información sobre las opciones tecnológicas implementadas en el sistema productivo de ñame espino consultar el SE-MAPA

Prácticas complementarias para reducir la vulnerabilidad del sistema productivo de ñame espino a condiciones restrictivas de humedad en el suelo

Con el fin de disminuir la vulnerabilidad del sistema productivo de ñame espino en Toluvié, se pueden desarrollar prácticas culturales e implementar tecnología que aumenta la capacidad adaptativa del sistema.

A continuación se presentan unas prácticas complementarias a las opciones tecnológicas descritas anteriormente y con aplicación potencial en condiciones restrictivas de humedad en el suelo:

Establecimiento de semilleros

Para establecer un sistema productivo es de vital importancia conocer el origen del material de partida; por esto se recomienda realizar semilleros al interior de la finca obtener plantas de buena calidad y, adicionalmente, asegurar una cantidad de plantas suficiente para hacer resiembra en aquellos lugares donde no haya germinado la semilla. Generalmente, la población del semillero corresponde a un rango entre 10 y 20 % de la población establecida de manera directa.

Para el establecimiento del semillero se debe trazar el área destinada para este, descompactar el suelo y agregar material que mejore la aireación y facilite el proceso de germinación y enraizado de la semilla (cisco de arroz, arena, material orgánico mineralizado). Las semillas o “presas” utilizadas son de menor tamaño en comparación con las usadas al momento de hacer la siembra directa. El peso promedio es de 50 g.

El semillero se puede realizar en bolsas plásticas o sembrarlo en eras a una distancia de 5 cm entre plantas y 12 cm entre hileras, con lo cual se puede obtener una población de 166 plantas.m⁻².

Ajuste de la densidad de siembra

La *densidad de siembra* se define como el máximo aprovechamiento de los recursos disponibles por la planta, en especial de la radiación solar, responsable del incremento de la fotosíntesis; la cual se traduce en una mayor acumulación y partición de biomasa hacia los tubérculos (Ballaré, Scopel & Sánchez, 1995).

Se debe usar una densidad poblacional óptima que garantice mayores rendimientos sin que se vea afectado por la competencia intraespecífica por agua y nutrientes. Los productores de la zona de Toluviejo por lo general utilizan densidades de siembra menores de 10.000 plantas.ha⁻¹, dichas densidades son bajas en comparación con las usadas en otros países como Costa Rica, donde se usan densidades que van desde las 22.422 plantas ha⁻¹ hasta las 29,630 plantas ha⁻¹ (Ruiz, 2003; Leblanc & Arce, 2007).

Con lo anterior se ha evidenciado que el uso de distintas densidades de población en el cultivo del ñame espino (*Dioscorea rotundata*) afectan en gran medida el tamaño del tubérculo, es decir que cuando se aumentan las densidades de siembra se reduce el tamaño y peso de los tubérculos. Esta situación es de mucha utilidad cuando se plantea obtener tubérculos con especificaciones determinadas como los tubérculos para ración personal que son altamente apetecidos por el mercado internacional y tienen un peso que varía de 0,5 a 1,0 kg.

El área total de la parcela de integración fue de 10.600 m² (1,06 ha), el marco de siembra fue de 1,3 metros entre surcos y 0,6 metros entre plantas, con lo que se estableció una población de 12.000 plantas por hectárea.

El uso de coberturas vegetales

El manejo de la cobertura vegetal constituye una herramienta de manejo sustentable del suelo, favorece su actividad. El manejo de la cobertura vegetal constituye una herramienta de manejo sustentable del suelo, favorece su actividad biológica, preserva su biodiversidad y evita su deterioro; al cubrir el suelo, este mantiene por más tiempo el mullido logrado por las labores de preparación del suelo, permitiendo un mayor desarrollo de las raíces del cultivo y facilitando una mayor absorción de agua y nutrimentos disponibles por el efecto mismo del acolchado (Rodríguez & Ibarra, 1981).

