



Plan de Manejo Agroclimático Integrado del Sistema Productivo de Ganadería Bovina de Doble Propósito

**Municipio de La Plata
Departamento del Huila**



Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria
Fondo Adaptación
Septiembre 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, Corpoica, no se hace responsable de la interpretación y uso de estos resultados.



| Equipo de trabajo | |
|---------------------------------|---|
| German Suárez Peláez | Profesional de apoyo a la investigación |
| Michael López Cepeda | Profesional de apoyo a la investigación |
| Julián David Gómez Castillo | Profesional de apoyo a la investigación |
| Diego Alberto Navarro Niño | Profesional de apoyo a la investigación |
| Jorge Orlando Acosta | Investigador máster |
| Martha Marina Bolaños Benavides | Investigador Ph. D. |



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 colaboración, compromiso y dedicación en pro del desarrollo de la parcela de integración. Sus aportes contribuyeron a obtener los resultados que se ven plasmados en este documento.

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

A todos los integrantes del proyecto MAPA del Centro de Investigación Nataima, El Espinal (Tolima) que participaron en las diferentes actividades del Plan de Manejo Agroclimático Integrado del sistema productivo ganadería bovina de doble propósito.

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

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



TABLA DE CONTENIDO

| | |
|---|----|
| Introducción | 12 |
| Objetivos..... | 13 |
| Riesgo agroclimático para el sistema productivo de ganadería bovina de doble propósito | 14 |
| Sección 1. Factores que definen el riesgo agroclimático en el | 15 |
| Amenazas derivadas de la variabilidad climática en La Plata | 15 |
| Exposición del sistema de ganadería bovina de doble propósito a amenazas derivadas de la variabilidad climática en La Plata | 20 |
| Gestión de la información agroclimática y agrometeorológica para conocer el riesgo agroclimático en la finca | 36 |
| Sección 2. Prácticas que se pueden implementar para reducir la vulnerabilidad del sistema productivo de la ganadería bovina doble propósito en condiciones restrictivas de humedad, en el suelo en La Plata | 37 |
| Ventajas comparativas de las opciones tecnológicas implementadas..... | 54 |
| Prácticas complementarias para disminuir la vulnerabilidad del sistema productivo bovino doble propósito en La Plata a condiciones restrictivas de humedad en el suelo | 56 |
| Sección 3. Implementación de las opciones tecnológicas entre los productores bovinos de La Plata (Huila)..... | 61 |



| | |
|--|----|
| Dominio de recomendación | 61 |
| Determinación de los dominios de recomendación de las opciones tecnológicas para enfrentar los eventos climáticos..... | 61 |
| Características de los dominios de recomendación en el sistema productivo de ganadería bovina de doble propósito en el municipio de La Plata. | 62 |
| Implementación de las opciones tecnológicas en cada dominio de recomendación en el sistema de ganadería de doble propósito en el municipio de La Plata | 63 |
| Referencias | 70 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Diagrama conceptual del riesgo agroclimático, para el sistema productivo de ganadería bovina de doble propósito en La Plata (Huila), en condiciones restrictivas de humedad en el suelo. | 14 |
| Figura 2. Mapas de variables biofísicas del municipio de la Plata (Huila). a. Subzonas hidrográficas. b. Altitud. c. Paisaje. | 16 |
| Figura 3. Precipitación en años extremos respecto al promedio multianual en La Plata (en el periodo 1980-2011). | 17 |
| Figura 4. Aptitud de uso de suelos para los pastos kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i>), estrella (<i>Cynodon nlemfuensis</i>), grama común (<i>Paspalum sp</i>), kingrass morado (<i>Pennisetum purpureum x Pennisetum typhoides</i>), brachiaria (<i>Brachiaria decumbens</i>), en La Plata. | 22 |
| Figura 5. Escenarios agroclimáticos mensuales para los pastos kikuyo, grama común, kingrass morado y brachiaria. Sistema de ganadería bovina doble propósito en La Plata (Huila), bajo condiciones de exceso hídrico en el suelo. | 27 |
| Figura 6. Escenarios agroclimáticos mensuales para los pastos kikuyo, estrella, grama común, kingrass morado y brachiaria. Sistema de ganadería bovina doble propósito en La Plata (Huila), bajo condiciones de déficit hídrico en el suelo. | 29 |

