

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

Municipio de Hatillo de Loba
Departamento de Bolívar



Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria

Fondo de 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 | |
|------------------------------------|---|
| Sony de la Consolación Reza García | Investigador Ph.D. |
| Emiro Andrés Suárez Paternina | Profesional de apoyo a la investigación |
| Manuel Ramón Espinoza Carvajal | Investigador Master |
| Michael López Cepeda | Profesional de apoyo a la investigación |
| Martha Marina Bolaños Benavides | Investigador Ph.D. |
| Antonio María Martínez Reina | Investigador Ph.D. |
| Gonzalo Rodríguez Borray | Investigador máster |
| Iván Camilo Rondón | Profesional de apoyo a la investigación |
| Jorge Leonardo Abril Castro | 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. Turipaná, que participaron en las diferentes actividades del Plan de Manejo Agroclimático Integrado de los sistemas productivos priorizados.

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

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



TABLA DE CONTENIDO

| | |
|---|------|
| AGRADECIMIENTOS | III |
| TABLA DE CONTENIDO..... | IV |
| ÍNDICE DE FIGURAS | VI |
| ÍNDICE DE TABLAS | VIII |
| ÍNDICE DE ANEXOS..... | IX |
| INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| OBJETIVOS | 2 |
| Riesgo agroclimático para el sistema productivo..... | 3 |
| Sección 1: Factores que definen el riesgo agroclimático en el departamento y municipio | 4 |
| Amenazas derivadas de la variabilidad climática en el municipio de Hatillo de Loba..... | 4 |
| Precipitación | 6 |
| 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 deben revisar: | 7 |
| Zonas del municipio de Hatillo de Loba donde la pastua del sistema de producción de ganadería bovina de doble propósito tendría un mayor o menor riesgo de pérdida productiva | 14 |
| Riesgo agroclimático en la finca – Gestión de la información agroclimática - agrometeorológica | 16 |
| a) Establecimiento de praderas | 20 |
| c) Establecimiento y conservación de cultivos forrajeros | 22 |
| d) Elaboración de bloques multinutricionales (BMN)..... | 27 |
| Ventajas comparativas de estas tecnologías integradas al manejo convencional que hacen los productores bovinos en Hatillo de Loba | 28 |



| | |
|--|----|
| Prácticas complementarias que se pueden implementar en el sistema productivo de ganadería bovina de doble propósito en Hatillo de Loba, para disminuir la vulnerabilidad del sistema a condiciones restrictivas de déficit hídrico en el suelo | 30 |
| Sección 3: Criterios para implementar las opciones tecnológicas entre los productores de ganadería doble propósito en el municipio de Hatillo de Loba..... | 41 |
| REFERENCIAS..... | 50 |
| ANEXOS..... | 53 |



ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Diagrama conceptual del riesgo agroclimático para el sistema productivo de ganadería doble propósito en el municipio de Hatillo de Loba (Bolívar), bajo condiciones de déficit hídrico en el suelo..... | 3 |
| Figura 2. Mapas de zonificación según características biofísicas del municipio de Hatillo de Loba (Bolívar)..... | 5 |
| Figura 3. Precipitación en años extremos respecto al promedio en el municipio de Hatillo de Loba, en el período 1980-2011. | 6 |
| Figura 4. Aptitud de uso de suelos para pasto estrella (<i>Cynodon plectostachyus</i>) en el municipio de Hatillo de Loba. | 10 |
| Figura 5. Escenarios agroclimáticos mensuales para el pasto estrella (<i>Cynodon plectostachyus</i>) en el municipio de Hatillo de Loba bajo condiciones de humedad restrictivas por déficit hídrico, en la ventana de análisis abril - octubre. | 13 |
| Figura 6. Mapa de aptitud agroclimática del municipio de Hatillo de Loba (Bolívar), para el pasto estrella (<i>Cynodon plectostachyus</i>) bajo condiciones restrictivas de humedad en el suelo por déficit hídrico..... | 15 |
| Figura 7. Balance hídrico atmosférico del sistema productivo de ganadería doble propósito en el municipio de Hatillo de Loba (Bolívar) entre los años 2014 y 2015. | 18 |
| Figura 8. Balance hídrico agrícola en la parcela de integración del sistema productivo de ganadería..... | 19 |
| Figura 9. A. Siembra manual con voleadora. B. Tapado de la semilla..... | 20 |
| Figura 10. A. Establecimiento sistema rotacional. B. Plano general de la rotación. | 22 |
| Figura 11. Siembra manual de sorgo (<i>Sorghum sp</i>)..... | 23 |



| | |
|--|----|
| Figura 12. Corte de semilla y siembra de yuca. | 24 |
| Figura 13. Desinfección y siembra de caña azúcar..... | 24 |
| Figura 14. Relación entre la disponibilidad de MS y la capacidad de carga animal..... | 29 |
| Figura 15. Prueba de germinación para semillas..... | 33 |
| Figura 16. Protección química de la semilla, contra insectos..... | 34 |
| Figura 17. Preparación del terreno..... | 34 |
| Figura 18. Fertilización química del suelo. | 36 |
| Figura 19. Control químico y mecánico de arvenses. | 38 |
| Figura 20. Indicadores de sensibilidad (rojo) y capacidad de adaptación (verde) para el dominio de recomendación 2. | 44 |
| Figura 21. Indicadores de sensibilidad (rojo) y capacidad de adaptación (verde) para el dominio de recomendación 3. | 46 |
| Figura 22. Indicadores de sensibilidad (rojo) y capacidad de adaptación (verde) para el dominio de recomendación 4. | 48 |



ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Duración, valor del ONI y anomalías de precipitación en el municipio de Hatillo de Loba durante los eventos El Niño en el período 1980-2011. | 8 |
| Tabla 2. Duración, valor del ONI y anomalías de precipitación en el municipio de Hatillo de Loba durante los eventos La Niña en el período 1980-2011. | 8 |
| Tabla 3. Calendario fenológico para el cultivo de pasto Estrella (<i>Cynodon plectostachyus</i>) en el municipio de Hatillo de Loba. | 14 |
| Tabla 4. Fórmula para la elaboración de un BMN de 5 kg | 27 |
| Tabla 5. Relación de aspectos productivos entre esquemas de manejo para ganadería bovina doble propósito en la parcela de integración. Hatillo de Loba (Bolívar). | 30 |
| Tabla 6. Caracterización de los dominios de recomendación para el sistema productivo de ganadería en el municipio de Hatillo de Loba (Bolívar). | 43 |



ÍNDICE DE ANEXOS

| | |
|--|----|
| Anexo 1. Recomendaciones para la distribución temporal y espacial de las opciones tecnológicas alimenticias (dominio 2). Sistema productivo de ganadería doble propósito. Municipio de Hatillo de Loba (Bolívar). | 53 |
| Anexo 2. Recomendaciones para la distribución temporal y espacial de las opciones tecnológicas alimenticias (dominio 3). Sistema productivo de ganadería doble propósito. Municipio de Hatillo de Loba (Bolívar). | 54 |
| Anexo 3. Recomendaciones para la distribución temporal y espacial de las opciones tecnológicas alimenticias (dominio 4). Sistema productivo ganadería doble propósito. Municipio Hatillo de Loba (Bolívar). | 55 |



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 de Bolívar fue priorizado, por el Fondo Adaptación, el sistema productivo de ganadería doble propósito en el municipio de Hatillo de Loba.

Este documento expone un conjunto de elementos que permiten orientar la planificación de acciones para reducir la vulnerabilidad del sistema productivo de ganadería doble propósito a condiciones restrictivas de humedad en el suelo, en el municipio de Hatillo de Loba (departamento de Bolívar).



OBJETIVOS

Objetivo general

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

Objetivos específicos

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

Riesgo agroclimático para el sistema productivo

El riesgo agroclimático (IPCC, 2012) está expresado en función de la amenaza (eventos climáticos extremos) y la vulnerabilidad del sistema productivo definida por la exposición, 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 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.

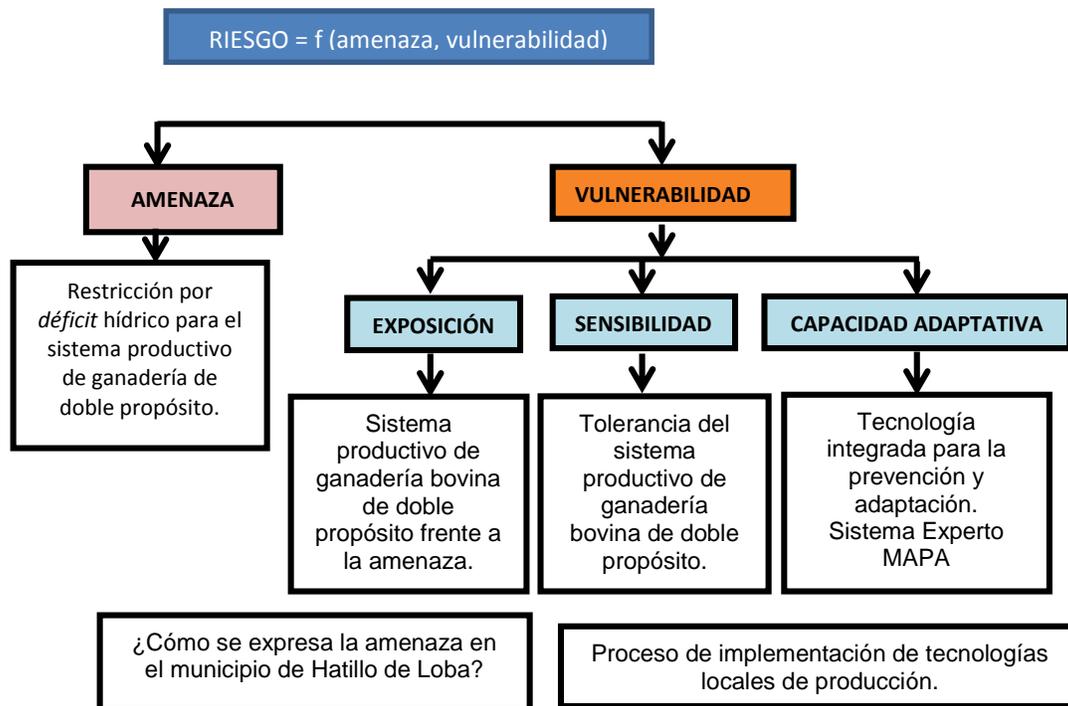


Figura 1. Diagrama conceptual del riesgo agroclimático para el sistema productivo de ganadería doble propósito en el municipio de Hatillo de Loba (Bolívar), bajo condiciones de déficit hídrico en el suelo.



Sección 1: Factores que definen el riesgo agroclimático en el departamento y 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 Hatillo de Loba

Lo primero que se debe hacer es identificar aquellos aspectos biofísicos que hacen a algunas zonas o sectores del municipio más susceptibles a amenazas climáticas. La altitud y el paisaje, entre otras variables, determinan la susceptibilidad del territorio a eventos de inundación, sequía extrema y 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 del municipio de Hatillo de Loba. Este es influenciado por dos subzonas hidrográficas correspondientes a directos al Magdalena - brazo Morales (2320) y directos Bajo Cauca - ciénaga La Raya (2626), las cuales están ubicadas respectivamente al norte y al suroriente del municipio. Hatillo de Loba presenta una altitud entre 0-500 m s. n. m. con predominio de planicies aluviales, las cuales son áreas de amortiguación de excesos de agua en temporada de lluvias y adicionalmente reciben las aguas que provienen por escorrentía de los lomeríos y montañas que las rodean.

Subcuencas hidrográficas

Altitud

Paisajes



LEYENDA

- 1205 Directos Caribe Golfo de Morrosquillo
- 1206 Arroyos Directos al Caribe
- 2317 Río Cimitarra y otros directos al Magdalena
- 2320 Directos al Magdalena (Brazo Morales)
- 2502 Bajo San Jorge - La Mojana
- 2626 Directos Bajo Cauca - Cga La Raya
- 2703 Bajo Nechí
- 2901 Directos al Bajo Magdalena (mi)
- 2903 Bajo Magdalena - Canal del Dique 2903
- 2907 Directos Bajo Magdalena

LEYENDA

- 0-500
- 500-1000
- 1000-1500
- 1500-2000
- 2000-2500

LEYENDA

- Montaña
- Lomerío
- Piedemonte
- Valle
- Planicie
- Cuerpo de Agua
- Urbano
- Otros (Sin suelo)

Figura 2. Mapas de zonificación según características biofísicas del municipio de Hatillo de Loba (Bolívar).

Fuente: Corpoica (2015a)

Lo segundo por revisar son los análisis disponibles de las series climáticas (1980-2011), con lo que es posible analizar 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, reconocer la intensidad y frecuencia de eventos como el ENSO y ubicar áreas con mayor o menor fluctuación de variables meteorológicas. De la información empleada para el análisis climático del municipio de Hatillo de Loba (Bolívar) se destacan:

Precipitación

En la Figura 3 se muestra la dinámica de precipitación para el municipio de Hatillo de Loba. La línea verde punteada representa la precipitación promedio, y las barras rojas y azules, la precipitación durante eventos de variabilidad asociadas a ENSO: El Niño (1997) y La Niña (2010) (Corpoica, 2015a). Anualmente en el municipio se registran 1.896 mm en promedio.

