



Plan de Manejo Agroclimático Integrado del Sistema Productivo de ganadería doble propósito

Municipio de Candelaria
Departamento del Atlántico



Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria

Fondo Adaptación

Julio 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	Cargo
Michael López Cepeda	Profesional de apoyo a la investigación
Emiro Andrés Suárez Paternina	Profesional de apoyo a la investigación
William Felipe Melo Zipacon	Profesional de apoyo a la investigación
César Elías Baquero Maestre	Investigador máster
Martha Marina Bolaños Benavides	Investigadora Ph.D.
Gonzalo Rodriguez Borray	Investigador máster
Iván Camilo Rondón	Profesional de apoyo a la investigación
Yassir Fonseca Zambrano	Profesional de apoyo a la investigación
Katia Vanessa Contreras Valencia	Profesional de apoyo a la investigación



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 para el buen 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. Caribia 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

Índice de figuras	V
Índice de tablas	VII
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 el municipio de Candelaria.....	4
Exposición del sistema productivo ganadería bovina de doble propósito a amenazas derivadas de la variabilidad climática en el municipio de Candelaria.....	9
Con base en la información anterior, en cuáles zonas del municipio el sistema de producción de ganadería bovina de doble propósito tendría un mayor o un menor riesgo de pérdida productiva	13
Cómo conocer el riesgo agroclimático en la finca	16
Gestión de la información agroclimática y agrometeorológica	16
Sección 2: Prácticas que se pueden implementar para reducir la vulnerabilidad del sistema productivo de ganadería bovina doble propósito ante condiciones de déficit hídrico del suelo en el municipio de Candelaria (Atlántico)	18
Ventajas comparativas de la opción tecnológica validada al integrarla al manejo convencional que hacen los productores bovinos de Candelaria.....	23
Prácticas se pueden implementar dentro del sistema productivo de ganadería bovina de doble propósito en Candelaria para disminuir la vulnerabilidad del sistema a condiciones restrictivas de humedad en el suelo.....	24
Sección 3: Criterio para implementar las opciones tecnológicas entre los productores de ganadería de doble propósito en el municipio de Candelaria (Atlántico).....	38
REFERENCIAS	50



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama conceptual del riesgo agroclimático para el sistema productivo de ganadería bovina de doble propósito en el municipio de Candelaria (Atlántico), en condiciones de déficit hídrico en el suelo.	3
Figura 2. Mapas de zonificación según características biofísicas del municipio de Candelaria (Atlántico).	5
Figura 3. Precipitación en años extremos respecto al promedio en Candelaria (en el periodo 1980-2011).	6
Figura 4. Aptitud de uso de suelos para el pasto Estrella (<i>Cynodon plectostachyus</i>) y el pasto Pará (<i>Brachiaria mutica</i>) en el municipio de Candelaria.	10
Figura 5. Escenarios agroclimáticos mensuales para los pastos dentro del sistema de ganadería bovina de doble propósito en el municipio de Candelaria en condiciones de humedad restrictivas por déficit hídrico en la ventana de análisis mayo-septiembre. Fuente: Corpoica (2015b).	12
Figura 6. Mapa de aptitud agroclimática del municipio de Candelaria (Atlántico) para los pastos Estrella y Pará bajo en condiciones restrictivas de humedad en el suelo por déficit hídrico. Sistema de ganadería bovina de doble propósito.....	14
Figura 7. Balance hídrico atmosférico desde octubre de 2014 hasta marzo de 2015. Parcela de integración del sistema productivo bovino de ganadería de doble propósito. Candelaria (Atlántico).	18
Figura 8. Balance hídrico agrícola desde octubre de 2014 hasta marzo de 2015. Parcela de integración del sistema productivo bovino de ganadería de doble propósito. Candelaria (Atlántico).	19



Figura 9. Cosecha, picado del sorgo y de la yuca y proceso para la elaboración de ensilaje. 22

Figura 10. Uso de la labranza vertical para el establecimiento de especies forrajeras. Parcela de integración del sistema productivo bovino de ganadería de doble propósito, Candelaria (Atlántico). 26

Figura 11. Proceso de elaboración de BMN. Parcela de integración del sistema productivo bovino de ganadería de doble propósito, Candelaria (Atlántico). 34

Figura 12. Proceso para la elaboración de heno. Parcela de integración del sistema productivo de ganadería bovina doble propósito, Candelaria (Atlántico). 35

Figura 13. Prácticas de manejo animal. Parcela de integración del sistema productivo de ganadería doble propósito, Candelaria (Atlántico). Izquierda: inyectología. 36

Figura 14. Indicadores de sensibilidad y capacidad de adaptación para el dominio 1. 42

Figura 15. Indicadores de sensibilidad y capacidad de adaptación para el dominio 2. 43

Figura 16. Indicadores de sensibilidad y capacidad de adaptación para el dominio 3. 44

Figura 17. Indicadores de sensibilidad y capacidad de adaptación para el dominio 4. 45

Figura 18. Indicadores de sensibilidad y capacidad de adaptación para el dominio 5. 47

Figura 19. Indicadores de sensibilidad y capacidad de adaptación para el dominio 6. 48



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Duración, valor del ONI y anomalías de precipitación en el municipio de Candelaria durante los eventos de El Niño en el periodo 1980-2011.....	7
Tabla 2. Duración, valor del ONI y anomalías de precipitación en el municipio de Candelaria durante los eventos de La Niña en el periodo 1980-2011.	8
Tabla 3. Relación de aspectos productivos entre esquemas en la parcela de integración de ganadería bovina doble propósito. Candelaria (Atlántico)	23
Tabla 4. Fórmula para la elaboración de BMN en la parcela de integración del sistema productivo de ganadería bovina doble propósito en el municipio de Candelaria (Atlántico)	33
Tabla 5. Caracterización de los dominios de recomendación para el sistema productivo de ganadería doble propósito en Candelaria (Atlántico)	40



INTRODUCCIÓN

El Plan de Manejo Agroclimático Integrado, construido como concepto novedoso por el proyecto Reducción del Riesgo y Adaptación al Cambio Climático-Modelos de Adaptación y Prevención Agroclimática (MAPA), contiene herramientas que sustentan la toma de decisiones para enfrentar eventos climáticos limitantes para los sistemas productivos y contribuir a la reducción de su 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 tienen las condiciones restrictivas de humedad del suelo 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 53 sistemas productivos, cuyo objetivo fue validar opciones tecnológicas seleccionadas participativamente con ganaderos e integrar experiencias y conocimientos acerca de estrategias de adaptación para enfrentar condiciones limitantes de humedad en el suelo, a escala local. Para el departamento del Atlántico se priorizó, por el Fondo Adaptación, el sistema productivo de ganadería bovina de doble propósito en el municipio de Candelaria.

Este documento expone un *conjunto de elementos* que permite orientar la planificación de acciones para reducir la vulnerabilidad del sistema productivo de ganadería bovina de doble propósito a condiciones restrictivas de humedad en el suelo, en el municipio de Candelaria (departamento de Atlántico).



OBJETIVOS

Objetivo general

Contribuir a la reducción de la vulnerabilidad del sistema productivo de ganadería bovina de doble propósito frente al riesgo agroclimático asociado a condiciones restrictivas de humedad en el suelo en el municipio de Candelaria (departamento de Atlántico), mediante la presentación de herramientas para la toma de decisiones y la gestión de tecnología.

Objetivos específicos

- Exponer información agroclimática del municipio de Candelaria para la toma de decisiones en el sistema productivo de ganadería bovina de doble propósito en condiciones de déficit hídrico en el suelo.
- Presentar opciones tecnológicas que permitan reducir la vulnerabilidad del sistema productivo de ganadería bovina de doble propósito en condiciones restrictivas de humedad en el suelo para el municipio de Candelaria.
- Brindar criterios de decisión para implementar opciones tecnológicas integradas en el sistema productivo de ganadería bovina de doble propósito en el municipio de Candelaria, en condiciones de déficit hídrico en el suelo.

Riesgo agroclimático para el sistema productivo

El riesgo agroclimático (IPCC, 2012) está expresado en función de la amenaza (eventos climáticos extremos o limitantes) y la vulnerabilidad del sistema productivo definida por su la exposición, la sensibilidad de la especie al estrés hídrico y la capacidad adaptativa del sistema frente al riesgo agroclimático. En la Figura 1 se exponen los elementos estructurales que determinan el riesgo agroclimático: la amenaza climática y la vulnerabilidad del sistema productivo de ganadería bovina de doble propósito. Como estrategia para disminuir la sensibilidad y aumentar la capacidad adaptativa del sistema productivo de ganadería bovina de doble propósito 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

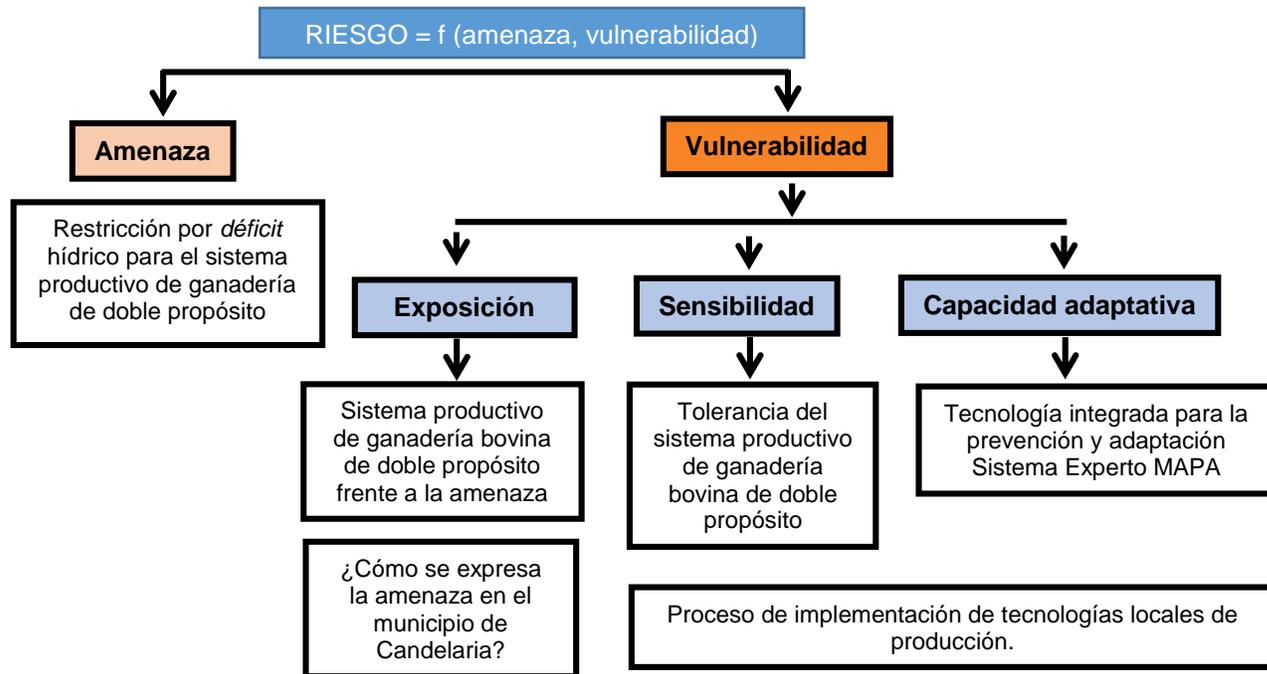


Figura 1. Diagrama conceptual del riesgo agroclimático para el sistema productivo de ganadería bovina de doble propósito en el municipio de Candelaria (Atlántico), en condiciones de déficit hídrico en el suelo.



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 su ubicación geográfica y 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 información cartográfica de las variables biofísicas (subzonas hidrográficas, paisaje y altitud) y climáticas (estaciones meteorológicas, 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 a escala departamental y municipal consulte el sistema experto (SE) - MAPA.

Amenazas derivadas de la variabilidad climática en el municipio de Candelaria

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

En la Figura 2 se presentan los mapas de zonificación según características biofísicas de Candelaria. Este municipio presenta una mayor susceptibilidad a inundaciones y encharcamientos debido a que su paisaje de planicie está influenciado tanto por el río Magdalena, como por el canal del Dique. Asimismo, la altitud es uno de los primeros factores por revisar a la hora de establecer o renovar praderas o un cultivo de pastos y forrajes, debido a su asociación directa con la fluctuación de la temperatura; esto debido que la progresión en la altitud relativa da origen a una disminución de la temperatura de aproximadamente 1 °C por cada 180 m de altura.

La anterior relación permite el establecimiento de algunas especies de clima templado en los trópicos, siempre que no existan otros factores limitantes. Si la humedad en el suelo no constituye un factor limitante, el patrón de crecimiento de las especies tropicales es en gran medida controlado por la temperatura. Las temperaturas diurnas y nocturnas no están determinadas solamente por la latitud (distancia del ecuador), sino también por la altitud. Esta es la explicación por la cual a una misma latitud se tienen diferentes especies forrajeras, dependiendo del piso altitudinal en el cual se encuentran (Alcalá, 2011).