Esta opción se puede emplear en el sistema productivo de ñame espino en Toluviejo, ya que los productores del municipio comúnmente hacen un manejo de malezas basado en su eliminación mediante productos químicos o limpiezas manuales, lo que incrementa los costos de producción, en vez de promover su crecimiento, y con esto proteger el suelo. Una de las opciones más recomendables para la zona es el uso del frijol caupí (*Vigna unguiculata*) por la capacidad que tiene de formar nódulos de bacterias del género *Rhizobium* que son las encargadas de fijar el nitrógeno atmosférico al suelo que la planta utiliza para su nutrición



Si se desea sembrar frijol caupí, se debe establecer a principio de la temporada de lluvias y después de establecido el cultivo de ñame espino. Se siembra entre los caballones a 0,1 m entre plantas, 3 semillas por sitio.

El manejo de coberturas vegetales con leguminosas mejora de la retención de la humedad del suelo; reduce la evaporación, la volatilización de los fertilizantes, la erosión del suelo e incidencia de enfermedades al evitar salpique de agua y suelo al follaje de las plantas; favorece el incremento en el proceso microbiológico del suelo por el aumento de materia orgánica; crea un microclima (temperatura y humedad) adecuado para la germinación de la semilla y desarrollo del cultivo en su fase inicial.

Para mayor información sobre opciones tecnológicas con aplicabilidad en el sistema productivo de ñame en Toluviejo, consulte el SE-MAPA

REFERENCIAS

- Ballaré, C., Scopel, A., & Sánchez, R. (1995). Plant photo-morphogenesis in canopies, crop growth and yield. *Hort-Science*, 30(6):1172-81.
- Corpoica. (2015a). Producto 1: Caracterización de la variabilidad climática y zonificación de la susceptibilidad territorial a los eventos climáticos extremos. Departamento de Sucre. Proyecto Reducción del Riesgo y Adaptación Al Cambio Climático.
- Corpoica. (2015b). Mapas de zonificación de la aptitud agroclimática e identificación de nichos productivos por eventos de variabilidad climática para arroz seco mecanizado (Majagual), ñame espinoso (Toluviejo) y pastos y forrajes para ganadería doble propósito (La Unión). Proyecto Reducción del Riesgo y Adaptación al Cambio Climático.
- Corpoica. (2016). Informe final de la parcela de integración del sistema productivo de ñame, municipio de Toluviejo Departamento de Sucre. Proyecto Reducción del Riesgo y Adaptación Al Cambio Climático.
- Eghball, B., Ginting, D., & Gilley, J. E. (2004). Residual effects of manure and compost applications on corn production and soil properties. *Agron. J.* 96, 442-7.
- FAO. (1997). Manual de prácticas integradas de manejo y conservación de suelos. Boletín de Tierras y Aguas de la FAO.
- FAO (2002). Los fertilizantes y sus usos. <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/006/x4781s/x4781s00.pdf>
- FAO. (2013). Manual de compostaje del agricultor. Oficina regional de la FAO.
- IPCC, 2012. Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate. Cambridge, Gran Bretaña: Cambridge University Press.
- Leblanc, H., & Arce, J. (2007). Producción de raíces y tubérculos. Los ñames cultivados en la región atlántica de Costa Rica.
- OMM, 2011. Guía de prácticas climatológicas. Ginebra, Suiza: Organización Meteorológica Mundial.



- Páez, V. (2012). Agricultura ecológica: Fertilización, suelos y cultivo. Quindío: Servicio Nacional de Aprendizaje SENA.
- Reina, Y. (2012). Documentos sobre economía regional: El cultivo de ñame en el Caribe colombiano. Cartagena: Banco de la República.
- Rodríguez, C., & Daza, O. (1995). Preparación de suelos. Recuperado de http://www.cenicana.org/pdf_privado/documentos_no_seriados/libro_el_cultivo_cana/libro_p109-114.pdf
- Rodríguez, A., & Ibarra, L. (1981). Uso de plástico en acolchamiento de suelo en tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), chile (*Capsicum annum* L.) y maíz (*Zea mays* L.). Revista Chapingo, 66, 29-30.
- Ruiz, E. (2003). Severidad del complejo de enfermedades foliares en el cultivo de ñame (*Dioscorea alata* L.) En diferentes densidades de siembra y soportes vivos de madera negra [*gliricidia sepium* (jacq.) Walp] y su rentabilidad en azuero. Panamá. .



Para mayor información consulte el sistema experto-MAPA.

Ingrese por:

www.corpoica.org.co » sección Microsites » Link MAPA Pestaña Sistema Experto

<http://www.corpoica.org.co/site-mapa/sistexp>