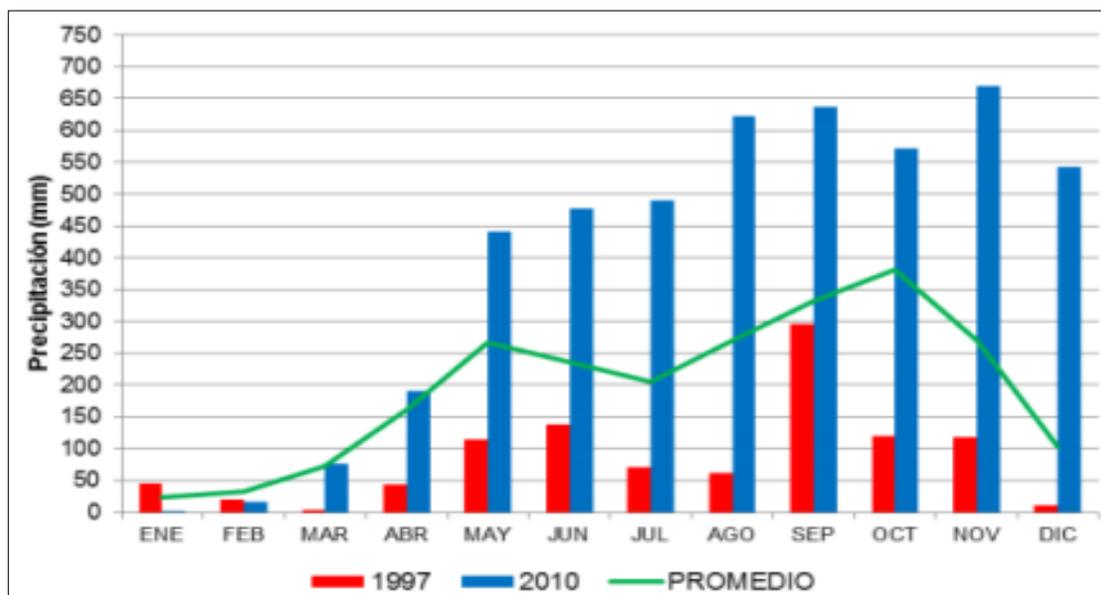


Figura 3. Precipitación en años extremos respecto al promedio en el municipio de Hatillo de Loba, en el período 1980-2011.

Fuente: Corpoica (2015a)



En Hatillo de Loba, los años con valores extremos de precipitación, tanto de exceso como de déficit, coincidieron con eventos El Niño y La Niña. En 1997 se presentó un evento El Niño que ocasionó un descenso de las lluvias en todos los meses (56 % menos, 1.041 mm), con excepción de septiembre, mes en el cual se registraron 298 mm. En el año 2010 las lluvias aumentaron un 101 % (4.738 mm) con respecto al promedio multianual, reflejado entre abril y diciembre.

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 deben revisar:

- El valor de la anomalía en porcentaje, que indica en qué porcentaje podría aumentar o disminuir la precipitación.
- El valor del Índice Oceánico El Niño (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. Son calculados 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 el comportamiento de los fenómenos ENSO durante los últimos 32 años. Durante el período 1980-2011, en el municipio de Hatillo de Loba (Bolívar) se registraron ocho eventos El Niño, con duraciones de entre 9 y 19 meses. Durante mayo de 1997 y mayo de 1998 se registró el valor ONI más alto (2,5), con una anomalía negativa de precipitación de -40 % con respecto al promedio multianual (Tabla1).

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

Tabla 1. Duración, valor del ONI y anomalías de precipitación en el municipio de Hatillo de Loba durante los eventos El Niño en el período 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 ONI | | 2.3 | 1.6 | 1.8 | 1.3 | 2.5 | 1.5 | 0.9 | 1.1 | 1.8 |
| Anomalía | | -22 % | -16 % | -25 % | -27 % | -40 % | -28 % | -7 % | 13 % | -26 % |

Fuente: Corpoica (2015a)

Durante el mismo período monitoreado, en el municipio de Hatillo de Loba se presentaron cinco 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 precipitación del 117 % sobre el promedio multianual, asociado a un valor ONI de -1.4 (Tabla 2).

Tabla 2. Duración, valor del ONI y anomalías de precipitación en el municipio de Hatillo de Loba durante los eventos La Niña en el período 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 (meses) | | 12 | 13 | 7 | 24 | 5 | 9 | 10 |
| Mínimo Valor ONI | | -1.1 | -1.9 | -0.7 | -1.6 | -0.7 | -1.4 | -1.4 |
| Anomalía | | -21 % | 22 % | 15 % | 14 % | -24 % | 28 % | 117 % |

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 de mayor susceptibilidad a exceso hídrico durante eventos El Niño, a déficit hídrico durante eventos El Niño y a inundación durante el periodo 2010-2011, así como de susceptibilidad biofísica a inundación, afectación de la capacidad fotosintética de cubiertas vegetales analizada mediante el Índice Diferencial de Vegetación Normalizado (NDVI) y 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 sobre la susceptibilidad del municipio a amenazas climáticas, consulte el SE - MAPA

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

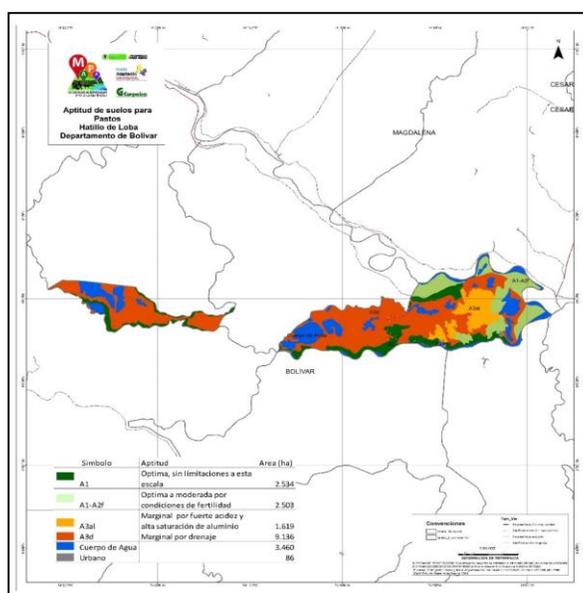
Un sistema productivo se encuentra expuesto a limitantes por las características de suelo y por la variabilidad climática. Esta exposición del sistema productivo varía en el tiempo y de acuerdo con su ubicación en el municipio.

El análisis de aptitud de suelos, ventanas de análisis y zonificación de aptitud agroclimática se realizó sobre las características del pasto Estrella (*Cynodon plectostachyus*), una de las pasturas base del sistema de ganadería bovina doble propósito en Hatillo de Loba o en el trópico bajo colombiano.

Para evaluar la exposición se deben identificar:

En el mapa de aptitud de suelos del municipio: Las limitaciones de los suelos en donde están establecidos o se establecerán los sistemas productivos. 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 Hatillo de Loba presenta 13 % de suelos aptos sin limitaciones y 13 % de suelos óptimos a moderados por condiciones de fertilidad, ubicados principalmente en las zonas cercanas a los cauces de los brazos del río Magdalena (Loba y Mompós). Algunos están un poco más distanciados, al oriente del municipio, pero se encuentran asociados a suelos con condiciones de acidez y alto nivel de aluminio. Un 55 % del municipio (10.755 ha) se clasifica como clase A3 o marginal apto para pastos, de los cuales 1.619 ha presentan valores de pH muy bajos y altísimo contenido de aluminio, y el resto (9.136 ha) presentan mal drenaje (A3d) (Figura 4).



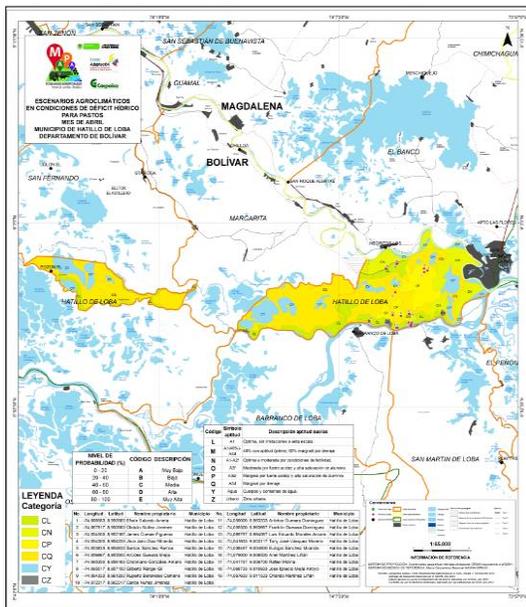
| Símbolo | Aptitud | Área (ha) | |
|---------|----------------------|--|---------------|
| | A1 | Óptima, sin limitaciones a esta escala | 2.534 |
| | A1-A2f | Óptima a moderada por condiciones de fertilidad | 2.503 |
| | A3al | Marginal por fuerte acidez y alta saturación de aluminio | 1.619 |
| | A3d | Marginal por drenaje | 9.136 |
| | Cuerpo de agua | | 3.460 |
| | Urbano | | 86 |
| | Total general | | 19.338 |

Figura 4. Aptitud de uso de suelos para pasto estrella (*Cynodon plectostachyus*) en el municipio de Hatillo de Loba.

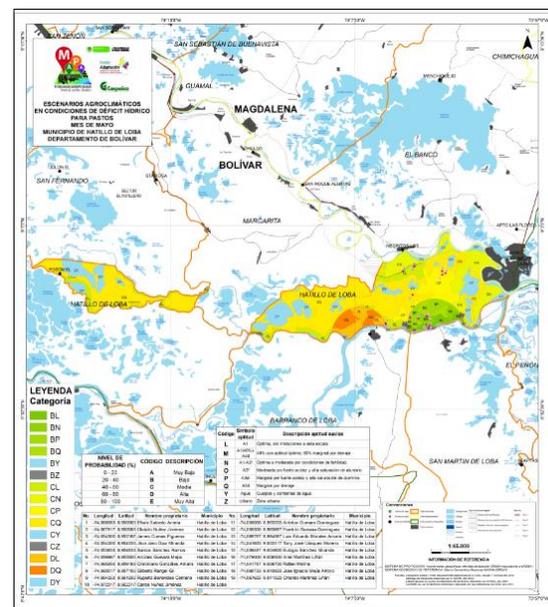
Fuente: Corpoica (2015b)

a. En los mapas de escenarios agroclimáticos del municipio: de acuerdo con el cálculo del índice de Palmer (Palmer, 1965), y como se muestra en la figura 5, en el municipio de Hatillo de Loba se presentaron probabilidades bajas (20-40 %, tonos verdes), medias (40-60 %, tonos amarillos) y altas (60-80 %, tonos naranjas) de ocurrencia de condiciones de humedad en el suelo restrictivas por déficit hídrico. En Hatillo de Loba, la más alta probabilidad se observa en el mes de octubre e influencia el área comprendida entre la ciénaga Agallal y los corregimientos de la Ribona y Juana Sánchez. Es importante mencionar que la escala de análisis espacial es 1:100.000.