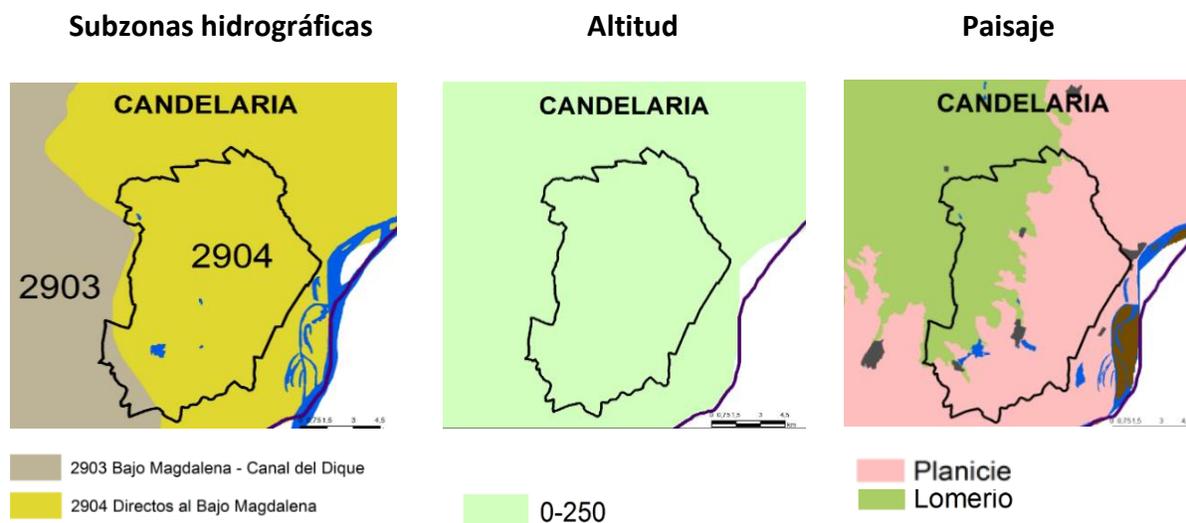


Figura 2. Mapas de zonificación según características biofísicas del municipio de Candelaria (Atlántico).

Fuente: Corpoica (2015a).

También es necesario revisar los análisis disponibles de las series climáticas (1980-2010), con lo cual es posible evaluar el impacto de la variabilidad climática en eventos pasados, y así conocer los rangos en los cuales las variables climáticas pueden cambiar cuando se presentan nuevamente estos fenómenos. De la información empleada para el análisis climático del municipio de Candelaria (Atlántico) se destaca:

Precipitación

En la Figura 3 se muestra la dinámica de precipitación para el municipio de Candelaria. La línea verde punteada representa la precipitación promedio, y las barras rojas y azules, los eventos de variabilidad (El Niño y La Niña). En la gráfica es posible observar que el efecto de un fenómeno de variabilidad es más evidente en la temporada de lluvias (julio-octubre). Anualmente en el municipio se registran, en promedio, 1.212 mm.

En Candelaria, los años con valores extremos de precipitación, tanto de exceso como de déficit, coincidieron con los eventos El Niño y La Niña. En 2010 se presentó un evento La Niña que ocasionó un aumento del 56 % en las lluvias. En 1991 las lluvias disminuyeron entre el 20 % y el 40 %, con un comportamiento mensual de las lluvias más homogéneo que el observado en el año de excesos de lluvias del 2010 (Figura 3).

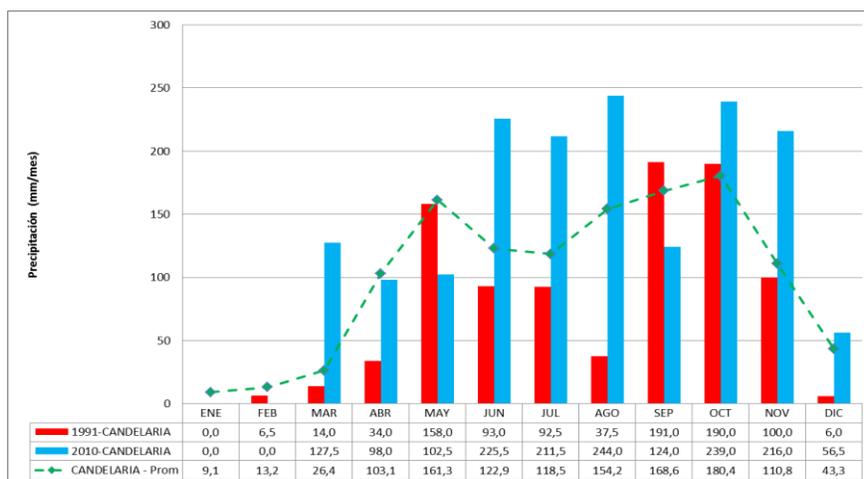


Figura 3. Precipitación en años extremos respecto al promedio en Candelaria (en el periodo 1980-2011).

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

Los valores ONI son útiles para visualizar las alertas de ocurrencia de este tipo de fenómenos. 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 ENSO (El Niño Southern Oscillation) en los últimos 32 años, información útil cuando se presenta una alerta de ocurrencia de este fenómeno. En el municipio de Candelaria (Atlántico) entre mayo de 1997 y mayo de 1998 se registró el valor ONI mas alto (2,5), correspondiente a una anomalía negativa de precipitación del -20 % con respecto al promedio multianual. En contraste con el periodo junio 2004-febrero de 2005, en el cual el valor ONI fue de 0,9, con una anomalía negativa de precipitación en las lluvias del -7 % (Tabla 1).

Tabla 1. Duración, valor del ONI y anomalías de precipitación en el municipio de Candelaria durante los eventos de El Niño en el periodo 1980-2011

Periodo	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 del ONI		2,3	1,6	1,8	1,3	2,5	1,5	0,9	1,1	1,8
Anomalía		-16 %	-7 %	-11 %	-20 %	-20 %	-27 %	-7 %	-20 %	-2 %

Fuente: Corpoica (2015a).

¹ Este índice permite conocer el escenario climático que se presentará en la zona y puede monitorearse en la página del Centro de Predicción Climática del Servicio Nacional Meteorológico de Estados Unidos: <http://bit.ly/29LNC2H> y permite conocer el escenario climático que se presentará en la zona.



Durante el mismo periodo de seguimiento, en el municipio de Candelaria se presentaron siete eventos La Niña, con una duración de entre 5 y 24 meses. Se destaca el evento La Niña 2010-2011, de gran impacto en el municipio, con una anomalía positiva de la precipitación del 42 % sobre el promedio multianual, asociado a un valor ONI de -1,4 (Tabla 2). Dicho impacto se debe a que, en general, Atlántico es una zona seca (de baja precipitación) y los incrementos de la precipitación durante eventos La Niña benefician las actividades agropecuarias.

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

Periodo	Inicio	oct. 1984	may. 1988	sep. 1995	jul. 1998	oct. 2000	sep. 2007	jul. 2010
	Fin	sep. 1985	may. 1989	mar. 1996	jun. 2000	feb. 2001	may. 2008	abr. 2011
Duración		12	13	7	24	5	9	10
Mínimo valor del ONI		-1,1	-1,9	-0,7	-1,6	-0,7	-1,4	-1,4
Anomalía		-29 %	6 %	-15 %	23 %	-30 %	-8 %	42 %

Fuente: Corpoica (2015a).

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 pueden identificar las áreas del municipio más susceptibles al exceso hídrico en eventos La Niña, la susceptibilidad a déficit hídrico en eventos El Niño, la susceptibilidad a inundación 2010-2011, la susceptibilidad biofísica a inundación, la afectación de la capacidad fotosintética de cubiertas vegetales analizada mediante el Índice Diferencial de Vegetación Normalizado (NDVI, por sus iniciales en inglés), las áreas afectadas regularmente cuando se presentan eventos de inundación (expansión de cuerpos de agua) o de sequía (contracción de cuerpos de agua).



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

Exposición del sistema productivo ganadería bovina de doble propósito a amenazas derivadas de la variabilidad climática en el municipio de Candelaria

El sistema bovino de ganadería bovina de doble propósito se basa en sistemas pastoriles (praderas). Se encuentra expuesto a limitantes por características de suelo, por las condiciones climáticas y su variabilidad. Esta exposición de las praderas en el sistema varía en el tiempo y de acuerdo con su ubicación en el municipio.

El presente análisis de aptitud de suelos, ventanas de análisis y zonificación de aptitud agroclimática se realizó sobre las características del pasto Estrella (*Cynodon plectostachyus*) y del pasto Ppará (*Brachiaria mutica*), pasturas base del sistema de ganadería doble propósito en el municipio de Candelaria.

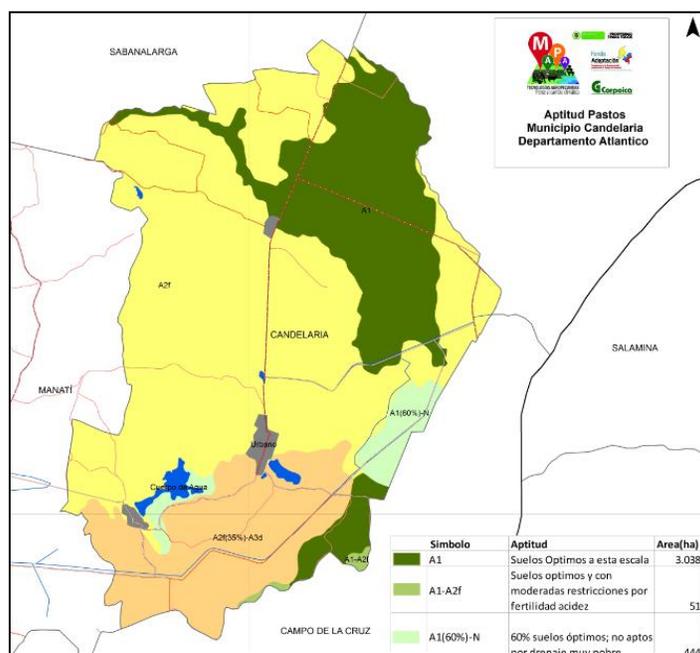
Para evaluar la exposición se debe identificar:

a. En el mapa de aptitud de suelos del municipio

Las limitaciones de los suelos en el municipio. Es importante tener en cuenta que algunas limitaciones pueden manejarse con relativa facilidad, mientras que otras no pueden modificarse (altitud, pendientes excesivamente inclinadas, texturas). Es importante mencionar que la escala de análisis espacial es 1:100.000 (Figura 4).

Para tener en cuenta. El municipio de Candelaria cuenta con un área de 13.588 hectáreas; en general, sus suelos presentan una aptitud adecuada para los pastos Estrella (*Cynodon plectostachyus*) y Pará (*Brachiaria mutica*).

El área con aptitud óptima o con leves restricciones corresponde al 26 % de la superficie, con 3.533 ha, ubicadas principalmente en el nororiente del municipio. Los suelos moderados por acidez abarcan el 55,5 % de la superficie del municipio (7.548 ha) y 2.252 ha de suelos condicionados por acidez y drenaje (16,5 %). Los suelos no aptos (N) o no recomendados, se limitan principalmente por profundidad efectiva inadecuada para la producción y renovación de praderas (Figura 4).



Símbolo	Aptitud	Área (ha)
A1	Suelos óptimos a esta escala	3.038
A1-A2f	Suelos óptimos y con moderadas restricciones por acidez	51
A1(60%) -N	60 % de suelos óptimos; no aptos por drenaje muy pobre	444
A2f	Moderadas restricciones por fertilidad acidez	7.548
A2f(35%) -A3d	35 % de suelos con moderadas restricciones por fertilidad acidez; marginales por drenaje	2.252
Cuerpo de agua		122
Urbano		134
Total general		13.588

Figura 4. Aptitud de uso de suelos para el pasto Estrella (*Cynodon plectostachyus*) y el pasto Pará (*Brachiaria mutica*) en el municipio de Candelaria.

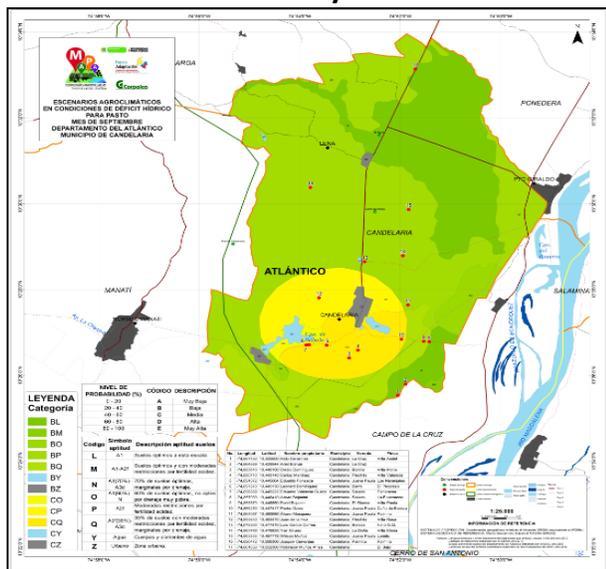
Fuente: Corpoica (2015b).