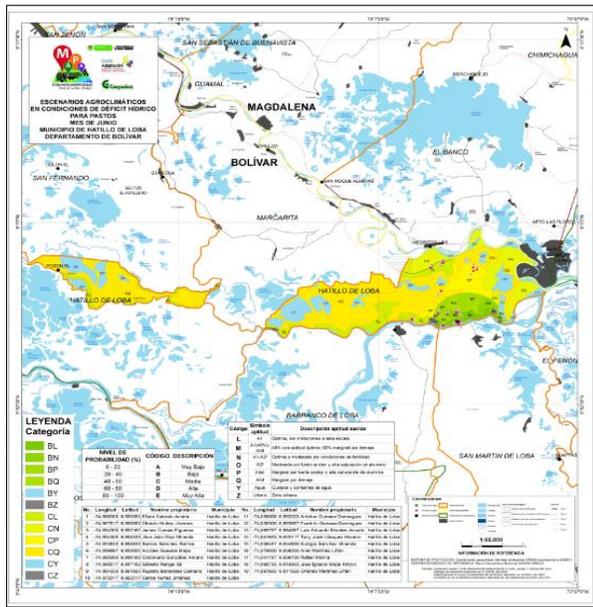
Abril



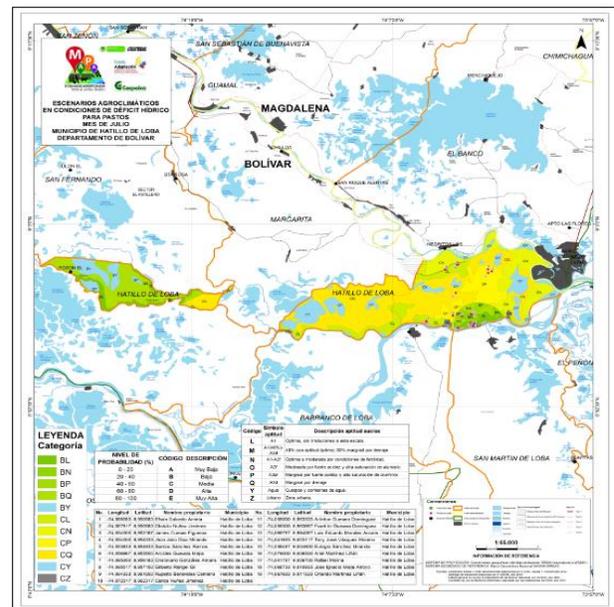
Mayo



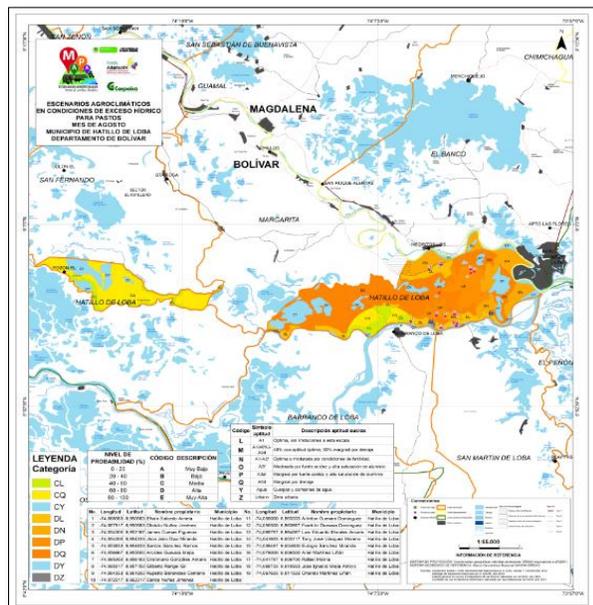
Junio



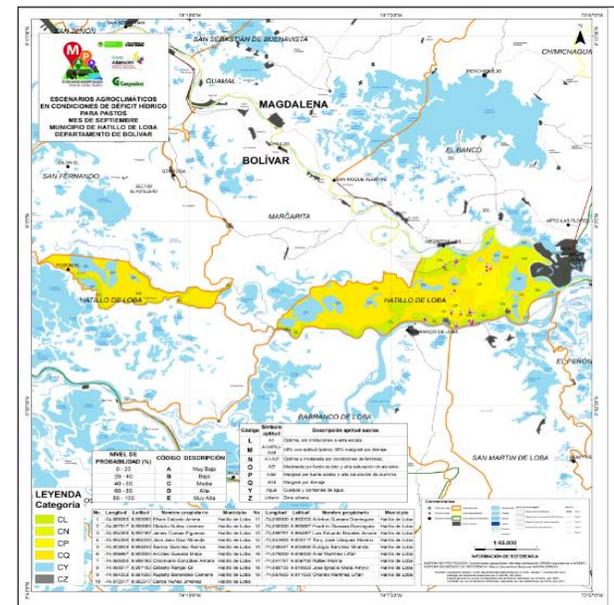
Julio



Agosto



Septiembre



Octubre

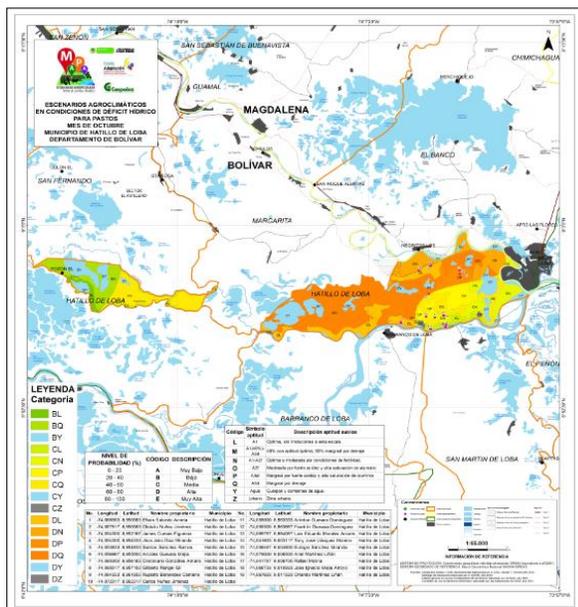


Figura 5. Escenarios agroclimáticos mensuales para el pasto estrella (*Cynodon plectostachyus*) en el municipio de Hatillo de Loba bajo condiciones de humedad restrictivas por déficit hídrico, en la ventana de análisis abril - octubre.
 Fuente: Corpoica (2015b)

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



Para tener en cuenta: los colores amarillo, naranja y rojo indican una mayor exposición a déficit hídrico. En el sistema productivo de ganadería doble propósito, en los meses de abril a septiembre se presentan probabilidades medias de deficiencias de humedad en el suelo; sin embargo, en el mes de octubre se puede generar estrés hídrico severo para el pasto Estrella (Tabla 3), el cual podría causar pérdidas importantes en los rendimientos y en la calidad nutricional del forraje, ya que la disminución de las lluvias y el aumento de las temperaturas pueden generar una serie de alteraciones en el metabolismo de las células. Dichas alteraciones incluyen la pérdida de turgencia, causada por el exceso de transpiración y que conduce al cierre de los estomas y a la detención de la fotosíntesis, el aumento de la pared celular (celulosa, hemicelulosa y lignina) y la muerte de raíces debido al agotamiento de los carbohidratos de reserva, los cuales son la principal fuente de energía para el crecimiento y desarrollo de las pasturas (Corpoica, 2015b).

Tabla 3. Calendario fenológico para el cultivo de pasto Estrella (*Cynodon plectostachyus*) en el municipio de Hatillo de Loba.

| Ciclo de pastoreo | Duración (días) | Época de menor acumulación de lluvias | | | | | | | | | | | | Época de mayor acumulación de lluvias | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|-----------------|---------------------------------------|---|---|---|------|---|---|---|------|---|---|---|---------------------------------------|---|---|---|------|---|---|---|------|---|---|---|------|---|---|---|--|--|--|--|
| | | Abr. | | | | May. | | | | Jun. | | | | Jul. | | | | Ago. | | | | Sep. | | | | Oct. | | | | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | | | | |
| Periodo de descanso | 45 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Periodo de ocupación | 45 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: Corpoica (2015b)

Zonas del municipio de Hatillo de Loba donde la pastura del sistema de producción de ganadería bovina de doble propósito tendría un mayor o menor riesgo de pérdida productiva

Al observar el mapa de aptitud agroclimática del municipio de Hatillo de Loba para el sistema productivo de ganadería doble propósito (Figura 6), vemos que este integra la exposición a déficit hídrico para el pasto estrella (*Cynodon plectostachyus*) y la aptitud de los suelos. Es importante mencionar que la escala de análisis espacial es 1:100.000.

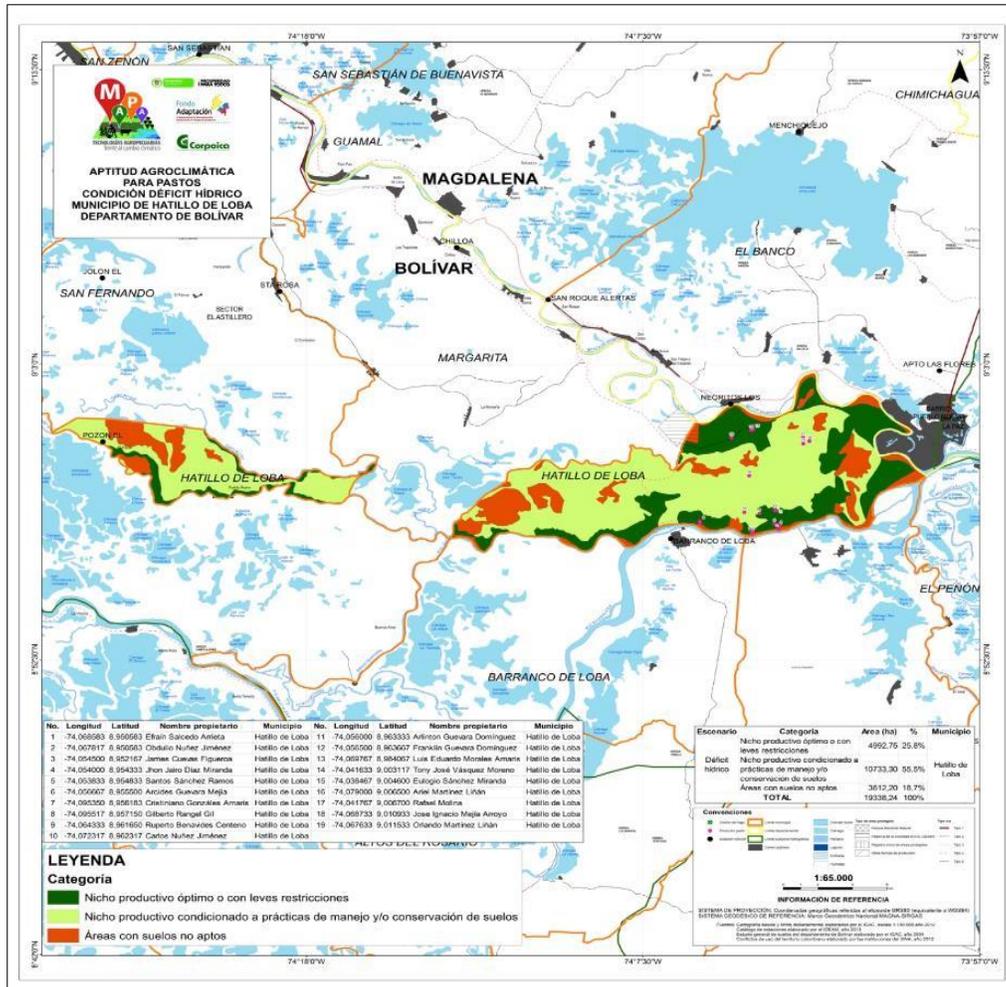


Figura 6. Mapa de aptitud agroclimática del municipio de Hatillo de Loba (Bolívar), para el pasto estrella (*Cynodon plectostachyus*) bajo condiciones restrictivas de humedad en el suelo por déficit hídrico.

Fuente: Corpoica (2015b)



En el municipio de Hatillo de Loba se presenta alta exposición a deficiencias de agua en el suelo. En esta condición se identificaron las siguientes categorías de aptitud agroclimática para pastos:

- **Nichos productivos óptimos o con leves restricciones:** representados en color verde oscuro en la Figura 6. Del área total del municipio de Hatillo de Loba (19.338 ha), el 25,8 % (4.992 ha) de los suelos presentan aptitud óptima y baja exposición a condiciones de humedad restrictivas para el pasto Estrella (*Cynodon plectostachyus*).

- **Nichos productivos condicionados a prácticas de manejo y/o conservación de suelos:** representados en color verde claro en la Figura 6. El 55,5 % (10.733 ha) del área total del municipio presenta suelos con moderadas limitaciones por fuerte acidez y alta saturación de aluminio.

- **Área con suelos no aptos:** representada con color naranja en la Figura 6. Las principales limitantes de los suelos para el pasto Estrella (*Cynodon plectostachyus*) en el municipio de Hatillo de Loba se relacionan con pH muy bajos, alto contenido de aluminio y mal drenaje. Constituye el 18,7 % (3.612 ha) del área total del municipio.

Para mayor información sobre aptitud agroclimática para el pasto estrella en el municipio de Hatillo de Loba (Bolívar), consulte el SE - MAPA

Riesgo agroclimático en la finca – Gestión de la información agroclimática - agrometeorológica

Información agroclimática

La información climática puede emplearse para tomar decisiones en la planificación agropecuaria, identificar riesgos asociados y relacionar diferentes sistemas productivos con la climatología de cualquier área, para mejorar la planificación del uso y manejo del recurso suelo.



Información agrometeorológica

Por otro lado, la 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.
- Fenología y rendimiento de los sistemas productivos: seguimiento del desarrollo y crecimiento del sistema productivo.
- Prácticas agrícolas empleadas: labores culturales, control de plagas, de enfermedades y de malezas.
- Desastres climáticos y sus impactos en la agricultura: eventos extremos que afectan al sistema productivo, tales como excesos y déficits de agua, heladas y deslizamientos.
- Distribución temporal: periodos de crecimiento y épocas de siembra y de cosecha.
- Observaciones, técnicas y procedimientos utilizados en el desarrollo del sistema productivo.

El registro de datos meteorológicos en finca busca conformar una base de datos agrometeorológicos (temperatura máxima, mínima, media, precipitación, humedad relativa y radiación) a escala diaria. Estas variables pueden ser analizadas durante el ciclo del sistema productivo y principalmente en etapas fenológicas críticas, y relacionarse 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* podrá encontrar algunas indicaciones e ideas para llevar a cabo análisis en su sistema productivo. Consúltela en <http://bit.ly/29P68Zg>

Sección 2: Prácticas que se pueden implementar para reducir la vulnerabilidad del sistema productivo de ganadería bovina de doble propósito (GDP) en condiciones de déficit hídrico del suelo en el municipio de Hatillo de Loba (Departamento de Bolívar)

En esta sección se presentan recomendaciones sobre opciones tecnológicas integradas y validadas con potencial para reducir los efectos que tiene el déficit hídrico en el suelo sobre los componentes del sistema productivo de GDP en el municipio de Hatillo de Loba (Bolívar). Estas opciones tecnológicas fueron validadas entre los meses de diciembre de 2014 y julio de 2015, época en la cual se presentaron condiciones de déficit hídrico en el suelo.

En el balance hídrico atmosférico (Figura 7) se puede observar durante los meses de diciembre, enero, febrero y marzo de 2015 que la evapotranspiración potencial (ET_0) excede la precipitación y genera déficit hídrico en el suelo. Este hecho causa que los rendimientos y la calidad nutricional de las pasturas (principal fuente de alimentación de los bovinos) se reduzca drásticamente y afecte la productividad del sistema de GDP.

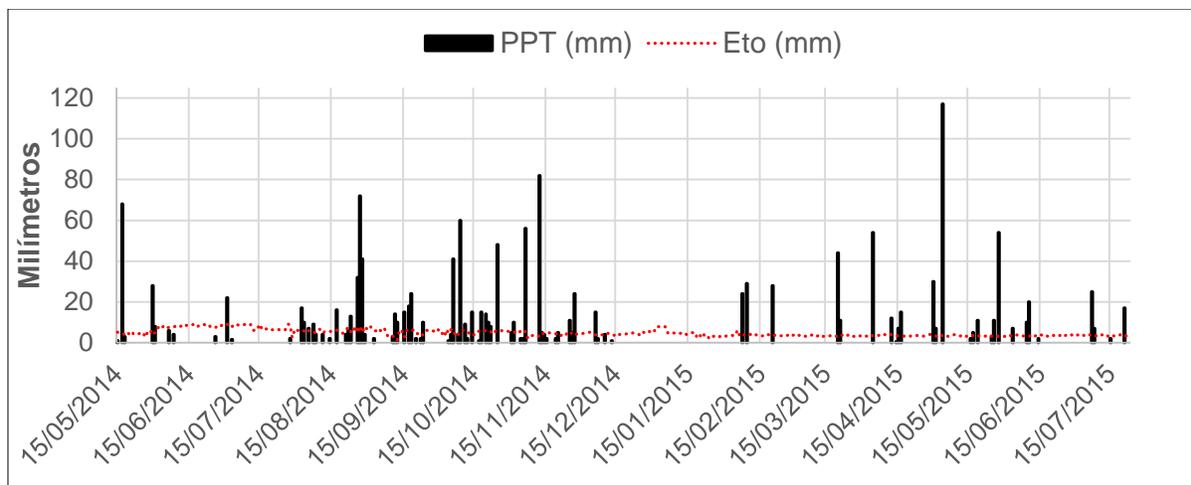


Figura 7. Balance hídrico atmosférico del sistema productivo de ganadería doble propósito en el municipio de Hatillo de Loba (Bolívar) entre los años 2014 y 2015.