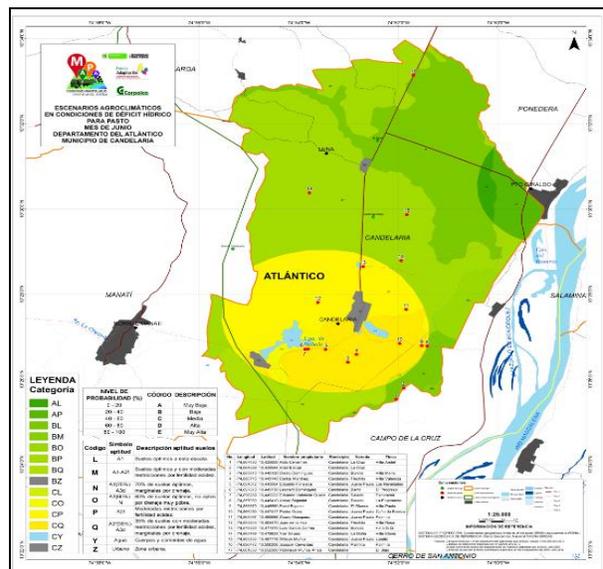
b. En los mapas de escenarios agroclimáticos del municipio

En la Figura 5 se representa la probabilidad de déficit hídrico para el cultivo de los pastos en los sistemas de producción de ganadería bovina de doble propósito de acuerdo con el mes de siembra o etapa fenológica de los pastos, la cual puede ser baja o muy baja (tonos verdes) o media (tonos amarillos) (Palmer, 1965). El déficit de agua en el suelo tiene un gran impacto sobre las etapas de desarrollo de los pastos; por lo tanto, se hace necesario e importante realizar una planeación forrajera y conocer en qué época y en qué sectores del municipio se deban sembrar antes de que ocurra una condición restrictiva. Es importante mencionar que la escala de análisis espacial es 1:100.000.

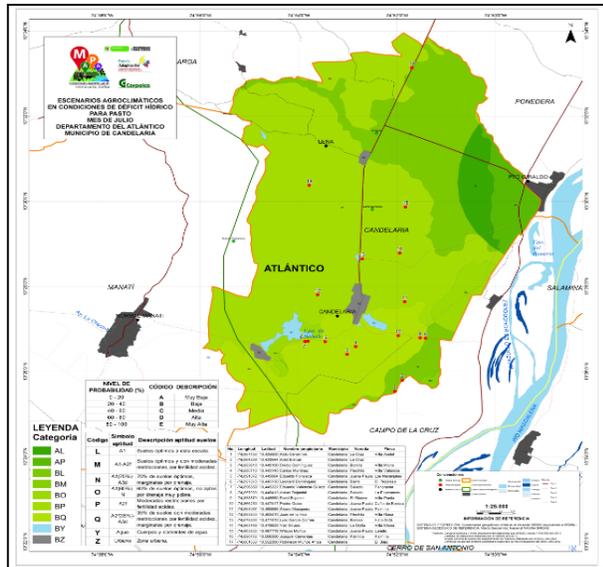
Mayo



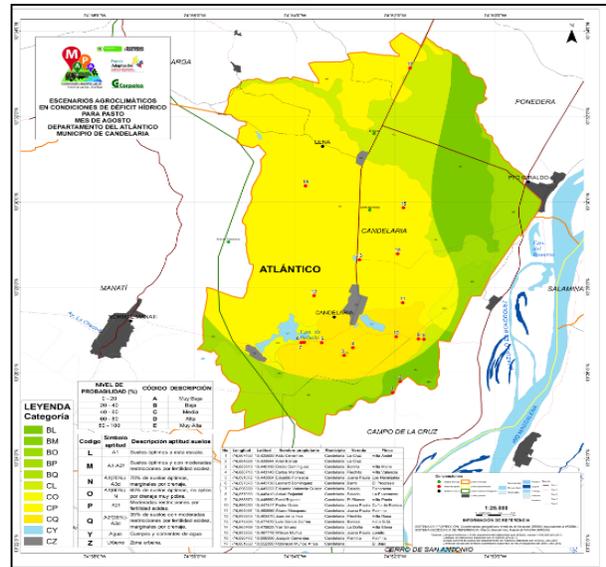
Junio



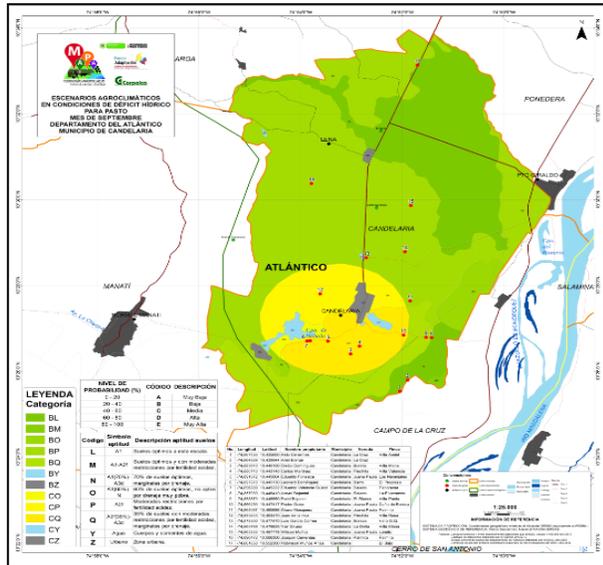
Julio



Agosto



Septiembre



LEYENDA Categoría		NIVEL DE PROBABILIDAD (%)	CÓDIGO DESCRIPCIÓN
AL	0 - 20	A	Muy Baja
AP	20 - 40	B	Baja
BL	40 - 60	C	Media
BM	60 - 80	D	Alta
BO	80 - 100	E	Muy Alta

Código	Simbolo aptitud	Descripción aptitud suelos
L	A1	Suelos óptimos a esta escala.
M	A1-A2f	Suelos óptimos y con moderadas restricciones por fertilidad acidez.
N	A1(70%) A3d	70% de suelos óptimos, marginales por drenaje.
O	A1(60%) N	60% de suelos óptimos, no aptos por drenaje muy pobre.
P	A2f	Moderadas restricciones por fertilidad acidez.
Q	A2f(35%) A3d	35% de suelos con moderadas restricciones por fertilidad acidez, marginales por drenaje.
Y	Agua	Cuerpos y corrientes de agua.
Z	Urbano	Zona urbana.

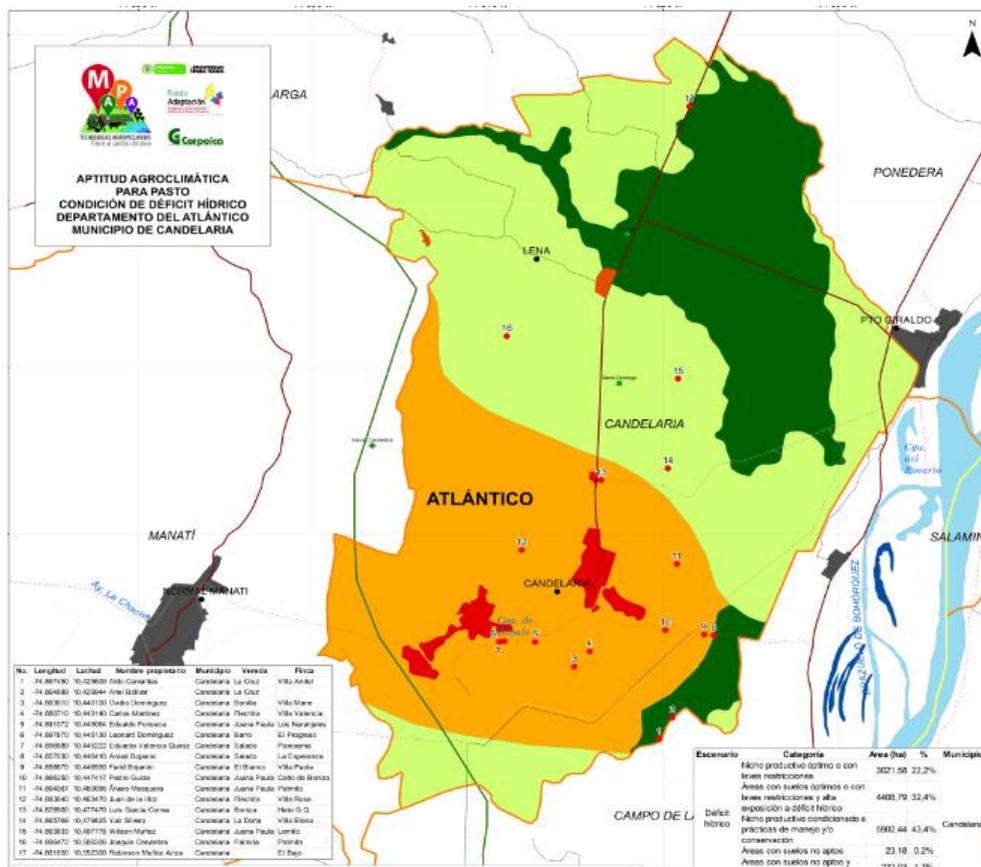
Figura 5. Escenarios agroclimáticos mensuales para los pastos dentro del sistema de ganadería bovina de doble propósito en el municipio de Candelaria en condiciones de humedad restrictivas por déficit hídrico en la ventana de análisis mayo-septiembre. Fuente: Corpoica (2015b).



Los mapas de escenarios agroclimáticos indican las áreas con menor y mayor probabilidad a deficiencias de agua en el suelo para el cultivo 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).

Con base en la información anterior, en cuáles zonas del municipio el sistema de producción de ganadería bovina de doble propósito tendría un mayor o un menor riesgo de pérdida productiva

Para dar respuesta a esta duda se debe observar el mapa de aptitud agroclimática del municipio de Candelaria para los pastos utilizados en el sistema productivo de ganadería bovina de doble propósito en condiciones restrictivas por déficit hídrico (Figura 6). Este mapa integra la exposición mensual a deficiencias hídricas para los pastos Estrella (*Cynodon plectostachyus*) y Pará (*Brachiaria mutica*), y la aptitud de los suelos. Es importante mencionar que la escala de análisis espacial es 1:100.000.



Categoría

- Nicho productivo óptimo o con leves restricciones
- 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

Figura 6. Mapa de aptitud agroclimática del municipio de Candelaria (Atlántico) para los pastos Estrella y Pará bajo en condiciones restrictivas de humedad en el suelo por déficit hídrico. Sistema de ganadería bovina de doble propósito.

Fuente: Corpoica (2015b).



La producción de pastos para alimentación del ganado bovino doble propósito en Candelaria depende de la disponibilidad de agua proveniente de las lluvias. El estrés hídrico causado por deficiencias de agua y por aumento de temperatura genera pérdidas importantes en la producción de biomasa (pastos). Por lo anterior, la producción de leche y de carne en este sistema productivo se ve afectada considerablemente.

El municipio de Candelaria presenta baja y alta exposición a deficiencias de agua en el suelo. En el análisis se identificaron las siguientes categorías de aptitud agroclimática para los pastos arriba reseñados:

- **Nicho productivo óptimo o con leves restricciones** (tono verde oscuro en la Figura 6): del área total del municipio de Candelaria (13.588 ha), el 22,2 % (3.022 ha) de los suelos presenta aptitud óptima y condiciones de humedad favorables para los pastos Estrella y Pará.
- **Nicho productivo condicionado a prácticas de manejo y/o conservación de suelos** (tono verde claro en la Figura 6): ocupa el 43,4 % (5.902 ha) del área del municipio. Los suelos presentan una aptitud moderada por acidez y marginal por drenaje muy pobre, y condiciones de humedad en el suelo favorables para los pastos priorizados.
- **Área con suelos no aptos** (tono naranja oscuro en la Figura 6): Esta categoría ocupa 0,2 % (23 ha) del área del municipio. Las áreas identificadas corresponden a cuerpos y corrientes de agua y a la zona urbana del municipio.
- **Áreas con suelos óptimos o con leves restricciones y alta exposición a déficit hídrico** (tono amarillo claro en la Figura 6): esta categoría ocupa el 32,4 % (4.409 ha) del área del municipio. Los suelos presentan aptitud óptima y condiciones de humedad restrictivas para los pastos.
- **Áreas con suelos no aptos y alta exposición a déficit hídrico** (tono rojo en la Figura 6): esta categoría corresponde a 1,7 % (232 ha) del área del municipio. Las áreas identificadas corresponden a cuerpos y corrientes de agua y zona urbana del municipio y, a su vez, presentaron condiciones de humedad restrictivas por excesos de agua en los suelos.



En condiciones de déficit hídrico en el municipio de Candelaria hay alrededor de 8.924 ha potencialmente utilizables para pastos con fines de alimentación de ganado doble propósito, las cuales corresponden a los nichos productivos óptimos o con leves restricciones y nichos productivos condicionados a prácticas de manejo y/o conservación de suelos. Sin embargo, al sur del municipio se encontraron áreas altamente expuestas a esta condición (34,1 % de área del municipio). Ante deficiencias hídricas en los suelos, es necesario planificar e implementar medidas preventivas y adaptativas para disminuir el efecto que la baja producción de biomasa de los pastos Estrella y Pará tiene sobre la productividad de la ganadería doble propósito en el municipio.

Para mayor información sobre aptitud agroclimática para los pastos Estrella y Pará en el municipio de Candelaria (Atlántico) consultar el SE - MAPA.

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

Información agroclimática: esta información puede emplearse para la toma de decisiones en la planificación agropecuaria de sistemas productivos bovinos ganaderos, para la identificación de riesgos asociados y para relacionar diferentes cultivos (pastos y cultivos forrajeros) con la climatología de cualquier área y mejorar así la planificación del uso y manejo del recurso suelo.

Información agrometeorológica: esta información puede emplearse para mejorar la toma de decisiones en el manejo de sistemas productivos. La *Guía de prácticas agrometeorológicas* de la Organización Meteorológica Mundial (OMM, 2011) indica que la información que debe proporcionarse a los productores agropecuarios para mejorar la toma de decisiones es la siguiente:

- Datos referidos al estado de la atmósfera (clima): empleando 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.
- Rendimiento de las praderas: seguimiento de desarrollo y crecimiento de los pastos y forrajes.
- Prácticas agrícolas y de manejo empleadas: labores culturales, control de plagas, enfermedades y malezas, aforos, etc.
- Desastres climáticos y sus impactos en la agricultura: eventos extremos que afectan el desarrollo de los forrajes, como excesos y déficit de agua, heladas, deslizamientos, etc.
- Distribución temporal de los pastos y forrajes: periodos de crecimiento, épocas de siembra, cosecha, días de descanso y de ocupación.
- 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 y media, precipitación, humedad relativa y radiación) a escala diaria. Estas variables pueden ser analizadas durante el ciclo del sistema productivo y, principalmente, en etapas críticas; además, se relacionarán con las exigencias climáticas del sistema productivo, sus necesidades hídricas y sus rendimientos².

² En la *Guía para el uso de la información agroclimática en el manejo de cultivos y frutales* (<http://bit.ly/29P68Zg>) se encuentran algunas indicaciones e ideas para llevar a cabo análisis en sistemas productivos.

Sección 2: Prácticas que se pueden implementar para reducir la vulnerabilidad del sistema productivo de ganadería bovina doble propósito ante condiciones de déficit hídrico del suelo en el municipio de Candelaria (Atlántico)

En esta sección se presentan recomendaciones sobre opciones tecnológicas integradas con potencial para reducir los efectos que el déficit hídrico en el suelo tiene sobre los componentes del sistema productivo de ganadería doble propósito en el municipio de Candelaria (Atlántico).

Una de estas recomendaciones —la suplementación nutricional con ensilaje— fue implementada en una parcela de integración entre el periodo de octubre 2014 a marzo 2015, época en la cual se presentaron condiciones de déficit hídrico en el suelo, como se presenta en la Figura 7.

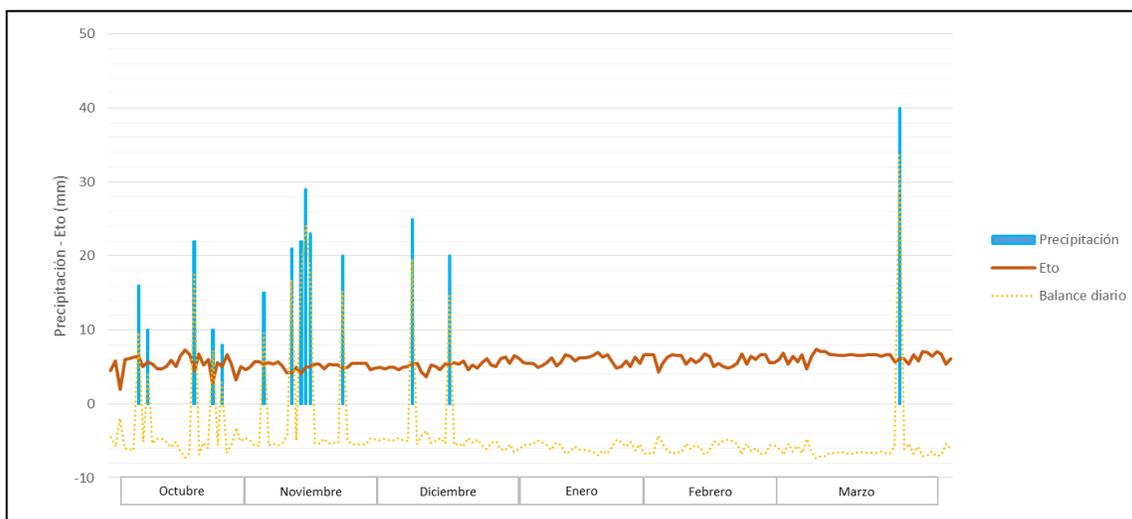


Figura 7. Balance hídrico atmosférico desde octubre de 2014 hasta marzo de 2015. Parcela de integración del sistema productivo bovino de ganadería de doble propósito. Candelaria (Atlántico). Fuente: Corpoica (2015b).

Lo anterior coincide con lo encontrado en el balance hídrico agrícola (Figura 8), en el cual se observa que el agua fácilmente aprovechable (AFA) es superada en la mayoría de los meses de evaluación de las opciones tecnológicas por el coeficiente de agotamiento (Dr Final). El índice de estrés hídrico (Ks) indica que en valores cercanos a 1, como los presentados entre los meses de octubre y diciembre de 2014, hay una condición leve de estrés hídrico. En contraste con la tendencia de valores cercanos a 0 que se presenta desde principios de enero hasta mediados de marzo de 2015, condición que indica un mayor grado de estrés hídrico.

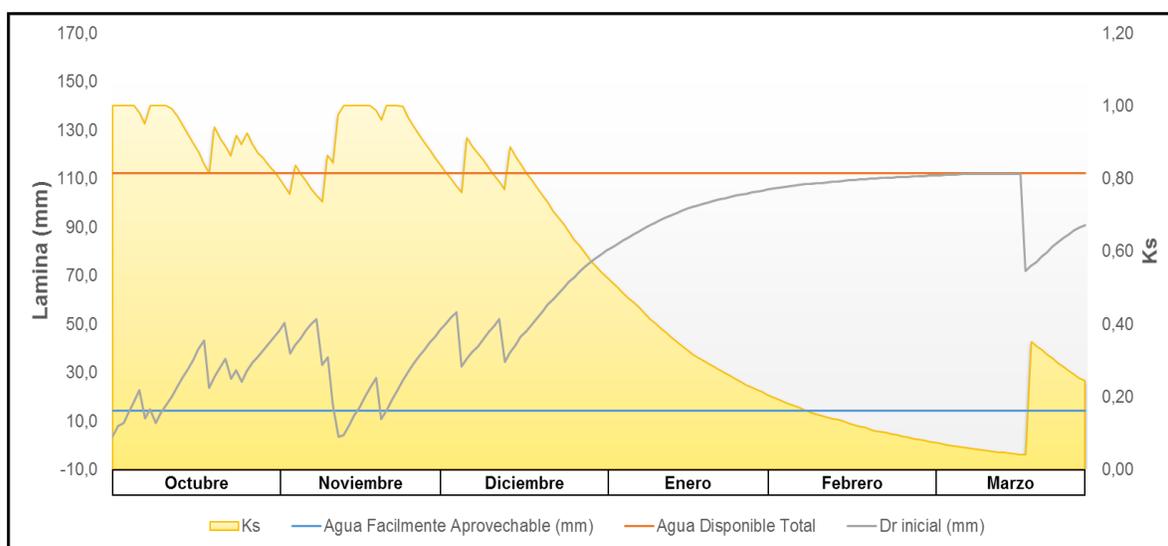


Figura 8. Balance hídrico agrícola desde octubre de 2014 hasta marzo de 2015. Parcela de integración del sistema productivo bovino de ganadería de doble propósito. Candelaria (Atlántico). Fuente: Corpoica (2015b).

Considerando este comportamiento meteorológico y teniendo en cuenta que el manejo tradicional basado en el pastoreo intensivo de potreros establecidos con pasto Colosuana (*Bothriochloa pertusa*) y pasto Grama (*Cynodon dactylon*) es afectado por condiciones de déficit y exceso hídrico, a continuación se presentan recomendaciones para implementar la opción tecnológica de establecimiento y conservación (ensilaje) de cultivos forrajeros, con el fin de reducir la vulnerabilidad del sistema productivo de ganadería bovina de doble propósito en condiciones restrictivas de humedad en suelo.



Establecimiento y conservación de cultivos forrajeros

La baja disponibilidad y la calidad nutricional que presentan las gramíneas nativas, como la alta susceptibilidad a plagas en épocas climáticas, hacen de la conservación de cultivos en forma de ensilajes una opción tecnológica de uso en los sistemas de ganadería bovina tendiente a reducir la vulnerabilidad del sistema productivo, evitando pérdidas en la producción de carne y leche. El sorgo (*Sorghum sp*) y la yuca (*Manihot esculenta*) son dos especies adecuadas para desarrollar esta opción.

Establecimiento de los forrajes

- Estos cultivos deben ser establecidos de forma planificada y con anterioridad a los periodos restrictivos de humedad del suelo, considerando las alertas de riesgos climáticos descritos anteriormente.
- El sorgo se puede establecer a una distancia de 0,70 m entre surcos y aproximadamente 4 cm entre plantas (350.000 plantas/ha). Generalmente se realiza la siembra a chorrillo, manualmente o con maquinaria. Se depositan de 30 a 40 semillas por metro lineal, lo cual equivale a sembrar de 12 a 15 kg/ha. La profundidad de siembra es de 2 a 3 cm.
- La siembra de yuca forrajera se realiza a una distancia de 0,8 m entre surcos y 0,3 m entre plantas, con el fin de obtener al momento de la cosecha una población de 40.000 plantas/ha, aproximadamente.

Ensilaje

Es un método de conservación de forraje húmedo cuyo objetivo es preservar el valor nutritivo del alimento a través de una estructura hermética llamada *silo*. El proceso de ensilaje no mejora la calidad del forraje, solo conserva por mayor tiempo su valor nutricional, manteniendo los componentes energéticos y proteicos de los materiales forrajeros mediante procesos de fermentación anaeróbica (Mejía et al., 2013).

Proceso para la obtención de ensilaje

- El momento óptimo de la cosecha del sorgo (*Sorghum sp*) se realiza cuando la panoja presenta los granos en estado lechoso-pastoso, el cual se presenta alrededor de 90



días después de siembra (dds). El aprovechamiento de la yuca (*Manihot esculenta*) para ensilaje se hace también a los 90 dds.

- El material forrajero se pica con una máquina picapasto. El tamaño óptimo del picado para sorgo (*Sorghum* sp) y yuca (*Manihot esculenta*) varía entre 8 y 12 mm. La obtención de estos tamaños permite un buen compactado, ya que capas adecuadamente picadas disminuyen la expulsión del aire y favorecen el proceso fermentativo anaeróbico.
- El sellado es el paso más importante de todo el proceso y se refiere a la estructura donde se guarda el ensilaje. Hay varios tipos, todos funcionales de acuerdo con las condiciones de la explotación ganadera. Los más importantes son: silos aéreos o de torre, subterráneos, semiaéreos, a nivel del suelo (horizontales, búnker o de trinchera), de montón, desechables tipo *silopress* y silos en bolsa plástica (Gavilanes, 2011).
- Si la opción es silo de bolsa, es absolutamente necesario que la bolsa quede herméticamente sellada, con la mínima cantidad de aire dentro de ella para que se haga efectivo el proceso fermentativo anaeróbico, el cual determina la calidad del ensilaje. Para garantizar un sellado hermético, se recomiendan bolsas plásticas de calibre entre 5 y 7.
- Una vez se llena y se compacta la bolsa, se debe cerrar y amarrar fuertemente en la parte superior.
- Después de 20 días de ensilaje, puede ser suministrado a los animales. Este tiempo depende del tamaño de partícula y de un adecuado proceso de ensilado que garantice una buena compactación (Arreaza et al., 2012) (Figura).
- El ganado bovino debe consumir al día alrededor del 3 % de su peso vivo en materia seca. El ensilaje como suplemento puede cubrir entre el 1,8 % y el 2,3 % de dicho valor, dependiendo la disponibilidad de forraje en los potreros; así, una vaca de 400 kg puede llegar a consumir diariamente 8 kg de ensilaje.



Figura 9. Cosecha, picado del sorgo y de la yuca y proceso para la elaboración de ensilaje. Parcela de integración del sistema productivo bovino de ganadería de doble propósito, Candelaria (Atlántico).
Fuente: Corpoica (2015c).

Vale anotar que la opción tecnológica descrita es pertinente tanto en época de exceso con en época de déficit hídrico.

Para mayor información sobre la opción tecnológica descrita consulte el SE-MAPA.



Ventajas comparativas de la opción tecnológica validada al integrarla al manejo convencional que hacen los productores bovinos de Candelaria

Las ventajas comparativas del establecimiento y conservación de cultivos forrajeros, como un componente adicional a este sistema de ganadería bovina, están presentadas bajo una condición restrictiva por déficit hídrico en el suelo. La opción tecnológica descrita anteriormente se validó en un nicho productivo óptimo o con leves restricciones, por lo que es un marco de referencia, y su eventual implementación en otro predio del municipio de Candelaria con un sistema productivo de ganadería doble propósito se debe ajustar a la zonificación de aptitud agroclimática.

El resultado de la validación tecnológica representada por la incorporación al sistema productivo de la suplementación alimenticia vía ensilaje de sorgo y yuca, respecto al manejo tradicional utilizado por el productor, presentó diferencias significativas, las cuales se expresaron en el aumento de la producción de leche por hectárea (Tabla 3). Se diferencian dos trimestres: octubre-diciembre (periodo de déficit hídrico leve) y enero-marzo (periodo de déficit hídrico intenso).