Fuente: Corpoica (2015c)

Lo anterior coincide con los datos arrojados por el balance hídrico agrícola, 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, representado por Dr Final (dentro del rango de agua disponible total [ADT]) en la Figura 8. Este comportamiento refleja déficit hídrico en el suelo, especialmente durante los meses de diciembre de 2014 y enero, febrero y marzo de 2015.

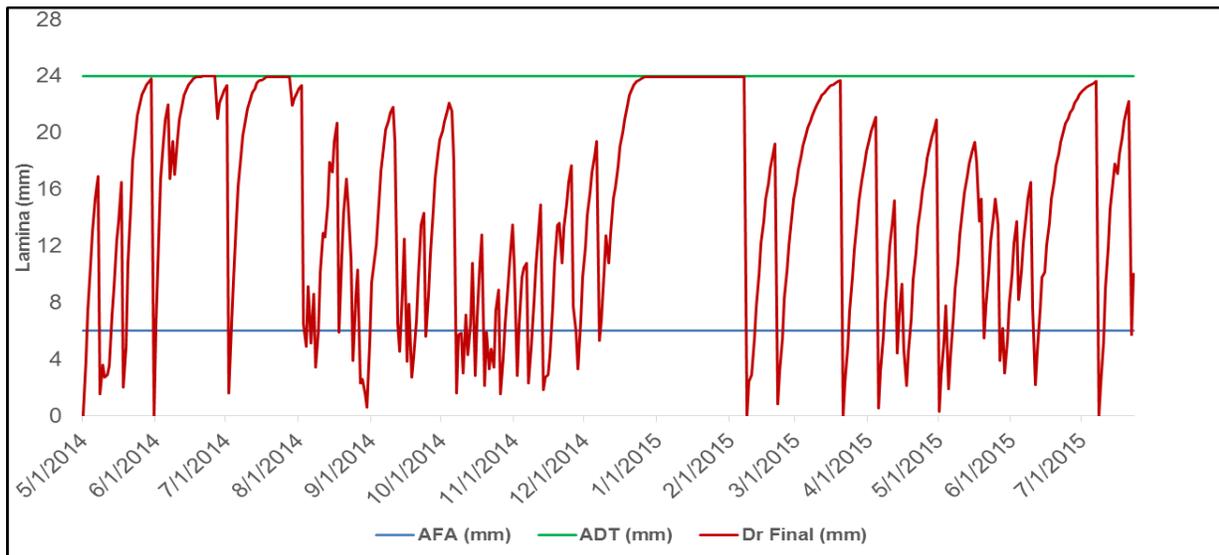


Figura 8. Balance hídrico agrícola en la parcela de integración del sistema productivo de ganadería doble propósito en el municipio de Hatillo de Loba (Bolívar), entre los años 2014 y 2015.

Considerando este comportamiento meteorológico y que el manejo tradicional basado en el pastoreo intensivo de potreros establecidos con pasto colosuana (*Bothriochloa pertusa*) es afectado por condiciones de déficit hídrico, a continuación se presentan recomendaciones para implementar las opciones tecnológicas de establecimiento de praderas, sistema rotacional de praderas, establecimiento y conservación (ensilado, heno) de cultivos forrajeros y suplementación mediante bloques multinutricionales, con el fin de reducir la vulnerabilidad del sistema productivo de ganadería bovina de doble propósito en condiciones restrictivas de humedad en suelo.

a) Establecimiento de praderas

La baja disponibilidad y calidad nutricional que presentan las gramíneas nativas, como la Colosuana (*Bothriochloa pertusa*), y la alta susceptibilidad a plagas, hacen del establecimiento de pasturas mejoradas una buena opción para su uso en los sistemas de ganadería, ya que contribuyen a mejorar la producción bovina de carne y leche.

En este sentido, en la parcela de integración de GDP en el municipio de Hatillo de Loba se estableció la pradera *Brachiaria brizantha* cv. Toledo, con capacidad de adaptarse a las características físicas y químicas de los suelos y a las condiciones ambientales de la zona, para aumentar así los rendimientos de materia seca y contrarrestar la baja disponibilidad de forraje en épocas críticas.

Para el establecimiento de la pastura se tuvieron en cuenta los siguientes criterios técnicos: diagnóstico del estado físico-químico a través de la toma de una muestra de suelo para análisis en el laboratorio, preparación adecuada del suelo, prueba de germinación, desinfección de la semilla con imidacloprid en una dosis de 5 ml.kg^{-1} de semilla (concentración de 5 ml^{-1} de producto. 10 ml^{-1} de agua), siembra de semilla con voleadora manual ($9 \text{ kg de semilla.ha}^{-1}$) y tapado con rama sujeta al tractor. En la Figura 9 están representadas algunas de las actividades que hacen parte de la implementación de la opción tecnológica establecimiento de praderas.



Figura 9. A. Siembra manual con voleadora. B. Tapado de la semilla.
Municipio: Hatillo de Loba. Lugar: finca Pele el ojo.
Fuente: Corpoica (2015c)



b) Sistema rotacional de praderas

La rotación de praderas consiste en dividir la superficie total de la finca en un número determinado de potreros. Los animales, después de pastorear un potrero, pasan al siguiente, y así sucesivamente hasta volver nuevamente al primero. Este manejo permite tener áreas pastoreables en descanso y recuperación, lo que facilita las labores de fertilización, control de malezas y manejo de animales, entre otras. Este sistema permite un uso eficiente de la pradera, pudiéndose aumentar la capacidad de carga animal, la cual hace referencia al número de animales que pueden pastorear en un potrero sin afectar la productividad del forraje (Maldonado y Velásquez, 1994).

En la parcela de integración del municipio Hatillo de Loba se propuso un ciclo rotacional de 30 días (3 días de ocupación y 27 días de descanso), según especificaciones para el pasto *Brachiaria brizantha* cv. Toledo. A partir de lo publicado por Perozo et al. (2006), se estableció el número de potreros a través de la siguiente ecuación:

$$N.^\circ \text{ de potreros} = \frac{\text{días de descanso}}{\text{días de ocupación}} + 1$$

La aplicación de esta ecuación sobre la pradera pastoreable de la parcela de integración dio como resultado su división en 10 potreros, cada uno de 0,45 ha. Esta práctica permite el aprovechamiento de la pradera, particularmente en momentos en los cuales esta ofrece una buena disponibilidad, sumado al de una buena calidad nutricional de su forraje. En la Figura 10 están representadas algunas de las actividades que hacen parte de la implementación de la opción tecnológica sistema rotacional de praderas.

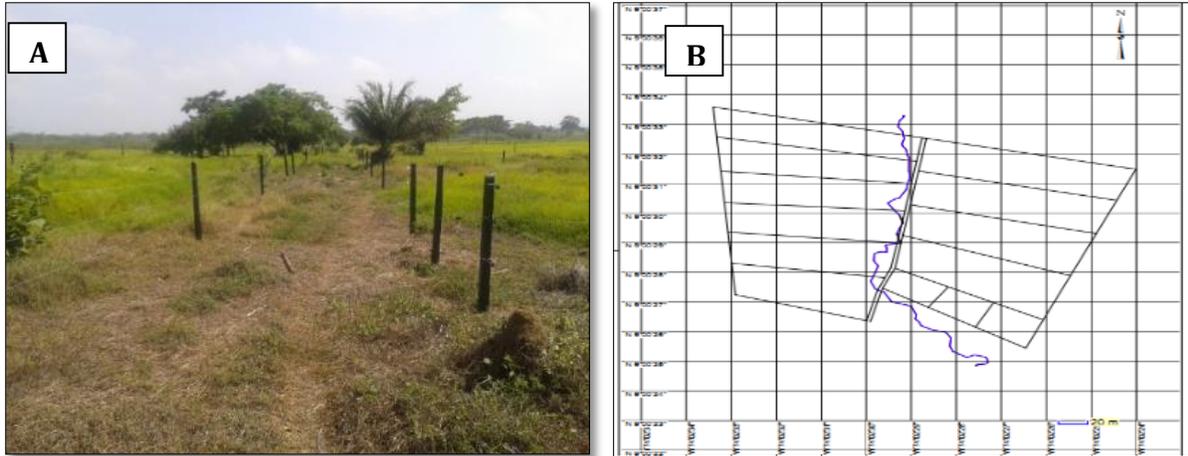


Figura 10. A. Establecimiento sistema rotacional. B. Plano general de la rotación.
Municipio: Hatillo de Loba. Lugar: finca Pele el ojo.
Fuente: Corpoica (2015c)

c) Establecimiento y conservación de cultivos forrajeros

La estacionalidad en la producción de carne y leche en el sistema de GDP es causada principalmente por una disminución en la oferta forrajera, que se presenta en cierta época del año. Por ello, el establecimiento de cultivos forrajeros como sorgo (*Sorghum* sp) (Pérez et al., 2010), yuca (*Manihot esculenta*) (Wanapat et al., 2000) y caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) y la conservación de estos a través de ensilado y/o heno se constituye en una de las principales alternativas para la suplementación de los bovinos durante períodos críticos.

Se seleccionó un área de 0,3 ha para el establecimiento de los cultivos forrajeros (sorgo, yuca y caña de azúcar), 1.000 m² para cada cultivo. A continuación, se describe el proceso de establecimiento de cada uno de estos cultivos forrajeros.

- Sorgo (*Sorghum* sp)

Antes de la siembra, la semilla de sorgo se trató con un producto químico a base de imidacloprid en una dosis de 5 cc del producto más 10 cc de agua/kg. El sorgo forrajero se estableció a una distancia entre surco de 80 cm y dentro este; la siembra se realizó a chorrillo, depositando de 20 a 30 semillas por metro lineal, lo cual equivale a sembrar 12-15 Kg.ha⁻¹ y a tener una población a cosecha de 50.000 plantas.ha⁻¹ (Figura 11).

Para la siembra, la separación entre surco se hizo con pitas de nailon que se pusieron a la distancia indicada anteriormente, y el surco se hizo a través de una “gambia” a una profundidad de 2-3 cm.



Figura 11. Siembra manual de sorgo (*Sorghum* sp).
 Municipio: Hatillo de Loba. Lugar: finca Pele el ojo.
 Fuente: Corpoica (2015c)

- **Yuca (*Manihot esculenta*)**

Antes de la siembra, la semilla se trató con insecticida (imidacloprid) y fungicida (oxicloruro de cobre). Se sembró yuca forrajera a 80 cm entre surco, y cuatro cangres (material vegetativo) por metro lineal, con el fin de obtener una población a cosecha de 50.000 plantas.ha⁻¹; los cangres se cortaron de 20-25 cm de longitud, con el fin de tener 3-5 yemas por semilla, lo cual garantiza mayor probabilidad de rebrote. Se recomienda hacer un corte cada tres meses, a una altura de 25-30 cm del suelo (Figura 12).



Figura 12. Corte de semilla y siembra de yuca.
Municipio: Hatillo de Loba. Lugar: finca Pele el ojo.
Fuente: Corpoica (2015c)

- **Caña de azúcar (*Saccharum officinarum*)**

Para la siembra de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) se requirió material vegetativo (cangres), de 25-30 cm de longitud y con 3 a 5 nudos (yemas) por semilla. Antes de la siembra, la semilla fue desinfectada con oxiclورو de cobre (fungicida) y fipronil (insecticida). Los cangres se sembraron uno seguido del otro, con una distancia entre surcos de 80 cm y a una profundidad de siembra de 5 cm aproximadamente (Figura 13).



Figura 13. Desinfección y siembra de caña azúcar.
Municipio: Hatillo de Loba. Lugar: Finca Pele El Ojo.
Fuente: Corpoica (2015c)



Se detallan a continuación las metodologías por medio de las cuales se conservaron estos cultivos forrajeros luego de ser cosechados.

Ensilado: Es un método de conservación de forraje húmedo, y su objetivo es la preservación del valor nutritivo del alimento por medio de una estructura hermética llamada silo. El proceso de ensilado no mejora la calidad del forraje, sino solo conserva por mayor tiempo su valor nutricional al mantener los componentes energéticos y proteicos de los materiales forrajeros mediante procesos de fermentación anaeróbica (Mejía et al., 2013).

Proceso para la obtención de ensilado

- El momento óptimo de la cosecha de sorgo (*Sorghum* sp) es cuando la panoja presenta los granos en estado lechoso-pastoso. Este estado ocurre alrededor de los 90 días después de siembra (dds). El aprovechamiento de la yuca (*Manihot esculenta*) para ensilado 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), yuca (*Manihot esculenta*) y caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) varía entre 8 y 12 mm, mientras que para pastos el picado debe producir partículas entre 4 y 5 cm. La obtención de estos tamaños permite realizar 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 en todo el proceso. Se refiere a la estructura donde se guarda el ensilado. 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, silos desechables tipo *silopress* y silos en bolsa plástica (Gavilanes, 2011).
- Entonces, 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 ensilado. Para garantizar un sellado hermético se recomiendan bolsas plásticas de calibre entre 5 y 7.
- Una vez llenada y compactada la bolsa, se debe cerrar y amarrar fuertemente en la parte superior.



- Después de 20 días de hecho el ensilado, 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 (Herrera et al., 2012).