Tabla 3. Relación de aspectos productivos entre esquemas en la parcela de integración de ganadería bovina doble propósito. Candelaria (Atlántico)

Periodo de evaluación	Esquema de manejo	Disponibilidad promedio mensual de forraje (kg MS.ha ⁻¹)	Producción de leche (l.ha ⁻¹) estimada
Último trimestre 2014	Con ensilaje	3.384	1.380
	Tradicional		1.356
Primer trimestre 2015	Con ensilaje	5.140	539
	Tradicional		448

Fuente: Corpoica (2015c).



- Durante el trimestre octubre-diciembre de 2014, el rendimiento productivo de animales mantenidos en el esquema de pastoreo más ensilaje presentó un aumento del 3,3 % (44,8 l.ha⁻¹) en la producción trimestral de leche, en contraste con el manejo tradicional sin ensilaje. A pesar de que durante este trimestre el consumo de ensilaje de yuca y sorgo fue bajo —dada la buena oferta de pastura—, se observa un aumento de la producción.
- Durante el primer trimestre de 2015 la producción de leche bajó considerablemente, dada la reducida la oferta de pastura, aunque aumentó el consumo del ensilaje, lo cual mejoró comparativamente el rendimiento. Con ensilaje la producción en el trimestre alcanzó 539 l.ha⁻¹, es decir, un 16,8 % (91 l.ha⁻¹) más en comparación con el manejo tradicional, en el que se registró una producción acumulada de 448 l.ha⁻¹.
- Se evidencia, por lo tanto, que la opción tecnológica permite mantener y/o mejorar el desempeño productivo de los animales.

Prácticas se pueden implementar dentro del sistema productivo de ganadería bovina de doble propósito en Candelaria para disminuir la vulnerabilidad del sistema a condiciones restrictivas de humedad en el suelo

A continuación se presentan algunas prácticas con aplicación potencial frente a condiciones restrictivas de déficit o exceso hídrico en el suelo, que complementan la opción tecnológica de ensilaje descrita anteriormente:

- Renovación de praderas:** es una práctica que si se desarrolla de forma organizada y planificada permite al sistema productivo adaptarse a condiciones restrictivas de humedad en el suelo (Sánchez et al., 2012), mediante la renovación de las pasturas que han sufrido un proceso de degradación.

Una pradera se debe manejar como un sistema productivo, por ello es necesario implementar diferentes prácticas agronómicas que garanticen su adecuado desarrollo.



La práctica de renovación debe considerar los siguientes criterios:

- **Análisis de suelos:** es utilizado principalmente para conocer las propiedades químicas y físicas del suelo, con lo cual se determina la estrategia de acondicionamiento del suelo para lograr mejor un mejor desarrollo y rendimiento de las pasturas.

La metodología propuesta por Corpoica (2005) para la toma de muestra de suelo, comprende: 1) toma de submuestras en puntos trazados en zigzag, de forma que permita cubrir el área total del lote para que el muestreo sea representativo. 2) Para la toma de cada submuestra se debe limpiar un área aproximada de 0,04 m² (20 cm × 20 cm) a una profundidad de 3 cm de la superficie, con el fin de eliminar los residuos frescos de materia orgánica y otro tipo de residuos. 3) Realizar un hueco en forma de V del ancho de una pala, a una profundidad de 20 a 30 cm. 4) Extraer una muestra de 2 a 3 cm de grosor de la pared del orificio con una pala limpia, descartar el suelo que queda en los bordes de la pala y depositar la muestra en un balde plástico limpio. 5) Una vez tomadas todas las submuestras, estas se mezclan y finalmente se selecciona aproximadamente 1 kg, el cual se debe empacar en una bolsa plástica bien identificada: nombre del propietario, nombre de la finca, ubicación geográfica, tipo de sistema productivo y número del lote.

Respecto al análisis físico, se debe realizar la toma de submuestras. 1) Para la toma de cada submuestra se debe limpiar un área aproximada de 0,04 m² (20 cm × 20 cm). 2) Cavar un hueco en forma perpendicular a la superficie del ancho de una pala a una profundidad de 50 cm. 3) Con la ayuda de anillos para la toma de muestra física, extraer una submuestra a los 20 cm y otra a los 40 cm de profundidad de la pared del orificio; se debe descartar el suelo que queda fuera del borde de los anillos. 4) Una vez tomadas las submuestras, se debe sellar el anillo por los dos lados con las tapas, marcarlas y empacarlas en una bolsa plástica bien identificada con el nombre del propietario, el nombre de la finca, ubicación la geográfica, el tipo de sistema productivo y el número del lote. Esta muestra debe ser enviada a un laboratorio certificado para realizar un correcto análisis. Algunos laboratorios incluso realizan las recomendaciones de acondicionamiento para el sistema productivo específico.

- **Preparación del terreno:** frente a condiciones de déficit hídrico, se debe evitar al máximo la evaporación de agua del suelo; por lo tanto, lo más indicado es realizar prácticas de labranza de conservación para mantener la estructura y la humedad del suelo. Para la preparación del suelo se deben tener en cuenta las recomendaciones generadas en los resultados del diagnóstico físico del suelo, y con base en estas, seleccionar las prácticas de laboreo que se van a emplear.

Se puede desarrollar la labranza vertical (Figura 10), una práctica de acondicionamiento del suelo sin voltear el perfil, manteniendo de esta forma su estructura y reduciendo la pérdida de humedad. En este sentido, pueden utilizarse implementos de mecanización, como desbrozadora, renovador de praderas, rotovator de cuchilla recta y rastrillo californiano sin traba.

La desbrozadora tiene cuchillas rotatorias que cortan y pican el material inerte y los colchones de pasto en trozos pequeños, lo cual permite que estos materiales se incorporen al suelo como materia orgánica. El renovador, mediante cinceles rígidos o vibratorios, descompacta el suelo y restituye la circulación de aire y agua, y de esta forma favorece el desarrollo radicular de los materiales forrajeros existentes y aquellos por establecer. Este sistema desbrozadora-renovador es útil para procesos de renovación de praderas en pasturas degradadas.



Figura 10. Uso de la labranza vertical para el establecimiento de especies forrajeras. Parcela de integración del sistema productivo bovino de ganadería de doble propósito, Candelaria (Atlántico).
Fuente: Corpoica (2015c).



- **Selección de material vegetal:** para seleccionar el material por establecer se debe tener en cuenta la condición física y química del suelo, la adaptabilidad de la especie a dichas condiciones, la producción de forraje, la capacidad de rebrote, la calidad nutritiva, la respuesta a la fertilización, la tolerancia a plagas y la disponibilidad de semilla.

Mila (2013) expone que para las condiciones de trópico bajo colombiano se puede hacer una renovación de praderas a partir de la integración de gramíneas, como Tanzania (*Panicum maximum* var. Tanzania), Mombasa (*Panicum maximum* var. Mombasa), Toledo (*Panicum maximum* var. Toledo), Brachiaria (*Brachiaria brizantha* y *Brachiaria decumbes*), pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) y Angletón (*Dichanthium aristatum*), con leguminosas como Kudzú (*Pueraria phaseoloides*) y cratilia o veranera (*Cratylia argentea*).

Antes del establecimiento se debe realizar una prueba de germinación con 100 semillas tapadas con una lámina de papel absorbente humedecido sin generar saturación hasta finalizar la prueba. Se recomienda realizar tres pruebas, con el fin de establecer un promedio y así tener mayor certeza del resultado. El porcentaje de germinación se calcula teniendo en cuenta la siguiente ecuación:

$$\% \text{ de germinación} = \frac{\text{Número de semillas germinadas}}{\text{Total de semillas}} \times 100$$

Las semillas con porcentajes de germinación por encima del 70 % garantizan una buena emergencia; por debajo de este valor la semilla se debe descartar y no debe ser sembrada (Reza et al., 2011).

Una vez realizada la prueba de germinación y antes de la siembra, las semillas deben ser tratadas con un producto químico a base de Imidacloprid a una dosis de 5 cc del producto más 10 cc de agua/kg de semilla. La semilla que se va a sembrar se introduce en una bolsa plástica de 50 cm de ancho por 80 cm de largo, limpia y en buen estado, donde se adiciona la solución del producto; luego se cierra la bolsa y se mezcla durante varios minutos, para así garantizar que todas las semillas entren en contacto con el producto. A continuación se saca el material y se expone al sol sobre un costal o plástico limpio, seco y en buen estado, para que la semilla se seque y evitar la compactación;



de esa manera se facilita el funcionamiento de la voleadora, con la cual se hace la siembra de la semilla.

- **Manejo durante la siembra:** para la siembra de semilla sexual de pasto se recomienda utilizar voleadoras manuales, las cuales requieren calibrarse y tener en cuenta aspectos como:
 - Índice de semilla, que es el número de semillas que tiene un kilogramo de semilla.
 - Densidad de siembra, que es el número de kilogramos de semilla que se utiliza por hectárea.
 - Tamaño y peso de la semilla.
 - Experticia del operador.

Para calibrar la voleadora manual y garantizar que se apliquen los kilogramos de semilla por hectárea requeridos, se deben tener en cuenta los siguientes pasos:

1. Introducir un poco de semilla en la voleadora.
2. Poner costales o plástico en ambos lados de un trayecto para medir la cobertura de salida de la voleadora.
3. Utilizar un cronómetro para medir el tiempo que el operador invierte en caminar 30 metros (distancia establecida para el ejercicio), descargando la semilla; esto con el fin de determinar un área y realizar la conversión a hectáreas.

Ejemplo: la cobertura de la voleadora es de 5 m, multiplicados por una distancia de 30 m se obtienen 150 m²; con base en esta área, se calcula la densidad de semilla que se desea aplicar; por lo tanto:

Si en 10.000 m ²	→	9.000 g de semilla
En 150 m ²	→	X

$$X = \frac{150 \text{ m}^2 * 9.000 \text{ g de semilla}}{10.000 \text{ m}^2} = 135 \text{ g de semilla}$$



Para el ejemplo, la voleadora debe descargar 135 g de semilla mientras el operador recorre los 30 m. Una vez se conoce el tiempo de recorrido, se cronometra ese mismo tiempo para que el operador descargue la semilla en un recipiente y la pese. Dependiendo del resultado de este pesaje, se va ajustando la voleadora, abriendo o cerrando la abertura de salida de semilla, que proporcionará la densidad de siembra en el área deseada. Después de la siembra se debe verificar la emergencia de la semilla en el primer mes de establecida la pradera, para detectar aquellas áreas donde no emergió la semilla y así hacer la respectiva resiembra.

- **Manejo de arvenses**

Después del establecimiento de la pradera y/o de los cultivos forrajeros se debe realizar un control de arvenses durante los primeros 35 a 45 días, debido a que esta es la época crítica en la que se presenta competencia por nutrientes y luz. El control de arvenses puede ser realizado con productos químicos o mecánicos.

En condiciones de déficit hídrico en el suelo y dada la restricción de mecanizar antes de la siembra, se aconseja recurrir al control químico. Este control debe hacerse antes de que las malezas produzcan semillas, usando herbicidas de contacto y sistémicos. Esta práctica tiene efectos positivos en el control de enfermedades e insectos dañinos.

- **Manejo integrado de plagas**

Una vez establecida la pradera y los cultivos forrajeros, se deben realizar controles constantes utilizando redes entomológicas para detectar las plagas que pueden ocasionar daños a los cultivos. La metodología de evaluación consiste en realizar 40 pases de jama en el lote, caminando en zigzag, para determinar la presencia o ausencia de estas, registrar el porcentaje del área afectada y el nivel de incidencia, con el fin de tomar decisiones acertadas en cuanto a su control.

- b. **Aplicación de enmiendas y fertilizantes (en praderas y cultivos forrajeros):** es necesario implementar enmiendas y fertilización, según los resultados de los análisis de suelo. Las enmiendas tienen como finalidad corregir los problemas de acidez o alcalinidad del suelo (la cal corrige la acidez y neutraliza el aluminio, mientras que el



yeso corrige la alcalinidad y neutraliza el sodio). La fertilización corrige las deficiencias minerales del suelo, manteniendo la productividad y el valor nutritivo de las praderas.

El uso de los abonos orgánicos tiene efecto en la conservación o mejoramiento de las propiedades biológicas y físicas del suelo (densidad aparente, porosidad, retención de humedad, actividad de micro y mesofauna). El aporte de nutrientes se da a mediano o a largo plazo.

Se debe analizar la calidad del abono orgánico y su procedencia, de tal forma que se asegure su inocuidad y la concentración de nutrimentos.

Se deben tener en cuenta recomendaciones del técnico para la definición del tipo de abono que se debe emplear, así como las cantidades y las frecuencias para garantizar que las praderas y especies forrajeras establecidas puedan disponer de los nutrientes necesarios para un proceso óptimo de crecimiento, desarrollo y producción.

C. Manejo racional de praderas (rotación): Para obtener un manejo eficiente del pastoreo es necesario tener en cuenta algunas prácticas importantes:

Calcular la oferta de forraje en la pradera mediante aforos de los lotes y, si es posible, determinar el nivel de materia seca en el forraje. Este aforo se realiza demarcando cinco áreas de 1 m² distribuidas por la pradera, de las cuales se realiza el corte del forraje y se pesa. Con estos datos se calcula la oferta forrajera, así:

$$\text{Forraje (m}^2\text{)} = \frac{\text{Peso (kg) de las muestras (1 + 2 + 3 + 4 + 5)}}{5}$$

$$\text{Forraje (ha)} = \text{forraje (m}^2\text{)} \times 10000$$

Con los datos anteriores y los registros de consumo voluntario, se calcula el número de vacas (carga animal) que consumirán el forraje, para evitar el sobrepastoreo y garantizar el adecuado consumo de los animales. De esta manera se facilita la asignación de áreas de pastoreo, utilizando una cerca eléctrica u otros sistemas.