Heno

Es una técnica de conservación de forraje que consiste en deshidratar (secar) el pasto, por medios artificiales o naturales, hasta niveles de humedad del 15 %, con el fin de detener toda actividad celular y microbiana; esto permite estabilizar el material y mantener la calidad nutricional del forraje (Bernal et al., 2012).

Para la elaboración de heno se pueden utilizar casi todas las gramíneas existentes, pero preferiblemente aquellas que tienen altos rendimientos de forraje y que responden bien a la fertilización. En el municipio de Hatillo de Loba, departamento de Bolívar, se podrían henificar, por ejemplo, los pastos Angletón (*Dichanthium aristatum*), Colosuana (*Bothriochloa pertusa*) y Estrella africana (*Cynodon nlemfuensis*). También se podría elaborar heno de hoja de algunas leguminosas como matarratón (*Gliricidia sepium*), Cratylia (*Cratylia argétea*), Canavalia (*Canavalia brasiliensis*) y hoja de yuca (*Manihot esculenta*) (Corpoica, 2015c).

Proceso para la elaboración de heno

- Cortar el pasto
- Una vez cortado el pasto, dejarlo expuesto al sol de uno a dos días, hasta lograr un porcentaje de humedad del 15 %.
- Voltear permanentemente el pasto para que se deshidrate homogéneamente.
- Antes del llenado, cruzar dos cordeles o cabuyas a lo ancho y a lo largo del cajón donde se va a elaborar la paca de heno.
- 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).



d) Elaboración de bloques multinutricionales (BMN)

El BMN es un suplemento nutritivo de aspecto sólido, usado para la suplementación y complementación de la dieta base de los animales, a los que provee constante y lentamente nutrientes como nitrógeno, proteína, energía y minerales. Se elabora con subproductos de origen vegetal y animal, aglomerantes, melaza, sal mineralizada, fibra de sostén y úrea. El propósito del BMN es mejorar la digestibilidad, el aprovechamiento de la fibra (dieta base) y el ambiente ruminal, y hacer más eficiente el proceso productivo (Riveros et al., 2013).

Hay muchas fórmulas que se pueden utilizar para la elaboración de un BMN; sin embargo, 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 5 kg, la cual puede ser implementada en sistemas productivos de GDP en el departamento de Bolívar.

Tabla 4. Fórmula para la elaboración de un BMN de 5 kg

| Ingredientes | % de inclusión | kg |
|------------------------------|----------------|------|
| Melaza | 30 | 1,5 |
| Salvado de arroz | 15 | 0,75 |
| Úrea | 10 | 0,5 |
| Cal agrícola hidratada | 10 | 0,5 |
| Harina de hoja de matarratón | 25 | 1,25 |
| Sal mineralizada | 5 | 0,25 |
| Azufre | 5 | 0,25 |
| Total | 100 | 5 |

Proceso para la elaboración de bloques multinutricionales

- Pesar cada una de las materias primas teniendo en cuenta el porcentaje de inclusión de la manera descrita en la fórmula anterior.
- Disolver la úrea, la sal y el azufre en la melaza (mezcla 1).
- Mezclar el salvado de arroz con la harina de hoja de matarratón (*Gliricidia sepium*), jobo (*Spondias mombin*) o guácimo (*Guazuma ulmifolia*). Simultáneamente, adicionar la cal (mezcla 2).



- Combinar homogéneamente la mezcla 1 con la mezcla 2.
- Verter la mezcla resultante en un molde y compactar. Resguardar al BMN de la humedad hasta que esté listo para ser suministrado.
- Una vez endurecido, pasados aproximadamente 10 días con buena aireación y ventilación, se puede suministrar a los animales.

Ventajas comparativas de estas tecnologías integradas al manejo convencional que hacen los productores bovinos en Hatillo de Loba

Las ventajas comparativas están presentadas bajo una condición restrictiva por déficit hídrico en el suelo. Las opciones tecnológicas anteriormente mencionadas representan el esquema de manejo mejorado, en comparación con un esquema de manejo tradicional basado en el pastoreo intensivo de potreros establecidos con pasto Colosuana (*Bothriochloa pertusa*). Las opciones tecnológicas pueden representar una opción adaptativa también ante condiciones restrictivas por exceso hídrico. Estas son un marco general de referencia, han sido validadas en un nicho productivo condicionado a prácticas de manejo y conservación de suelos y deben ser ajustadas a nivel de cada sistema productivo, de acuerdo con la aptitud agroclimática del municipio.

Los rendimientos de los forrajes se determinaron mensualmente sobre el potrero próximo a ser pastoreado, mediante aforos realizados siguiendo la metodología de disponibilidad por frecuencia descrita por Franco et al. (2006). Estos registros se expresaron en materia seca (MS) y permitieron el ajuste mensual de la capacidad de carga animal (Figura 14). Se destaca que en el esquema de manejo mejorado la carga animal fue en aumento, pasando de 1,33 animales/ha, a 3,1 animales/ha, incremento atribuido a la disponibilidad de MS. Esta equivale a 1.471,2 kg MS.ha⁻¹, 56,1 % más si se compara con el esquema de manejo tradicional, en el que se dispuso de 645,6 kg MS.ha⁻¹ durante el período de evaluación.

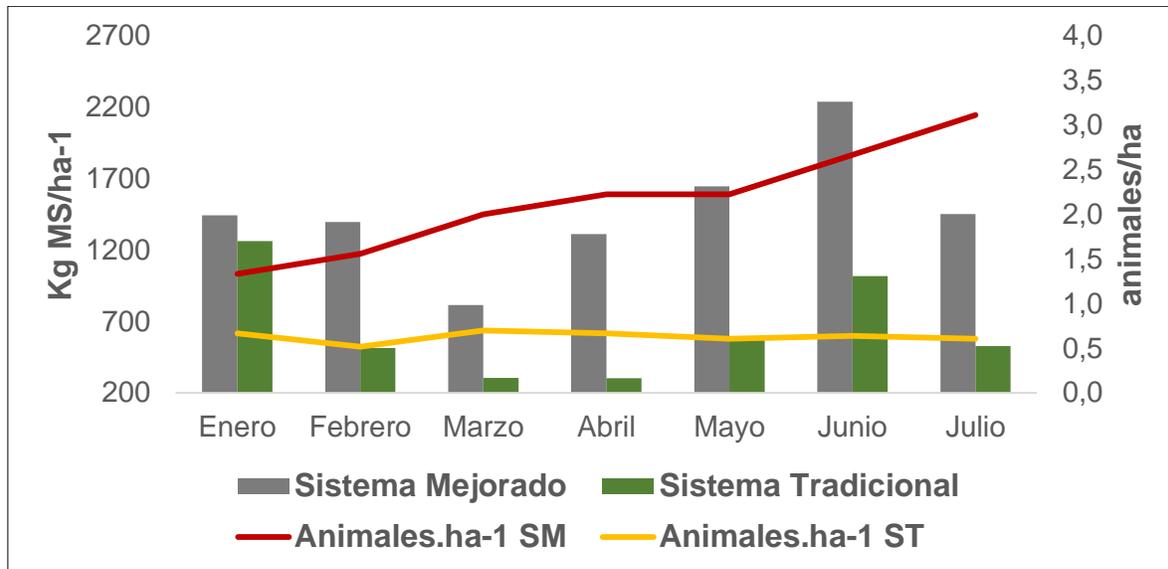


Figura 14. Relación entre la disponibilidad de MS y la capacidad de carga animal. Parcela de integración de ganadería doble propósito. Hatillo de Loba (Bolívar). Fuente: Corpoica (2015c)

Durante el período de evaluación (diciembre de 2014 a julio de 2015) se tuvo en cuenta la condición corporal de las vacas de acuerdo con los manejos de pradera contrastados. Para el esquema de manejo mejorado, esta se mantuvo en un rango entre 3,3 y 3,6 en comparación con el esquema de manejo tradicional, en el cual se registraron valores entre 3 y 3,1. La producción promedio diaria de leche fue mayor en las vacas que pastaron en la pradera mejorada (4,3 l/vaca) en contraste con el promedio productivo para la pradera tradicional (3,8 l/vaca). El esquema de manejo mejorado registró una producción de leche por hectárea de 270,3 l, mayor al registro para el esquema de manejo tradicional, que alcanzó 76,7 l (Tabla 5).



Tabla 5. Relación de aspectos productivos entre esquemas de manejo para ganadería bovina doble propósito en la parcela de integración. Hatillo de Loba (Bolívar).

| Tratamiento | Disponibilidad de forraje (kg MS.ha ⁻¹) | Condición corporal (1-5) | Carga animal (animal/ha) | Producción diaria de leche (l/vaca) | Producción de leche (l.ha ⁻¹) estimada |
|---------------------|---|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--|
| Sistema tradicional | 645,6 | 3 - 3,1 | 1,33 | 3,8 | 76,7 |
| Sistema mejorado | 1.471,2 | 3,3 - 3,6 | 3,1 | 4,3 | 270,3 |

Fuente: Corpoica (2015c)

En este sentido, con el esquema de manejo mejorado se produjo 3,5 veces más leche por hectárea en comparación con el esquema de manejo tradicional. La superioridad observada se debe no solamente al manejo rotacional establecido en la pradera con *Brachiaria brizantha* cv. Toledo, sino a la suplementación energético-proteica, aspectos que, en conjunto, proporcionaron los nutrientes requeridos por los animales para su mantenimiento y producción.

Prácticas complementarias que se pueden implementar en el sistema productivo de ganadería bovina de doble propósito en Hatillo de Loba, para disminuir la vulnerabilidad del sistema a condiciones restrictivas de déficit hídrico en el suelo

Con el fin de disminuir la vulnerabilidad del sistema productivo de ganadería doble propósito en el municipio de Hatillo de Loba (Bolívar), se pueden desarrollar prácticas culturales y técnicas, como también apropiar tecnologías que aumenten la capacidad adaptativa del sistema. Algunas de estas, con aplicación potencial en condiciones tanto de déficit como de exceso hídrico en el suelo, están contenidas en el sistema experto.

A continuación, se presentan algunas prácticas con aplicación potencial en condiciones de déficit hídrico en el suelo, y que complementan las opciones tecnológicas descritas anteriormente.



- **Selección de semilla**

Para seleccionar el material a establecer se deben tener en cuenta: condición física y química del suelo, adaptabilidad de esta especie a dichas condiciones, producción de forraje, capacidad de rebrote, calidad nutritiva, respuesta a la fertilización nitrogenada, tolerancia a plagas y disponibilidad de semilla. Por ejemplo, para el caso de la gramínea *Brachiaria brizantha* cv. Toledo, pastura establecida en la parcela de integración del municipio de Hatillo de Loba, es importante tener en cuenta que, antes de ser sembrada, la semilla se debe escarificar³ mecánica o químicamente.

Aunque el objetivo primordial de este pasto es su uso directo en pastoreo de animales, los productores pueden tomar la decisión oportuna de producir semillas y cultivarlo, teniendo presentes las siguientes alternativas: a) siembra de lotes de solo gramínea; b) siembra conjunta o después de un cultivo comercial de, por ejemplo, maíz, sorgo o arroz de secano; c) a partir de un potrero en uso (Argel et al., 2000). La fecha de corte afecta la producción de semilla; para este cultivo, el mejor tiempo para corte de uniformización es al comienzo de las lluvias, a 50 cm de altura. Los rendimientos varían entre 50 y 150 kg.ha⁻¹ de semilla pura. Las semillas tienen una latencia de corta duración; con buen almacenamiento y escarificación, se puede llegar a 80 % de germinación ocho meses después de la cosecha (Cook et al., 2005).

- **Análisis de suelos**

El análisis de suelos es utilizado principalmente para conocer sus propiedades físicas y químicas, con lo cual se determina la estrategia de acondicionamiento del suelo para lograr un mejor desarrollo y rendimiento del sistema productivo.

La metodología propuesta por Corpoica (2005) para la toma de muestra de suelo comprende: 1) Tomar submuestras en puntos trazados en zigzag, de modo que se cubra 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 x 20 cm) a una profundidad de 3 cm de la superficie, con el fin de eliminar los residuos frescos de materia

³ La escarificación de las semillas es una técnica que se aplica con el fin de acortar el tiempo de germinación. Consiste en abrir o debilitar la cutícula o estructura externa de las semillas para que la radícula se abra paso entre ella y se produzca una adecuada germinación.



orgánica y otro tipo de residuos. 3) Cavar un hueco en forma de V, del ancho de una pala, a una profundidad de entre 20 y 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, mezclarlas. Finalmente, seleccionar aproximadamente un kilogramo, que se debe empacar en una bolsa plástica identificada con los siguientes datos: nombre del propietario, nombre de la finca, ubicación geográfica, tipo de sistema productivo y número del lote.

Esta muestra debe enviarse a un laboratorio certificado para realizar un correcto análisis. Algunos laboratorios incluso realizan las recomendaciones de acondicionamiento para el sistema productivo específico.

- **Prueba de germinación**

Antes de establecer semilla sexual en campo, es recomendable hacer una prueba de germinación *in vitro*, para constatar la viabilidad de la semilla y verificar el porcentaje de germinación que aparece en la etiqueta. La evaluación es fácil de realizar y puede durar de cinco a siete días.

Para el montaje de la prueba se requiere un recipiente de vidrio o de plástico en el que se coloca una lámina de papel absorbente; se ponen 100 semillas, se tapan con otra lámina de papel absorbente y se humedecen sin generar saturación, hasta finalizar la prueba. Se recomienda practicar tres pruebas con el fin de establecer un promedio y así tener mayor certeza del resultado (Figura 15).

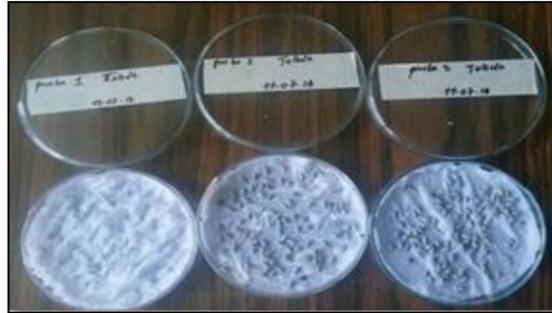


Figura 15. Prueba de germinación para semillas.
Municipio: Hatillo de Loba. Lugar: finca Pele el ojo.
Fuente: Corpoica (2015c)

El porcentaje de germinación se calcula teniendo en cuenta la siguiente ecuación:

$$\% \text{ de germinación} = \frac{\text{número de semillas germinadas}}{\text{total de semillas}} \times 100 \%$$

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 sembrarse (Reza et al., 2011).

- **Tratamiento de semillas**

Con el ánimo de proteger las semillas contra ataques de insectos, estas deben ser tratadas con un producto químico a base de imidacloprid en una dosis de 5 cc del producto más 10 cc de agua/kg de semilla. La semilla a sembrar se introduce en una bolsa plástica de 50 cm de ancho por 80 cm de largo, limpia y en buen estado, en la que se vierte la solución; luego se cierra la bolsa y se mezcla por varios minutos para garantizar que todas las semillas entren en contacto con el producto; seguidamente 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 se evite la compactación, y de esa manera se facilite el funcionamiento de la voleadora. Para realizar esta actividad, el operador debe usar elementos de seguridad tales como guantes y tapabocas (Figura 16).



Figura 16. Protección química de la semilla, contra insectos.
Municipio: Hatillo de Loba. Lugar: finca Pele el ojo.
Fuente: Corpoica (2015c)

- **Preparación del terreno**

Hace referencia al conjunto de prácticas de laboreo cuyo objetivo es proveer condiciones físicas adecuadas para la germinación de la semilla y el posterior desarrollo de la pradera. Para la preparación del suelo se deben tener en cuenta las recomendaciones hechas a partir del diagnóstico físico del suelo y, con base en estas, seleccionar las prácticas de laboreo a emplear. El objetivo de la mecanización es mover los primeros centímetros de suelo y destruir el material vegetal existente en el potrero para crear una cama germinadora que acoja la semilla en el momento de sembrar (Figura 17).



Figura 17. Preparación del terreno.
Municipio: Hatillo de Loba. Lugar: finca Pele el ojo.
Fuente: Corpoica (2015c)



Durante épocas de déficit hídrico en el suelo asociadas a disminución de las precipitaciones se recomienda emplear la labranza de conservación, con la cual se dejan restos de cultivos en la tierra después de la cosecha, en vez de ararlos y quemarlos. La nueva siembra se realiza con aperos especialmente diseñados, que introducen las semillas en un hueco abierto en el suelo, por debajo de la capa protectora de materia orgánica formada por residuos vegetales. Aunque esta práctica mejora la infiltración del agua y reduce las deficiencias hídricas particularmente en las épocas secas, el productor debe contar con agua previamente cosechada y almacenada en tanques, reservorios o aljibes para cubrir las demandas hídricas del cultivo mediante riego. La cobertura con residuos de cosecha en el suelo permite conservar mejor la humedad para el desarrollo de las plantas.

- **Plan integrado de fertilización**

La ejecución del plan de fertilización en campo permite mantener un balance nutricional entre la disponibilidad de nutrientes en el suelo y la demanda nutricional del cultivo (Figura 18). Los cálculos de la disponibilidad de nutrientes para las plantas, inferidos a través de los análisis de suelo, se basan en los siguientes conocimientos:

- a) Disponibilidad y movilidad de nutrientes en el suelo
- b) Requerimiento nutricional de la planta
- c) Profundidad efectiva de raíces, que para el caso de los pastos es de 20 a 30 cm aproximadamente
- d) Eficiencia del fertilizante

Durante épocas de déficit hídrico se debe disminuir la aplicación de fuentes amoniacales de nitrógeno. Asimismo, se debe revisar el contenido de los macronutrientes, nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), ya que la baja disponibilidad de agua limita su movimiento hacia y a través de la planta.



Figura 18. Fertilización química del suelo.
Municipio: Hatillo de Loba. Lugar: finca Pele el ojo.
Fuente: Corpoica (2015c)

Se deben seguir recomendaciones técnicas para la definición del tipo de fertilizante a utilizar, así como de cantidades y frecuencias, para garantizar que las pasturas dispongan de los nutrientes necesarios para su óptimo crecimiento y desarrollo.

- **Manejo durante la siembra**

Para la siembra de semilla sexual de pasto se recomienda utilizar voleadoras manuales, las cuales requieren calibración y para cuyo uso se deben 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 metros; multiplicados por una distancia de 30 metros, 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 m² → 9.000 gramos de semilla
150 m² → X

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

Para el ejemplo, la voleadora debe descargar 135 gramos de semilla mientras el operador recorre los 30 metros. Una vez que se conoce el tiempo de recorrido, se cronometra ese mismo tiempo para que el operador descargue la semilla en un recipiente, y se pesa. Dependiendo del resultado de este pesaje, se va ajustando la voleadora, abriendo o cerrando la abertura de salida de semilla.

Esto proporcionará la densidad de siembra en el área deseada. Después de la siembra se debe monitorear la emergencia de la semilla en el primer mes de establecida la pradera, para detectar aquellas áreas donde no emergió y hacer la respectiva resiembra.

- **Manejo de arvenses**

Después del establecimiento de la pradera y/o de los cultivos forrajeros se debe efectuar un control de arvenses durante los primeros 35 a 45 días, debido a que esta es la época crítica en que se presenta competencia por nutrientes y luz. El control de arvenses puede hacerse con productos químicos o mecánicos (Figura 19).



Figura 19. Control químico y mecánico de arvenses.

Municipio: Hatillo de Loba. Lugar: finca Pele el ojo.

Fuente: Corpoica (2015c)

En condiciones de déficit hídrico en el suelo y dada la restricción para 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 y enfermedades**

Una vez establecidos la pradera y los cultivos forrajeros, se debe hacer seguimiento constante utilizando jamas o redes entomológicas, para detectar las plagas que pudiesen 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 éstas, y registrar el porcentaje del área afectada y el nivel de incidencia, con el fin de tomar decisiones acertadas en cuanto a su control (Duque, 1996).

- **Cosecha y tratamiento de las semillas**

El pasto *Brachiaria brizantha* cv. Toledo se debe cosechar para recolección de semilla una vez se determina la madurez, por ejemplo verificando la caída espontánea o el desprendimiento de las semillas al pasar la mano sobre las panículas.



En Hatillo de Loba la cosecha se puede hacer de dos formas: 1) cortando con hoz o machete los tallos florales (inflorescencias) y apilándolos de forma organizada, y 2) pasando cada 3 o 4 días por el cultivo y sacudiendo (ordeñando) las inflorescencias sobre canastos, para recoger las espiguillas maduras que se desprenden.

Para continuar con el tratamiento de las semillas, con los tallos florales apilados sobre lonas o sacos para evitar la pérdida de espiguillas por desprendimiento, se debe cubrir la pila con un material inerte, como residuos de follaje, con un espesor de 10 cm aproximadamente. El apilado, también conocido como sudado, debe durar entre 3 y 4 días, durante los cuales se producen cambios físicos y biológicos que aceleran la madurez de la semilla y determinan su calidad.

Luego del apilado se recomienda realizar la trilla, que consiste en sacudir suavemente las inflorescencias (hojas y tallos). Se deben evitar los golpes excesivos para no desprender las espiguillas vanas o inmaduras, que alteran la calidad de las semillas.

Seguidamente, se pasa a la etapa de secado, en la se extiende el material bajo la sombra y se remueve cada 2 horas con la punta de un palo, por ejemplo. Una vez que las semillas se han secado, se pueden empacar en recipientes adecuados (sacos de polietileno o bolsas de papel) (Argel et al., 2000).

Terminado el secado de las semillas, se procede con la limpieza, a fin de eliminar impurezas y mejorar la calidad. Luego, para verificar la calidad y viabilidad de las semillas, se puede practicar una prueba de germinación de la manera descrita anteriormente.

Para mayor información sobre opciones tecnológicas con aplicabilidad en el sistema de ganadería de doble propósito en Hatillo de Loba, consulte el SE - MAPA



Como se expuso en las secciones 1 y 2, son dos los determinantes del riesgo agroclimático: la amenaza y la vulnerabilidad. La primera se refiere a la probabilidad de ocurrencia de condiciones climáticas restrictivas, y la segunda, a la interacción entre el grado de exposición a la amenaza, la sensibilidad del sistema productivo y la capacidad adaptativa del mismo. 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.

A continuación, se presentan 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: Criterios para implementar las opciones tecnológicas entre los productores de ganadería doble propósito en el municipio de Hatillo de Loba

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 se pueden 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 la adopción de las tecnologías propuestas para cada tipo de productores o dominio se basa en los resultados de viabilidad de los modelos microeconómicos, la exposición agroclimática del área donde se encuentran localizados y los indicadores de sensibilidad y capacidad adaptativa de los sistemas productivos ante los eventos climáticos críticos de exceso o déficit hídrico.

Para cada uno de los dominios (grupo de productores) se hacen recomendaciones de acuerdo con los resultados del análisis socioeconómico. Lo que se busca es 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 las opciones tecnológicas para enfrentar los eventos climáticos

Para determinar los dominios de recomendación se usa la información arrojada por encuestas aplicadas a productores. Luego se hace un proceso de agrupamiento estadístico o tipificación (agrupamiento por tipos) de productores con características socioeconómicas y productivas similares. La información obtenida de las encuestas se emplea también para analizar 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 desarrolla un modelo microeconómico para evaluar la viabilidad financiera de las opciones tecnológicas que se proponen para enfrentar la condición climática limitante. Este se calcula para cada uno de los grupos resultantes de la tipificación y genera diferentes soluciones de viabilidad, dependiendo de las características de cada grupo. A partir de información sobre el clima de los municipios se elaboran mapas de exposición a los riesgos agroclimáticos de déficit o de exceso hídrico, y esta información se cruza con la tipificación y los resultados de la modelación. Los dominios, entonces, se definen 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 basa en el análisis de vulnerabilidad y la solución del modelo, dando 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 doble propósito en el municipio de Hatillo de Loba

En la Tabla 6 se presentan los dominios de recomendación con sus respectivas características de agrupación. En las columnas 2, 3 y 4 se presentan el grado de exposición, el grado sensibilidad y la capacidad adaptativa ante un evento climático limitante para cada dominio.

Se puede apreciar que la exposición a la condición climática de sequía es en general Baja para todos los productores de este sistema, exceptuando el dominio uno, para el cual es Muy baja. El grado de sensibilidad que presentan los dominios uno, dos y cuatro es Alto, mientras que la capacidad adaptativa es Baja para todos los dominios.

Finalmente, la última columna de la Tabla 6 muestra los resultados del modelo microeconómico, el cual evalúa la viabilidad financiera del establecimiento de pastura para un arreglo rotacional, cultivo de yuca y sorgo forrajeros para la elaboración de ensilado y elaboración de bloques multinutricionales, de acuerdo con las características de los productores de cada dominio; además, establece proporciones y posibles restricciones para la implementación. En este caso, las opciones son viables para todos los dominios.

Tabla 6. Caracterización de los dominios de recomendación para el sistema productivo de ganadería en el municipio de Hatillo de Loba (Bolívar).

| Dominio | Exposición | Sensibilidad | Capacidad de adaptación | Viabilidad financiera de opción tecnológica |
|--|------------|--------------|-------------------------|---|
| 1. Productores con características heterogéneas pero con muy bajo grado de exposición a eventos de sequía. | Muy baja | Alta | Baja | Viable |
| 2. Productores con 3 a 8 ha en pastos, 3 a 5 UGG, sin acceso a crédito y con bajo índice de calidad en pastos. | Baja | Alta | Baja | Viable |
| 3. Productores con 7 a 11 ha en pastos, 5 a 8 UGG, sin acceso a crédito y con índice de calidad en pastos medio. | Baja | Media | Baja | Viable |
| 4. Productores con más de 12 ha en pastos, 11 a 20 UGG, con acceso a crédito y con bajo índice de calidad en pastos. | Baja | Alta | Baja | Viable |

*UGG: Unidad de Gran Ganado

Fuente: Corpoica-CIAT (2015)

Implementación de las opciones tecnológicas en cada dominio

Dominio 1

Las condiciones de agrupamiento de productores del dominio 1 muestran un grupo heterogéneo, que combina características socioeconómicas mezcladas (producto de la tipificación), es decir, este dominio incluye productores de los dominios 2, 3 y 4. Sin embargo, resalta que son productores con muy bajo grado de exposición a eventos de sequía (se encuentran ubicados en nichos de producción óptimos). Por esto, la recomendación está orientada al mejoramiento de la producción y no a la estrategia de mitigación de disminuciones productivas debidas a los eventos de sequía.

En este sentido, y considerando la composición de este dominio, la recomendación resulta de las sugerencias dadas para los dominios 2, 3 y 4, adaptándolas de manera adecuada a cada productor tipo (de acuerdo con sus características socioeconómicas), como siguen a continuación.

Dominio 2

El dominio de recomendación 2 incluye productores que, debido a la capacidad de carga que manejan, expresada en unidad gran ganado (UGG) por hectárea, y al alto índice de área cultivada en pastos, presentan una sensibilidad alta ante un escenario de déficit hídrico. De la misma forma, son productores que, como no cuentan con asistencia técnica en campo ni acceso a crédito, se encuentran en un grupo con capacidad de adaptación baja (Figura 20).