Determinar con precisión el momento óptimo de descanso de la pradera y su periodo de ocupación, haciéndolo diferencial para época de exceso o de déficit hídrico en el suelo.

Este aspecto en invierno para el caso del pasto Estrella (*Cynodon plectostachyus*) está entre 42 y 50 días; para el pasto Pará (*Brachiaria mutica*) en invierno entre 35 y 42 días y en verano es mayor de 42 días; para el pasto Colosuana (*Bothriochloa pertusa*) está en invierno en 21 días y en verano en 28 días (Bernal, 1994).

c. **Sistemas silvopastoriles para ganadería bovina:** existen diferentes tipos de arreglos silvopastoriles, entre los cuales pueden mencionarse las cercas vivas, los arreglos de sombra y los de ramoneo, los bancos forrajeros y los mixtos forrajeros, que en trópico bajo son establecidos con diversas especies, dependiendo de la región (Uribe, et al., 2011). En la región ganadera bovina del departamento de Atlántico se pueden establecer los siguientes arreglos silvopastoriles:

- **Sistema silvopastoril de sombra (SSP-S):** este sistema mejora las condiciones del suelo, minimiza los efectos de los procesos erosivos, genera un microclima en la zona de implementación y eleva la calidad nutricional de la pradera mediante la siembra de árboles en hileras; de esta forma permite conservar un espacio que facilita el movimiento del ganado y otras operaciones sin sacrificar el crecimiento de los árboles. Una de las mayores ventajas de este sistema es que el forraje desarrollado en condiciones de sombra, poco viento y cercano a árboles tiende a madurar más lentamente y, por lo tanto, posee menos fibra y presenta mayor digestibilidad en comparación con los que crecen en pasturas sin sombra.

En general, después del establecimiento y habiendo instalado una cerca eléctrica para evitar el ramoneo de los animales, el manejo de este esquema silvopastoril se realiza mediante pastoreo rotacional, cuya periodicidad depende de la capacidad de recuperación de la pradera asociada, la cual para pastos de clima cálido generalmente se encuentra en invierno entre 35 y 50 días, mientras que en verano, entre 60 y 70 días.

- **Sistema silvopastoril de ramoneo (SSP-R):** este sistema permite mejorar las condiciones microclimáticas y de calidad nutricional de la pradera. Difiere del



esquema de sombra en que las especies involucradas son de rápido crecimiento y facilidad de rebrote, lo cual permite el consumo directo de forraje de alto valor nutricional para los animales mediante el ramoneo de los árboles. Para un adecuado aprovechamiento de este sistema los árboles deben mantener una altura máxima de 2 m, con el objeto de facilitar el ramoneo por el animal.

- **Sistema silvopastoril de cerca viva (SSP-CV):** corresponde a siembras lineales de arbustos y/o árboles en uno o varios estratos y de forma perpendicular a la dirección principal del viento, para reducir los efectos de la erosión eólica sobre el suelo. Se utilizan como setos, división de lotes, linderos entre propiedades y barreras rompivientos, también como fuente de leña, carbón, madera, frutos o forraje. Este tipo de sistema permite la protección de cultivos, ganado, infraestructura y suelo. Consiste en el establecimiento de una o más hileras de árboles, como una barrera para detener el viento o para reducir su intensidad. Además, puede establecerse con diferentes distancias de siembra: 2, 2,5 y 5 m entre hileras.
 - **Sistema silvopastoril de bancos forrajeros (SSP-BF):** también llamados *bancos mixtos*, en este tipo de sistema se destaca la alta densidad de siembra del material vegetal, se describen como áreas compactas, cercanas a las instalaciones de manejo y alimentación de los animales (corrales, establos, etc.), destinadas exclusivamente a la producción de grandes volúmenes de forrajes de alta calidad para su uso en la suplementación animal. Su empleo puede darse en dos sistemas: corte o pastoreo. Por ejemplo, en el sistema de corte y picado se estimula el consumo y se reduce el desperdicio al ofrecer el forraje a los animales en los comederos. Este sistema puede establecerse con distancias de siembra entre 0,25 m y 1 m entre arbustos forrajeros y 1 m entre surcos. Para un adecuado aprovechamiento de este sistema los arbustos deben mantener una altura máxima de 2 m, con el objeto de facilitar el corte por el parte del operario o el ramoneo por el animal (Pezo & Ibrahim, 1998).
- d. **Bloques multinutricionales (BMN):** tecnología de fácil adopción, local y de bajo costo, sin desperdicios, con ventajas comparativas sobre el uso de suplementos comerciales. Permite la mejora de los parámetros zootécnicos de los rumiantes. Con el objetivo de proveerle al animal de forma constante y lenta nitrógeno, proteína, energía y minerales, se elaboran BMN para la suplementación en épocas críticas. Los BMN



permiten mejorar la digestibilidad, el consumo de la fibra (dieta base) y el ambiente ruminal, así como optimizar el proceso productivo (Riveros et al., 2013).

Hay muchas fórmulas que se pueden utilizar para la elaboración de un BMN. Sin embargo, se debe tener en cuenta la disponibilidad de las materias primas en la región. En la Tabla 4, se presenta una fórmula para la elaboración de un BMN de 10 kg, la cual puede ser implementada en sistemas productivos de ganadería doble propósito en el departamento de Atlántico.

Tabla 4. Fórmula para la elaboración de BMN en la parcela de integración del sistema productivo de ganadería bovina doble propósito en el municipio de Candelaria (Atlántico)

Materias primas	% de inclusión	kg
Melaza	30	3
Salvado de arroz	30	3
Urea	10	1
Cal agrícola	10	1
Afrecho de maíz	10	1
Sal mineralizada	9	0,9
Azufre	1	0,1
Total	100	10

Proceso para la elaboración de BMN

- Pesar cada una de las materias primas teniendo en cuenta el porcentaje de inclusión, el aporte de cada una y la disponibilidad (Tabla 4).
- Disolver la urea, la sal y el azufre en la melaza (mezcla 1). Mezclar las materias primas seleccionadas para la elaboración de los BMN y, simultáneamente, adicionar la cal (mezcla 2).
- Mezclar homogéneamente la mezcla 1 con la 2.
- Agregar la mezcla resultante en un molde y compactar. Resguardar el BMN de la humedad hasta que esté listo para ser suministrado.
- Una vez se endurezca, pasados aproximadamente 10 días con buena aireación y ventilación, se puede suministrar a los animales (Figura 11).



Figura 11. Proceso de elaboración de BMN. Parcela de integración del sistema productivo bovino de ganadería de doble propósito, Candelaria (Atlántico).
Fuente: Corpoica (2015c).

- e. **Heno:** consiste en la deshidratación o secado del material forrajero cortado de las praderas cuando estas tienen una alta producción en épocas no críticas. El heno se almacena para ser suministrado a los animales en periodos críticos y puede ser secado ya sea por medios artificiales o naturales, llegando hasta niveles de humedad inferiores al 15-20 %, valores adecuados para estabilizar y mantener la calidad del material forrajero.

Proceso para la elaboración de heno

- Cortar el pasto. Una vez cortado, se deja expuesto al sol de 1 a 2 días, hasta lograr un porcentaje de humedad del 15 %.
- Voltar permanentemente el pasto para que se deshidrate homogéneamente.
- Cuando el material esté seco se debe compactar usando una cajuela de metal o mediante un hoyo abierto en el suelo (Figura 12).
- Cruzar dos cordeles o cabuyas a lo ancho y a lo largo del cajón donde se va a elaborar la paca de heno. Luego, llenar, compactar y amarrar.
- Las pacas de heno deben ser guardadas bajo techo para conservar su buen estado. El heno se puede suministrar a los animales de forma inmediata (Bernal, et al. 2012).



Figura 12. Proceso para la elaboración de heno. Parcela de integración del sistema productivo de ganadería bovina doble propósito, Candelaria (Atlántico).

Izquierda: corte del pasto. Centro: cajón metálico para compactar el heno. Derecha: hoyo alternativo para proceso de compactación del heno.

Fuente: Corpoica (2015c).

- f. **Manejo animal:** una buena sanidad de los animales, genera mayor capacidad de adaptarse a condiciones climáticas adversas.
- Cuando se considere estrictamente necesario y luego de la designación terapéutica por parte de un profesional veterinario, se deben desparasitar y/o vitaminizar los animales del sistema productivo de ganadería bovina doble propósito (Figura 13).
 - De acuerdo con la necesidad, se deben realizar baños periódicos con productos aptos para controlar garrapatas y moscas en bovinos.
 - Hacer uso de las buenas prácticas de ordeño, considerando las prácticas de presellado, sellado y secado de pezones; de esta forma se promueve la mejora en las condiciones sanitarias e higiénicas de la leche.
 - Realizar chequeos ginecológicos periódicos para obtener diagnósticos reproductivos precisos, determinando los animales del hato que se encuentran vacíos o en diferentes estadios de preñez (Figura 13).



Figura 13. Prácticas de manejo animal. Parcela de integración del sistema productivo de ganadería doble propósito, Candelaria (Atlántico). Izquierda: inyectología. Derecha: palpación rectal (chequeo ginecológico).
Fuente: Corpoica (2015c).

Es importante considerar que las opciones tecnológicas descritas anteriormente tienen uso potencial frente a amenazas de exceso hídrico en el suelo; sin embargo, es importante desarrollar el análisis del riesgo agroclimático con base en la ruta metodológica del presente plan, apoyándose en el (SE) MAPA.

Para mayor información sobre opciones tecnológicas con aplicabilidad en el sistema productivo de ganadería bovina de doble propósito en Candelaria (Atlántico), consulte el sistema experto (SE) MAPA.



Como se expuso en las secciones 1 y 2, son dos los determinantes del riesgo agroclimático: la amenaza y la vulnerabilidad. El primero se refiere a la probabilidad de ocurrencia de condiciones climáticas restrictivas, y el segundo, a la interacción entre el grado de exposición a la amenaza, la sensibilidad del sistema productivo y su capacidad adaptativa. Esta última se aumenta con la implementación de opciones tecnológicas integradas que reducen la vulnerabilidad del sistema productivo frente al riesgo agroclimático. Es importante considerar que la viabilidad de adopción de dichas opciones tecnológicas no solo responde a criterios técnicos, sino también económicos, dado que un sistema productivo está determinado, además, por las características socioeconómicas de los productores.

La siguiente sección presenta algunos criterios técnico-económicos para la implementación de la opción tecnológica presentada en la primera parte de la sección 2, basados en dominios de recomendación.



Sección 3: Criterio para implementar las opciones tecnológicas entre los productores de ganadería de doble propósito en el municipio de Candelaria (Atlántico)

Dominio de recomendación

Un dominio de recomendación corresponde a un grupo de agricultores con características socioeconómicas relativamente uniformes para quienes se pueden hacer las mismas recomendaciones tecnológicas (Lores et al., 2008). A partir de los dominios de recomendación es posible diseñar modelos de optimización productiva, en los cuales se proponga un plan de producción en función de los recursos disponibles en cada grupo. En el marco del proyecto MAPA, la recomendación sobre adoptar las tecnologías propuestas para cada tipo de productores o dominio se basa en los resultados de viabilidad de los modelos microeconómicos, en la exposición agroclimática del área donde se encuentran localizados y en los indicadores de sensibilidad y capacidad adaptativa de los sistemas productivos ante los eventos climáticos críticos de exceso o de déficit hídrico.

Para cada uno de los dominios (grupo de productores) se hacen recomendaciones de acuerdo con los resultados del análisis socioeconómico. Se busca identificar si las tecnologías propuestas son viables (financieramente) y cómo deben implementarse según las diferentes características de los productores (tamaño del predio, mano de obra, acceso a crédito, etc.). Estas recomendaciones son una guía de apoyo para los asistentes técnicos y deben ser ajustadas a las particularidades de cada caso.

Determinación de los dominios de recomendación de la opción tecnológica para enfrentar los eventos climáticos

Para determinar los dominios de recomendación se usó la información de encuestas aplicadas a productores. Luego se realizó un proceso de agrupamiento estadístico o tipificación (agrupamiento por tipos) de productores con características socioeconómicas y productivas similares. Esta información de las encuestas se empleó también para el análisis de la vulnerabilidad de las unidades productivas a los eventos climáticos, mediante la construcción de indicadores de sensibilidad y capacidad adaptativa, acordes con las condiciones biofísicas, técnicas y socioeconómicas del sistema productivo.



Por otro lado, se desarrolló un modelo microeconómico para evaluar la viabilidad financiera de las opciones tecnológicas que se proponen para enfrentar la condición climática limitante, el cual se calculó para cada uno de los grupos resultantes de la tipificación; así se generaron diferentes soluciones de viabilidad según las características de cada grupo. A partir de información climática de los municipios se generaron mapas de exposición a los riesgos agroclimáticos de déficit o excesos hídricos y esta información se cruzó con la tipificación y los resultados de la modelación. Los dominios entonces se definieron teniendo en cuenta el grado de exposición al evento climático y el grupo de la tipificación socioeconómica y técnica al que pertenece cada productor. La recomendación para cada dominio respecto a la adopción de las tecnologías se basó en el análisis de vulnerabilidad y la solución del modelo, lo cual dio como resultado la viabilidad de las tecnologías, la prioridad de su implementación y la forma de implementarse en el tiempo (Corpoica-CIAT, 2015).

Características de los dominios de recomendación en el sistema productivo de ganadería bovina doble propósito en Candelaria (Atlántico)

En la Tabla 5 se presentan los dominios de recomendación con sus respectivas características de agrupación. Las columnas 2, 3 y 4 presentan, respectivamente, el grado de exposición, el grado sensibilidad y la capacidad adaptativa ante una condición de déficit hídrico para cada dominio.

Se puede apreciar que la exposición a la condición climática de déficit hídrico es Alta para los productores del dominio 5; Media para los productores de los dominios 2, 3, 4 y 6, y Muy baja para los productores del dominio 1.



El grado de sensibilidad que presentan los productores de Candelaria ante un evento de déficit hídrico es de grado Medio para todos los dominios, excepto el 6, para el cual es bajo. Por su parte, la capacidad adaptativa es Baja para los dominios 1, 2, 3 y 5, y Muy baja para los dominios 4 y 6.

Tabla 5. Caracterización de los dominios de recomendación para el sistema productivo de ganadería doble propósito en Candelaria (Atlántico)

Dominio	Exposición	Sensibilidad	Capacidad de adaptación	Viabilidad financiera de opción tecnológica
1. Productores para los cuales la implementación tecnológica no es prioritaria por encontrarse en zonas con <u>muy baja exposición</u> a déficit hídrico.	Muy baja	Media	Baja	Viable
2. Productores con hatos orientados a producción de carne y leche, con un índice medio de calidad de alimentación y producción de entre 4 y 26 unidades de gran ganado (UGG) en un grado de exposición medio a déficit hídrico.	Media	Media	Baja	Viable
3. Productores con hatos orientados a producción de carne y de leche, con un índice alto de calidad de alimentación y producción de entre 3 y 14 UGG.	Media	Media	Baja	Viable
4. Productores con hatos orientados a producción de carne y leche, con un índice bajo de calidad de alimentación y producción de entre 1 y 15 UGG.	Media	Media	Muy baja	Viable
5. Productores con hatos orientados a producción de carne y leche con un índice alto de calidad de alimentación y entre 3 y 14 UGG, en un grado de exposición alto a déficit hídrico.	Alta	Media	Baja	Viable
6. Productores con hatos orientados a producción de leche, con un índice alto de calidad de alimentación y producción entre 8 y 62 UGG.	Media	Baja	Muy baja	Viable

Fuente: Corpoica-CIAT (2015)



Finalmente, la última columna de la tabla muestra los resultados del modelo microeconómico, el cual evalúa la viabilidad financiera del uso de la opción tecnológica de ensilaje a base de yuca (*Manihot esculenta*) y sorgo (*Sorghum* sp), de acuerdo con las características de los productores de cada dominio. En la descripción de cada dominio se establecen proporciones y posibles restricciones para la implementación de la opción tecnológica.

Implementar las opciones tecnológicas en cada dominio

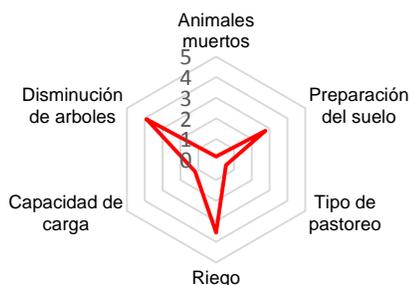
Dominio 1

Los productores del dominio 1 se caracterizan por tener una exposición agroclimática muy baja. De acuerdo con el análisis, la implementación de las opciones tecnológicas como medida de adaptación a una condición de déficit hídrico no es prioritaria; sin embargo, el análisis microeconómico muestra que la adopción tecnológica contribuye a mejorar la producción, teniendo como resultado un aumento en las utilidades del productor. En la Figura 14, se muestran dos diagramas de radar con los indicadores de sensibilidad y capacidad de adaptación para el dominio 1.

El dominio 1 presenta un grado medio de sensibilidad. La percepción sobre la disminución de árboles es alta, no realizan ningún tipo de práctica de preparación del suelo para las pasturas y tampoco tienen sistemas de riego. Tienen un sistema de pastoreo rotacional y una carga animal baja, lo cual muestra una disminución en la incidencia de sobrepastoreo.

La capacidad adaptativa es baja. La diversidad de cultivos es nula, lo que muestra la total dependencia económica del sistema. El acceso a fuentes de agua para riego es limitado, además de no tener ninguna pastura que pueda ser utilizada como pasto de corte en épocas secas, cuando disminuye la oferta de forraje.

Sensibilidad



— Dominio 1

Capacidad de adaptación



— Dominio 1

Figura 14. Indicadores de sensibilidad y capacidad de adaptación para el dominio 1.

Fuente: Corpoica-CIAT (2015)

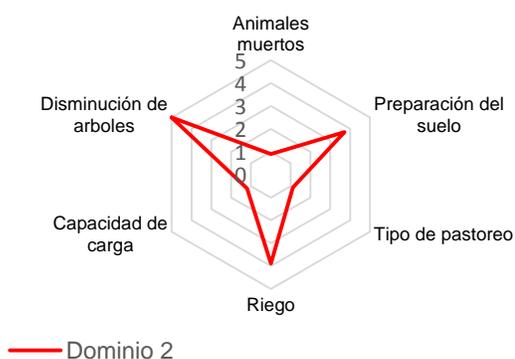
Pese a que los productores del dominio 1 no tienen una exposición agroclimática significativa, la implementación de cultivos que pueden ser utilizados como forrajes o ser conservados en forma de ensilaje, en este caso yuca (*Manihot esculenta*) y sorgo (*Sorghum sp*), permiten aumentar la capacidad de carga y maximizar la producción del hato.

Dominio 2

Los productores del dominio 2 tienen una exposición agroclimática media. En un escenario seco, están localizados en áreas con suelos óptimos y/o con leves restricciones y alta exposición a déficit hídrico. En la Figura 15 se muestran dos diagramas de radar con los indicadores de sensibilidad y capacidad de adaptación para estos productores.

El grado de sensibilidad es medio. Estos productores no realizan preparación de suelos y no tienen sistemas de riego; no obstante, presentan bajo grado de mortalidad en los animales, una carga animal baja que muestra disminución en la incidencia de sobrepastoreo y un tipo de pastoreo rotacional. La capacidad de adaptación es baja. No tienen ningún tipo de pasto de corte. Tienen poco acceso a fuentes hídricas y no existe diversidad de cultivos, lo que aumenta la dependencia económica de este sistema productivo. Respecto a los productores del dominio 1, en el dominio 2 estos presentan un mayor nivel en el uso de créditos, contando así con recursos financieros para el desarrollo de actividades agropecuarias.

Sensibilidad



Capacidad de adaptación



Figura 15. Indicadores de sensibilidad y capacidad de adaptación para el dominio 2.
Fuente: Corpoica-CIAT (2015)

De acuerdo con el análisis microeconómico la implementación de yuca (*Manihot esculenta*) y sorgo (*Sorghum sp*) como forraje suple las deficiencias de alimento en época seca (enero a marzo). Teniendo en cuenta la solución del modelo, durante el mes de septiembre se deben implementar 0,3 hectáreas en sorgo y 0,38 hectáreas de yuca. El área en yuca es cosechada en dos cortes: el primero, cinco meses después de sembrada, donde se cosecha el 60 % del área sembrada, y el segundo, 16 meses después, cuando se cosecha el área restante (0,15 ha).

El sorgo se debe sembrar en tres ocasiones durante los dos años. Las 0,3 hectáreas sembradas en septiembre son cosechadas en enero. En abril y septiembre del siguiente año son sembradas 0,05 y 0,35 hectáreas, que son cosechadas en julio y diciembre, respectivamente.

El modelo sugiere que se acceda a un crédito bancario el primer año para cubrir el 50 % de los costos de establecimiento de yuca y sorgo.

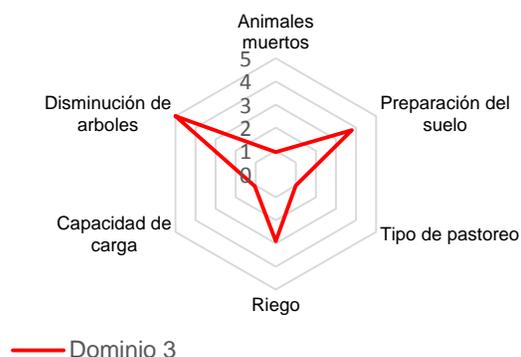
Dominio 3

Los productores del dominio 3 tienen una exposición agroclimática media. En un escenario seco, están localizados en áreas con suelos óptimos y/o con leves restricciones y alta exposición a déficit hídrico. En la Figura 16, se muestran dos diagramas de radar con los indicadores de sensibilidad y capacidad de adaptación para este dominio.

El grado de sensibilidad es medio. Tienen un bajo grado de mortalidad, no realizan ningún tipo de preparación de suelos, la percepción sobre la pérdida de árboles es alta y en proporción importante no cuentan con sistemas de riego.

La capacidad de adaptación es baja. El uso de crédito es muy bajo, no tienen pasturas para ser utilizadas como pasto de corte. La diversidad de cultivos es nula, pero poseen un mayor acceso a fuentes de agua respecto a los productores de los dominios 1 y 2.

Sensibilidad



Capacidad de adaptación

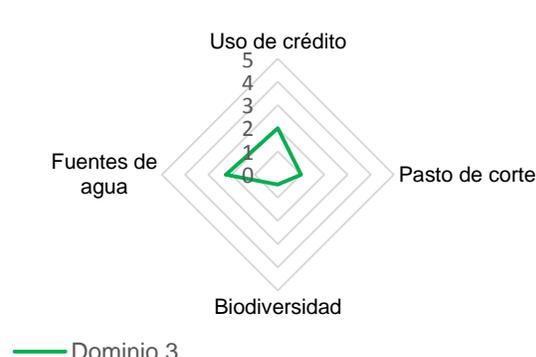


Figura 16. Indicadores de sensibilidad y capacidad de adaptación para el dominio 3.
Fuente: Corpoica-CIAT (2015)

La modelación microeconómica indica que la tecnología propuesta es económicamente viable. El modelo muestra que durante el mes de septiembre se deben sembrar 0,31 hectáreas de sorgo (*Sorghum sp*) y 0,41 hectáreas en yuca (*Manihot esculenta*). El área sembrada en yuca es cosechada en dos cortes: el primero, cinco meses después de siembra, donde se cosecha el 61 % del área sembrada. Las 0,16 hectáreas restantes son cosechadas 16 meses después.

El sorgo (*Sorghum sp*) se debe sembrar en tres ocasiones durante los dos años. Las 0,31 hectáreas sembradas en septiembre son cosechadas en enero. En abril y septiembre del siguiente año son sembradas 0,06 y 0,38 hectáreas, que son cosechadas en julio y diciembre respectivamente.

Con esta distribución se suple la demanda de alimento en la época seca, que comprende desde enero hasta abril; en estos meses se tiene que la disponibilidad de forraje medido en materia seca es de 5.468 kg MS.ha⁻¹

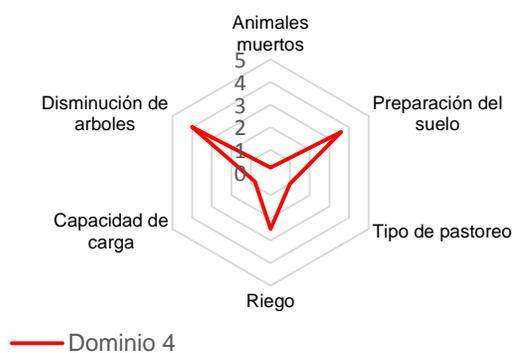
El modelo sugiere que se acceda a un crédito bancario el primer año para cubrir el 52 % de los costos de establecimiento de yuca y sorgo.

Dominio 4

Los productores del dominio 4 tienen una exposición agroclimática media. En un escenario seco, están localizados en áreas con suelos óptimos y/o con leves restricciones y alta exposición a déficit hídrico. En la Figura 17, se muestran dos diagramas de radar con los indicadores de sensibilidad y capacidad de adaptación para el dominio 4.

El grado de sensibilidad es medio. No presentan ningún grado de mortalidad de sus animales, no realizan ningún tipo de preparación de suelos, la percepción sobre la pérdida de árboles es media y en alta proporción no cuentan con sistemas de riego. El tipo de pastoreo es completamente rotacional. La capacidad de adaptación es muy baja, el uso de crédito bancario es poco, no tienen pasturas para ser utilizadas como pasto de corte, todos dependen totalmente de la actividad ganadera y el acceso al recurso hídrico también es limitado.

Sensibilidad



Capacidad de adaptación



Figura 17. Indicadores de sensibilidad y capacidad de adaptación para el dominio 4.

Fuente: Corpoica-CIAT (2015)



La modelación microeconómica sugiere la viabilidad económica de la implementación de la opción tecnológica. El modelo muestra que durante el mes de septiembre se deben sembrar 0,23 hectáreas de sorgo (*Sorghum* sp) y 0,30 hectáreas de yuca (*Manihot esculenta*). El área sembrada de yuca es cosechada en dos cortes: el primero, en mayo, nueve meses después de siembra, cuando se cosecha el 70 % del área sembrada. Las 0,09 hectáreas restantes son cosechadas en septiembre, cuatro meses después.