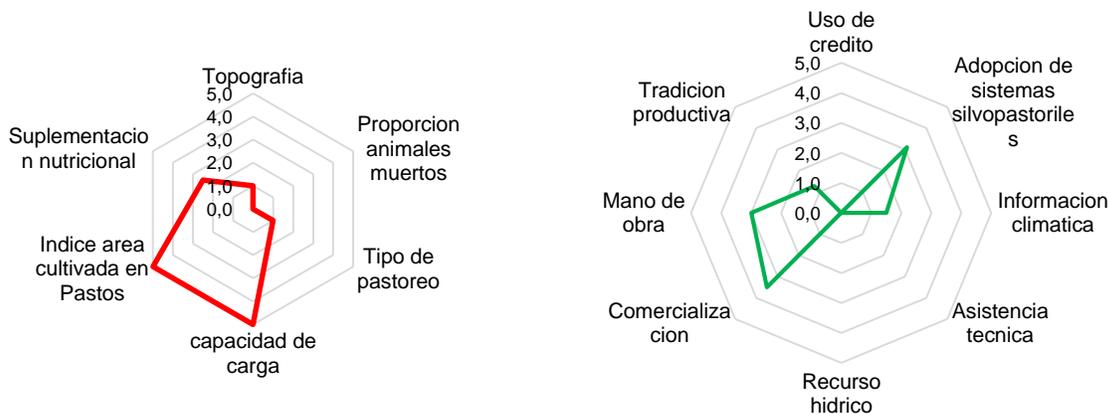


Figura 20. Indicadores de sensibilidad (rojo) y capacidad de adaptación (verde) para el dominio de recomendación 2.

Fuente: Corpoica-CIAT (2015)

El dominio de recomendación 2 está dirigido a productores que cuentan con tres y hasta ocho hectáreas de pastos, con una capacidad de carga entre tres y cinco UGG. De acuerdo con el análisis microeconómico (estimado para dos años), al integrar al sistema productivo el establecimiento de pastura para un arreglo rotacional, cultivo de yuca y sorgo forrajeros para ensilado y elaboración de bloques multinutricionales, resulta viable soportar un evento de sequía⁴, pero es insostenible en el tiempo, de acuerdo con el comportamiento del capital financiero (es decir con la acumulación de dinero). Esto, en virtud de que el sistema productivo es altamente sensible a la oscilación de precios de la leche, resultante de los periodos de limitación productiva por condiciones restrictivas de déficit hídrico en el suelo.

⁴ La estimación se realizó para un escenario con once meses de sequía.



Dada la carga de UGG por hectárea que se presenta en este dominio (Tabla 6), se tiene que, para un productor representativo (un productor con cinco hectáreas en pastos), la implementación tecnológica debe estar orientada especialmente al establecimiento de pastura, y en mínima proporción a la siembra de yuca y sorgo. Debido a que los bloques multinutricionales no resultaron representativos, su uso como suplemento dietario se deja a criterio del productor. En términos prácticos, se debe disponer de aproximadamente 1,5 ha para el establecimiento de pasturas (0,3 ha por cada UGG, en proporción), y de un área no mayor a 0,5 ha para la siembra de yuca y sorgo forrajeros.

Al comparar ambos esquemas de producción, se tiene que, bajo el manejo tradicional en un escenario restrictivo por déficit hídrico, los productores tendrían que vender cabezas de ganado, dada la imposibilidad de ofrecer a estos bovinos el forraje necesario; mientras que, bajo el esquema de manejo mejorado basado en el establecimiento de pastura más ensilado de yuca y sorgo forrajeros, se reduciría esta hipotética necesidad de venta de ganado (aun así no se lograrían mantener más de 5 UGG en el tiempo). El Anexo 1, ilustra la forma en que se podrían implementar las opciones tecnológicas en este dominio, de acuerdo con las salidas del modelo microeconómico.

La implementación tecnológica ofrece al productor un soporte financiero, que se limita al tiempo durante el que se mantiene la condición climática restrictiva.

Dominio 3

El dominio de recomendación 3 incluye productores que, debido a al alto índice de área cultivada en pastos y a las condiciones topográficas de la zona en que se encuentran ubicados, presentan una sensibilidad media ante un escenario de déficit hídrico. Así mismo, como no cuentan con asistencia técnica en campo, son productores que no tienen acceso a crédito y cuyas condiciones para la comercialización de los productos son deficientes; se encuentran en un grupo con capacidad de adaptación baja (figura 21).

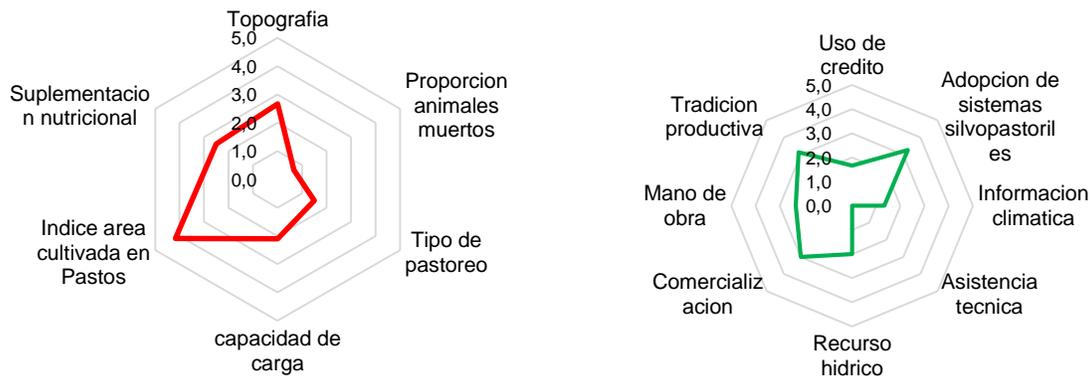


Figura 21. Indicadores de sensibilidad (rojo) y capacidad de adaptación (verde) para el dominio de recomendación 3.

Fuente: Corpoica-CIAT (2015)

El dominio de recomendación 3 está dirigido a productores de entre siete y once hectáreas en pastos, y representa un grupo de productores mediano. De acuerdo con el análisis microeconómico (que se estimó para un periodo de dos años), al integrar al sistema productivo el establecimiento de pastura para un arreglo rotacional, cultivo de yuca y sorgo forrajeros para ensilado y elaboración de bloques multinutricionales, resulta viable soportar un evento de sequía de hasta once meses. Adicionalmente, es sostenible en el tiempo, de acuerdo con el comportamiento del capital financiero (acumulación de dinero), entendiéndose que, para este dominio, el sistema tiene resiliencia a la oscilación de precios de la leche, resultante de los periodos de limitación productiva por condiciones restrictivas de déficit hídrico en el suelo.

Dada la carga de UGG por hectárea que se presenta en este dominio (Tabla 6), se tiene que, para un productor representativo (un productor con siete hectáreas en pastos), la implementación de las opciones tecnológicas debe estar orientada mayormente al establecimiento de pastura, y en mínima proporción a la siembra de yuca y sorgo, mientras que los bloques multinutricionales resultan no representativos y se dejan a criterio del productor.



Específicamente, se debe disponer de cerca de 3,2 ha en establecimiento de pasturas, (0,35 ha por cada UGG en proporción), y de una muy pequeña fracción, no mayor a 0,5 ha (al igual que en el dominio 2), para la siembra de yuca y sorgo.

Finalmente, dentro del esquema de manejo productivo mejorado basado en el establecimiento de pastura más el ensilado de yuca y sorgo, se contrarresta la baja oferta forrajera que se puede presentar en condiciones restrictivas por déficit hídrico en el suelo. Además, este esquema ofrece la posibilidad de incrementar en el tiempo las UGG por hectárea, haciendo que el sistema de ganadería doble propósito sea financieramente viable y sostenible. El Anexo 2 ilustra la forma en que se podrían implementar las opciones tecnológicas para este dominio, de acuerdo con las salidas del modelo microeconómico.

Bajo el esquema de manejo productivo mejorado, el sistema de ganadería doble propósito podría soportar la oscilación de precios por litro de leche y ofrecer una adecuada capacidad de soporte financiero en el tiempo.

Dominio 4

El dominio de recomendación 4 incluye productores que, debido al alto índice de área cultivado en pastos y a las condiciones topográficas de la zona en que se encuentran ubicados, presentan una sensibilidad alta ante un escenario de déficit hídrico. De la misma forma, como no cuentan con asistencia técnica en campo, tienen deficientes sistemas de riego, presentan dificultades para comercializar los productos y tienen poco acceso a información agroclimática. Se encuentran en un grupo con capacidad de adaptación baja (Figura 22).

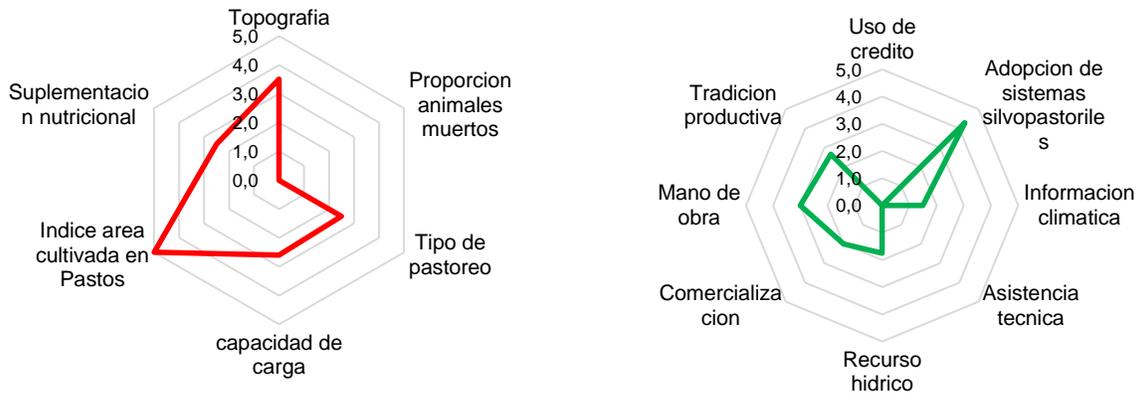


Figura 22. Indicadores de sensibilidad (rojo) y capacidad de adaptación (verde) para el dominio de recomendación 4.
Fuente: Corpoica-CIAT (2015)

El dominio de recomendación 4 está dirigido a productores con áreas mayores a doce hectáreas en pastos, con una capacidad de carga entre 11 y 20 UGG. De acuerdo con análisis microeconómico (estimado para dos años), al integrar al sistema productivo el establecimiento de pastura para un arreglo rotacional, cultivo de yuca y sorgo forrajeros para ensilado y elaboración de bloques multinutricionales, resulta viable soportar un evento de sequía. Además, el sistema productivo se hace sostenible en el tiempo de acuerdo con el comportamiento del capital financiero (acumulación de dinero).

Bajo el esquema productivo mejorado de este dominio se puede soportar la oscilación de precios por litro de leche que se presenta en periodos de sequía, aunque su capacidad adaptativa ante periodos restrictivos por déficit hídrico es menor en comparación con lo que acontece para la misma condición en el dominio 3.



Dada la carga de UGG por hectárea que se presenta en este dominio (Tabla 6), se tiene que, para un productor representativo (un productor de 17 ha con pastos), la implementación de las opciones tecnológicas debe estar orientada mayormente al establecimiento de pastura, y en menor proporción a la siembra de yuca y sorgo. Debido a que los bloques multinutricionales no resultan representativos, su inclusión como parte de la dieta de los animales se deja a criterio del productor. Específicamente, se debe disponer de aproximadamente 7,6 ha para el establecimiento de pasturas (0,38 ha por cada UGG en proporción), y de un área no mayor a una hectárea para la siembra de yuca y sorgo. Debido a los requerimientos financieros para estas opciones tecnológicas, sobre todo en las fases iniciales de su implementación, esta inversión depende de la disponibilidad de capital y capacidad de endeudamiento de cada productor.

Finalmente, bajo el esquema de manejo productivo basado en el establecimiento de pastura más el ensilado de yuca y sorgo forrajeros, se contrarresta la baja oferta forrajera que se puede presentar en condiciones restrictivas por déficit hídrico en el suelo, con la posibilidad de mejorar la capacidad de carga por hectárea, haciendo que el sistema de ganadería doble propósito sea financieramente viable y sostenible. El Recomendaciones para la distribución temporal y espacial de las opciones tecnológicas alimenticias (dominio 3). Sistema productivo de ganadería doble propósito. Municipio de Loba (Bolívar). Anexo 3 muestra cómo sería la implementación de estas opciones tecnológicas para este dominio, de acuerdo con las salidas del modelo microeconómico.



REFERENCIAS

- Argel, P., Giraldo, G., Peters, M., & Lascano, C. (2002). *Producción Artesanal de Semillas de Pasto Toledo (Brachiaria brizantha) Acceso CIAT 26110*. Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).
- Bernal, J., Chaverra, H., Acevedo, G., Ángel, M., & Arciniegas, A. (2012). *Ensilaje, Heno y Henolaje. Tipos, Métodos y Nuevas Tecnologías*. Bogotá: Ángel Agro-Ganadería Intensiva, Ideagro.
- Cook, B., Pengelly, B., Brown, S., Donnelly, J., Eagles, D., Franco, M., ... Schultze-Kraft, R. (2005). *Tropical Forages: an interactive selection tool* CD-ROM. Brisbane, Australia: CSIRO, Queensland, Australia: Department of Primary Industries and Fisheries, Cali, Colombia: CIAT and Nairobi, Kenya: ILRI.
- Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica). (2005). Análisis de suelos y recomendaciones de fertilización para la producción ganadera. En P. Cuesta (Ed.), *Manual técnico: Producción y utilización de recursos forrajeros en sistemas de producción bovina de las regiones de caribe y valles interandinos* (pp. 1-10). Mosquera: Produmedios.
- Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica). (2013). *Plan para el manejo de los impactos en el sector agropecuario ocasionados por la emergencia invernal*. Bogotá: Universidad Tecnológica Pedagógica de Colombia – UPTC, 4D Elements Consultores, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA, Sede C. I. Tibaitatá.
- Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica). (2015a). *Reducción del Riesgo y Adaptación al cambio climático*. (Informe Final Producto 1). Departamento de Bolívar. Mosquera: Centro de Investigación Tibaitatá.
- Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica). (2015b). *Reducción del Riesgo y Adaptación al cambio climático*. (Informe Final Producto 2). Departamento de Bolívar. Mosquera: Centro de Investigación Tibaitatá.
- Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica). (2015c). *Informe Final de la Parcela de Integración del Sistema Productivo de Ganadería doble propósito, municipio de*



Hatillo de Loba. Departamento de Bolívar. Proyecto Reducción del Riesgo y Adaptación al Cambio Climático. Mosquera: Centro de Investigación Tibaitatá.