El sorgo se debe sembrar en tres ocasiones durante los dos años. Las 0,23 hectáreas sembradas en septiembre son cosechadas en enero. En abril y septiembre del siguiente año son sembradas 0,23 y 0,07 hectáreas, que son cosechadas en julio y diciembre, respectivamente.

Con esta distribución se suple la demanda de alimento en la época seca, que comprende desde enero hasta abril. En estos meses se tiene que la disponibilidad de forraje medido en materia seca es de 4.062 kilogramos.

Acorde a la solución del modelo se recomienda tener acceso a créditos para capital de trabajo durante el primer año para cubrir el 37 % de los costos de establecimiento de los cultivos de yuca y sorgo.

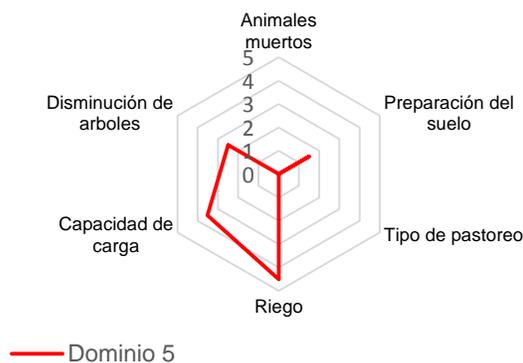
Dominio 5

Los productores del dominio 5 tienen una alta exposición agroclimática. En un escenario seco están localizados en áreas con suelos no aptos y alta exposición a déficit hídrico. En la Figura 18, se muestran dos diagramas de radar con los indicadores de sensibilidad y capacidad de adaptación para este dominio.

La sensibilidad es media, ninguno de los productores de este dominio tiene sistema de riego, el tipo de pastoreo es totalmente continuo, tiene una carga animal alta lo cual aumenta la incidencia de sobrepastoreo y una percepción media sobre la disminución de árboles. Los productores de este dominio no presentan ningún grado de mortalidad de los animales. La capacidad de adaptación es baja, no tienen cultivos asociados, dependen en su totalidad de la producción ganadera, tienen un uso moderado de créditos, tienen algunas especies de pasturas que pueden ser utilizadas como pasto de corte y tienen acceso limitado a fuentes de agua.



Sensibilidad



Capacidad de Adaptación

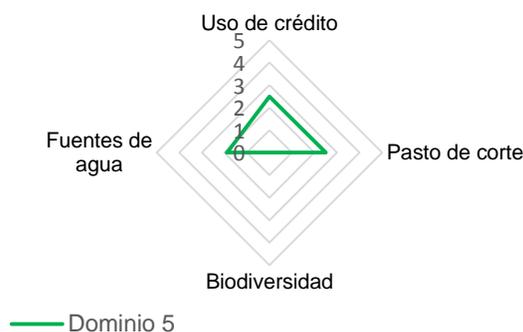


Figura 18. Indicadores de sensibilidad y capacidad de adaptación para el dominio 5.

Fuente: Corpoica-CIAT (2015)

Los productores de este dominio comparten las mismas características socioeconómicas que los productores del dominio 3. Sin embargo, en este caso el nivel de exposición es mayor y la opción tecnológica propuesta es una medida de adaptación con alta prioridad en su implementación.

El modelo muestra que durante el mes de septiembre se deben sembrar 0,3 hectáreas de sorgo (*Sorghum sp*) y 0,4 hectáreas en yuca (*Manihot esculenta*). El área sembrada en yuca es cosechada en dos cortes, el primero en febrero, abarcando hasta el 60 % del área sembrada. El área restante debe ser cosechada aproximadamente 16 meses después de efectuada la siembra.

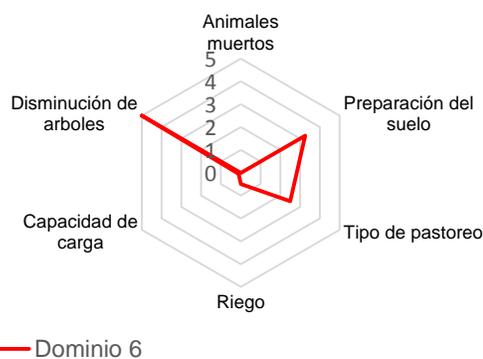
El sorgo (*Sorghum sp*) se debe sembrar en tres ocasiones durante los dos años. Las 0,3 hectáreas sembradas en septiembre son cosechadas en enero. En abril y septiembre del siguiente año son sembradas 0,1 y 0,4 hectáreas respectivamente. Las primeras cosechadas en agosto y las segundas en enero del siguiente año.

Con esta distribución se suple la demanda de alimento en la época seca que comprende de enero hasta abril; en estos meses se tiene que la disponibilidad de forraje medido en materia seca es de aproximadamente 5.468 kg MS.ha⁻¹.

Dominio 6

Los productores del dominio 6 tienen una exposición agroclimática media y pertenecen al grupo 1 de la tipificación. En un escenario seco, están localizados en áreas con suelos óptimos y/o con leves restricciones y alta exposición a déficit hídrico. En la Figura 19, se muestra un diagrama de radar con los indicadores de sensibilidad y capacidad de adaptación para el dominio 6.

Sensibilidad



Capacidad de adaptación

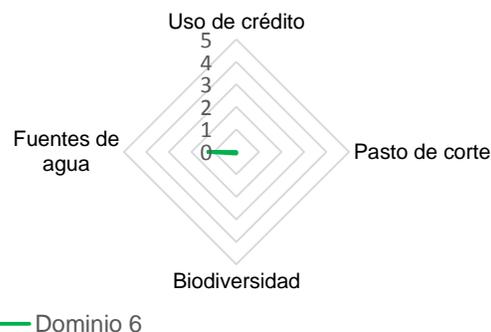


Figura 19. Indicadores de sensibilidad y capacidad de adaptación para el dominio 6.

Fuente: Corpoica-CIAT (2015)

Este dominio reúne los productores con menor sensibilidad y también con una menor capacidad adaptativa. Los productores del dominio 6 tienen algún tipo de sistema de riego, no presentan mortalidad de los animales, el pastoreo es principalmente continuo, la capacidad de carga es adecuada y tienen una percepción de pérdida de árboles muy alta. La capacidad adaptativa es muy baja, no hacen uso de créditos bancarios, no tienen pasto de corte, no tienen diversidad de cultivos y el acceso a fuentes de agua es muy bajo.

La modelación microeconómica sugiere la viabilidad económica de la implementación de la opción tecnológica para estos productores. La solución del modelo muestra que durante el septiembre se deben sembrar 1,3 hectáreas de sorgo (*Sorghum sp*) y 5 y 1,7 hectáreas de yuca (*Manihot esculenta*). El área sembrada de yuca es cosechada en tres cortes: el primero cinco meses después de siembra, cuando se cosecha el 17 % del área sembrada; el segundo, cuatro meses después, cuando se cosechan 1,1 hectáreas, que corresponden a 67 % del



área sembrada inicialmente; las 0,3 hectáreas restantes son cosechadas al final de la modelación, en el mes 22.

El sorgo se debe sembrar en tres ocasiones durante los dos años. Las 1,3 hectáreas sembradas en septiembre son cosechadas en enero. En abril y septiembre del siguiente año son sembradas 1 y 0,8 hectáreas, que son cosechadas en agosto y enero, respectivamente.

Con esta distribución se suple la demanda de alimento en la época seca, que comprende desde enero hasta abril. En estos meses se tiene que la disponibilidad de forraje medido en materia seca es de 22.812 kg MS ha⁻¹.

Las recomendaciones que se hacen para cada uno de los dominios se basan en los resultados del análisis de vulnerabilidad y modelación microeconómica. Las salidas del modelo sugieren el área que debe ser implementada con la incorporación de la opción tecnológica y el comportamiento del capital sujeto a las restricciones propias de cada dominio. Estas recomendaciones se deben tomar como una guía de apoyo para los asistentes técnicos en los programas de transferencia, realizando los ajustes pertinentes en cada caso.



REFERENCIAS

- Alcalá, C. (2011). *Factores de la productividad vegetal*. Calcalabra [blog personal de César Alcalá Brazón]. Recuperado de <http://www.calcalabra.com/320.html>.
- Arreaza, L., Amado, G., Londoño, C., Ballesteros, D., y Herrera, J. (2012). *Recomendaciones para la fabricación de ensilajes con cereales en climas fríos*. Bogotá: Corpoica, Produmedios.
- Bernal, J., Chaverra, H., Acevedo, G., Ángel, M., y Arciniegas, A. (2012). *Ensilaje, heno y henolaje. Tipos, métodos y nuevas tecnologías*. Bogotá: Ángel Agro-Ganadería Intensiva, Ideagro.
- Bernal, E. (1994). *Pastos y forrajes tropicales, producción y manejo*. Bogotá: Banco Ganadero.
- Corpoica. (2015a). *Producto 1: Caracterización de la variabilidad climática y zonificación de la susceptibilidad territorial a los eventos climáticos extremos. Departamento de Atlántico. Proyecto reducción del riesgo y adaptación al cambio climático*. Mosquera: Centro de Investigación Tibaitatá.
- Corpoica. (2015b). *Producto 2: Mapas de aptitud agroclimática e identificación de nichos productivos por eventos de variabilidad climática para para tomate (Repelón y Campo de la Cruz), ají topito (Suán y Santa Lucía) y pastos para ganadería doble propósito (Candelaria y Manatí). Proyecto Reducción del Riesgo y Adaptación Al Cambio Climático*. Mosquera: Centro de Investigación Tibaitatá.
- Corpoica. (2015c). *Informe final de la parcela de integración del sistema productivo de ganadería de doble propósito, municipio de Candelaria. Departamento de Atlántico. Proyecto reducción del riesgo y adaptación al cambio climático*. Mosquera: Centro de Investigación Tibaitatá.
- Corpoica. (2005). Capítulo 1: Análisis de suelos y recomendaciones de fertilización para la producción ganadera. En *Manual técnico: Producción y utilización de recursos forrajeros en sistemas de producción bovina de las regiones de caribe y valles interandinos* (págs. 1-10). Mosquera: Produmedios.



- Corpoica-CIAT. (2015). *Informe: Dominios de recomendación para los sistemas productivos de Atlántico y Bolívar en el marco de la carta de entendimiento 002-2013, 1806-1 entre CORPOICA y CIAT derivado del convenio entre Fondo Adaptación y CORPOICA No 002-2013*. Mosquera: Centro de Investigación Tibaitatá.
- Gavilanes, C. (2011). Ensilaje una alternativa para la ganadería en Colombia. Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas (FENALCE). *Revista El Cerealista*.
- Pérez, C. C., & Adonis, P. R. (Editores) (2012). *Guía para el uso de la información agroclimática en el manejo de cultivos y frutales*. Recuperado de <http://agroclimatico.minagri.gob.cl/wp-content/uploads/sites/26/2013/11/04-Guia-uso-inf-agroclimatica-vp.pdf>
- Lores, A., Leyva, A., y Varela, M. (2008). Los dominios de recomendaciones: establecimiento e importancia para el análisis científico de los agroecosistemas. *Cultivos Tropicales*, 29(3), 5-10.
- IPCC. (2012). *Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Mejía, S., Cuadrado, H., y Rivero, T. (2013). *Manejo agronómico de algunos cultivos forrajeros y técnicas para su conservación en la región caribe colombiana*. Bogotá: Corpoica.
- Mila, A. (2013). *Establecimiento de parcelas demostrativas de especies forrajeras en el trópico bajo colombiano*. Bogotá: SENA-FEDEGAN.
- Organización Meteorológica Mundial (OMM). (2011). *Guía de prácticas climatológicas*. Ginebra, Suiza: OMM.
- Pezo, D., & Ibrahim, M. (1998). *Sistemas silvopastoriles. Módulo de enseñanza agroforestal No. 2*. CATIE. Turrialba, Costa Rica: CATIE.



Palmer, W. (1965). Meteorological drought. Department of Commerce. *Res. Paper*, (45), 58.

Reza, G., Mejía, K., Cuadrado, C., Torregroza, S., Jiménez, M., Espinosa, C., Suárez, P., Pastrana, V., Novoa, Y., & Palencia, C. (2011). Experiencia en la implementación de modelos intensivos de producción de carne en pasturas fertilizadas en el valle del Sinú. *CORPOICA C.I Turipaná*.

Riveros, T., Salcedo, E., y Gómez, W. (2013). *Elaboración de bloques multinutricionales (BMN) para la alimentación de rumiantes de la región caribe*. Bogotá: Corpoica.

Sánchez, L., Murcia, G., Londoño, C., Benavides, J. C., Castillo, J., Torres, D., y Pedraza, R. (2012). *Fomento de tecnologías de recuperación de suelos y renovación de praderas para contribuir al mejoramiento de la productividad y competitividad de los sistemas de producción de leche del altiplano Cundiboyacense*. Informe final proyecto. Bogotá: Corpoica-MADR.

Uribe, F., Zuluaga, A., Murgueitio, E., Valencia, L., Zapata, A., Solarte, L., et al. (2011). *Establecimiento y manejo de sistemas silvopastoriles. Manual 1. Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible*. Bogotá: GEF, Banco Mundial, FEDEGAN, CIPAV, Fondo Acción, TNC.



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>