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica), Centro Internacional de la Agricultura Tropical (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.

Duque, M. (1996). Patrones de disposición espacial y su importancia en la definición de un plan de muestreo en MIP. En: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Ed.), *Memorias del curso Introducción a la dinámica de plagas. Subdirección de Sistemas de Producción, Programa de Epidemiología Vegetal* (pp. 43-66). Mosquera: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria.

Franco, L., Calero, D., & Durán, C. (2006). *Evaluación de tecnologías por métodos participativos para la implementación de sistemas ganaderos sostenibles en el norte del departamento del Valle del Cauca.* Palmira: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) - Universidad Nacional de Colombia - Sede Palmira.

Gavilanes, C. (2011). Ensilaje una alternativa para la ganadería en Colombia. *Revista El Cerealista.*

Herrera, J., Ballesteros, D., Sánchez, L., Londoño, C., Amado, G., y Arreaza, L. (2012). *Recomendaciones para la fabricación de ensilajes con cereales en climas fríos.* Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. Mosquera: Centro de Investigación Tibaitatá.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2012). *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate.* Cambridge: Cambridge University Press.

Lores, A., Leyva, A., & Varela, M. (2008). Los dominios de recomendaciones: establecimiento e importancia para el análisis científico de los agroecosistemas. *Cultivos Tropicales*, 29(3), 5-10.



Maldonado, G., & Velásquez, J.E. (1994). Determinación de la capacidad de carga y la ganancia de peso de bovinos en pastoreo de gramíneas nativas en el Piedemonte amazónico de Colombia. *Pasturas Tropicales*, 16(2), 2-8.

Mejía, S., Cuadrado, H., & Rivero, T. (2013). *Manejo agronómico de algunos cultivos forrajeros y técnicas para su conservación en la región caribe colombiana*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. C.I Tibaitatá. Primera edición.

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

Palmer, W. (1965). *Meteorological Drought. Research Paper No. 45*. Washington: Department of Commerce.

Pérez, A., Saucedo, O., Iglesias, J., Wencomo, H.B., Reyes, F., Oquendo, G., & Milián, I. (2010). Caracterización y potencialidades del grano de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench). *Pastos y Forrajes*, 33(1), 1-26.

Perozo, A., Caraballo, A., & Pirela, M. (2006). Establecimiento y manejo de módulos de pastoreo. *Revista Digital CENIAP*, 10. Recuperado de: <http://bit.ly/1MHWiQo>

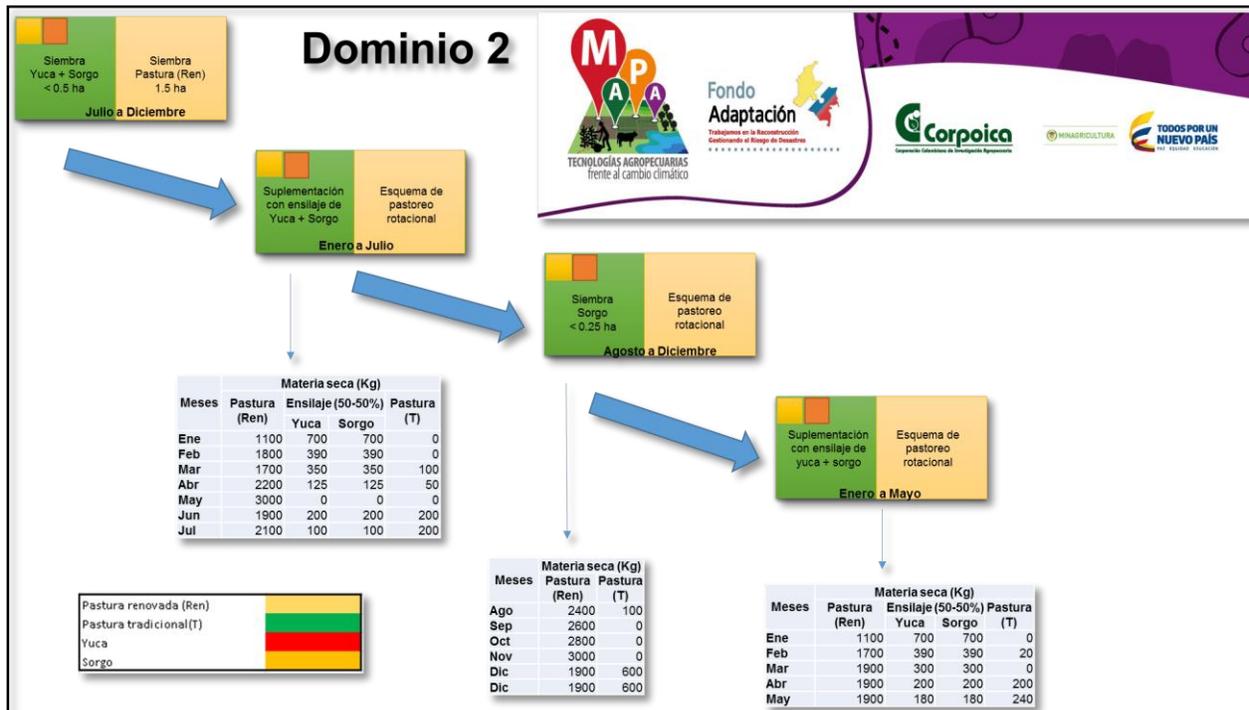
Reza, G., Mejía, K., Cuadrado, C., Torregroza, S., Jiménez, M., Espinosa, C., Suárez, P., Pastrana, V., Novoa, Y., & Palencia, C. (2011). Experiencia en la implementación de modelos intensivos de producción de carne en pasturas fertirrigadas en el valle del Sinú. *CORPOICA C.I Turipaná*.

Riveros, T., Salcedo, E., & Gómez, W. (2013). Elaboración de bloques multinutricionales (BMN) para la alimentación de rumiantes de la región caribe. Bogotá: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria.

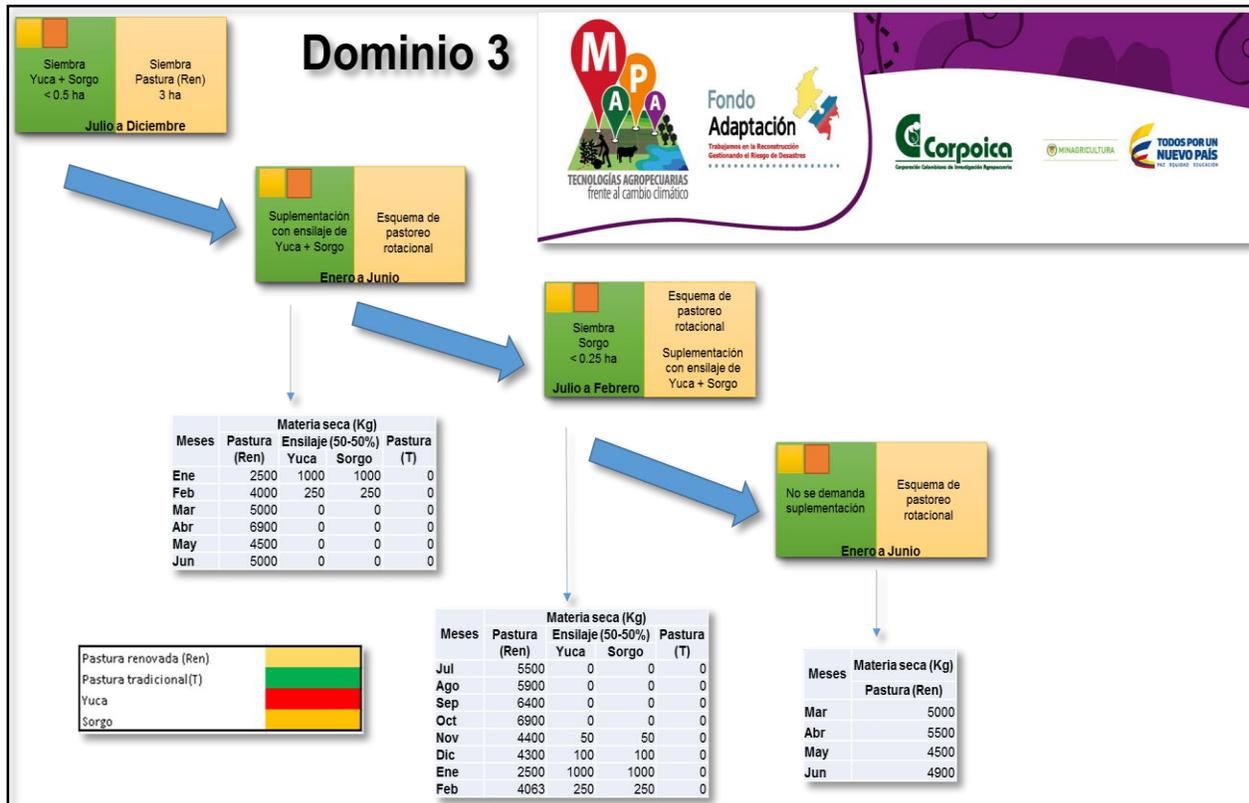
Wanapat, M., Petlum, A., & Pimpa, O. (2000). Supplementation of cassava hay to replace concentrate use in lactating Holstein Friesian crossbreds. *Asian-Aus. J. Anim. Sci.*, 13, 600-604.

ANEXOS

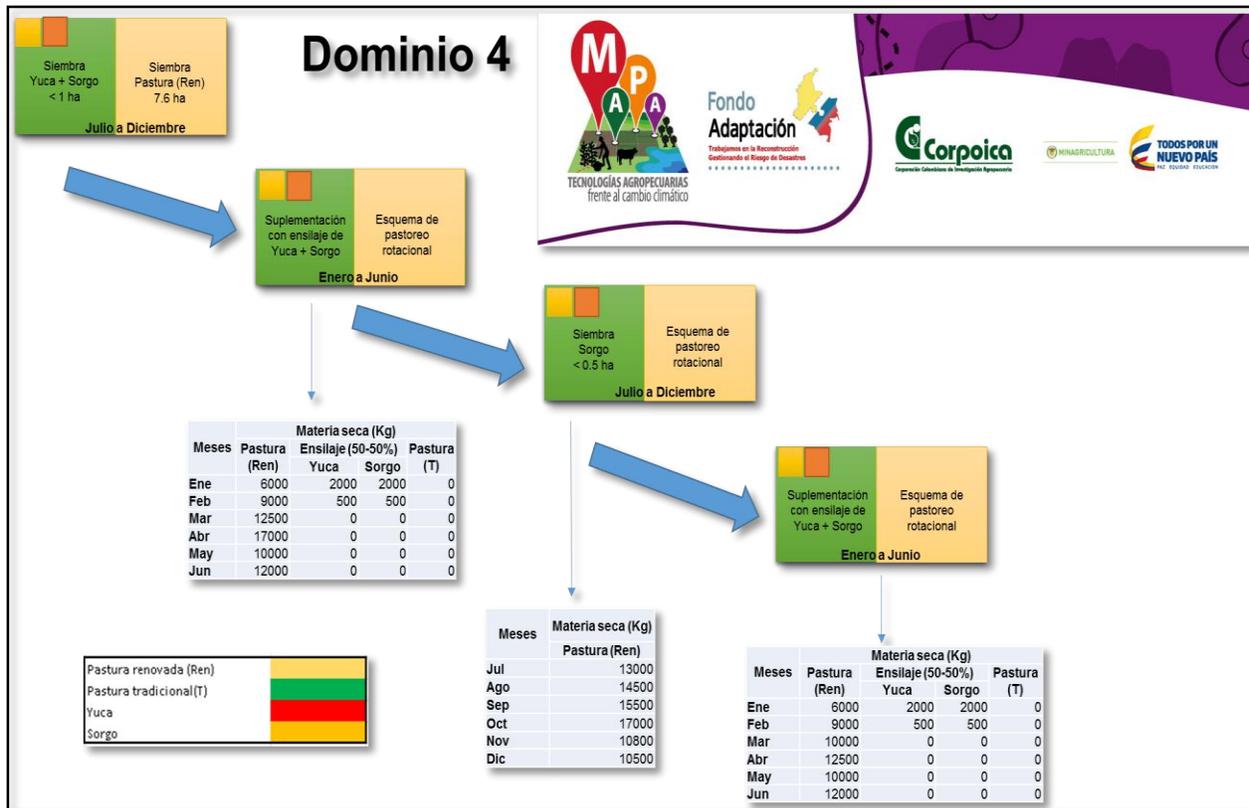
Anexo 1. Recomendaciones para la distribución temporal y espacial de las opciones tecnológicas alimenticias (dominio 2). Sistema productivo de ganadería doble propósito. Municipio de Hatillo de Loba (Bolívar).



Anexo 2. Recomendaciones para la distribución temporal y espacial de las opciones tecnológicas alimenticias (dominio 3). Sistema productivo de ganadería doble propósito. Municipio de Hatillo de Loba (Bolívar).



Anexo 3. Recomendaciones para la distribución temporal y espacial de las opciones tecnológicas alimenticias (dominio 4). Sistema productivo ganadería doble propósito. Municipio Hatillo de Loba (Bolívar).





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>