Figura 7. Mapa de aptitud agroclimática del municipio de La Plata para las ventanas de análisis julio-septiembre (A) y noviembre-enero (B) en condiciones de exceso hídrico en el suelo para kingrass morado, estrella, brachiaria, grama común y kikuyo. 32

Figura 8. Mapa de aptitud agroclimática del municipio de La Plata para las ventanas de análisis julio-septiembre (A) y noviembre-enero (B) en condiciones de déficit hídrico en el suelo para kingrass morado, estrella, brachiaria, grama común y kikuyo. 34

Figura 9. Balance hídrico atmosférico entre los meses de mayo a diciembre de 2015, enero a junio de 2016. Parcela de integración del sistema productivo de ganadería bovina doble propósito de La Plata (Huila). 38

Figura 10. Balance hídrico agrícola entre los meses de mayo a diciembre de 2015 y enero a junio de 2016. Parcela de integración del sistema productivo de ganadería doble propósito de la Plata (Huila). 38

Figura 11. Panorámica de la finca Los Cristales. Parcela de integración del sistema productivo de ganadería doble propósito en La Plata (Huila). 40

Figura 12. Estolones de kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) para propagación. Parcela de integración del sistema productivo de ganadería doble propósito en La Plata (Huila). 41

Figura 13. Preparación del suelo para la siembra del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) en asocio con trébol rojo (*Trifolium pratense*). Parcela de integración del sistema productivo de ganadería doble propósito en La Plata (Huila). 42

| | |
|---|----|
| Figura 14. Labores de fertilización en la parcela de integración del sistema productivo de ganadería doble propósito en La Plata (Huila). | 43 |
| Figura 15. Control de arvenses mediante el uso de machete y guadaña. Parcela de integración del sistema productivo de ganadería doble propósito en La Plata (Huila). | 44 |
| Figura 16. Síntomas de ataque de la chinch de los pastos (Collaria sp.). Parcela de integración del sistema productivo de ganadería doble propósito en La Plata (Huila). | 44 |
| Figura 17. Aforos de disponibilidad por frecuencia en potreros de kikuyo en asocio con trébol rojo. Parcela de integración del sistema productivo de ganadería doble propósito en La Plata (Huila). | 47 |
| Figura 18. División y rotación de potreros de kikuyo en asocio con trébol rojo. Parcela de integración del sistema productivo de ganadería doble propósito en La Plata (Huila). | 47 |
| Figura 19. Avena forrajera cayuse (Avena Sativa). Parcela de integración del sistema productivo de ganadería doble propósito en La Plata (Huila). | 49 |
| Figura 20. Prueba de consumo de ensilaje. Parcela de integración del sistema productivo de ganadería doble propósito. La Plata (Huila). | 49 |
| Figura 21. Caballoneado del terreno para la siembra de avena forrajera. Parcela de integración del sistema productivo de ganadería doble propósito en La Plata (Huila). | 50 |
| Figura 22. Preparación del terreno para la siembra de avena cayuse a través del caballoneado, actividades de encalado y tape de los caballones. Parcela de integración del sistema productivo de ganadería doble propósito en La Plata (Huila). | 50 |

| | |
|---|----|
| Figura 23. Siembra de avena cayuse en la línea de los caballones. Parcela de integración del sistema productivo de ganadería doble propósito en La Plata (Huila). | 51 |
| Figura 24. Fertilización avena cayuse. Parcela de integración del sistema productivo de ganadería doble propósito en La Plata (Huila). | 52 |
| Figura 25. Seguimiento del crecimiento de la avena. Parcela de integración del sistema productivo de ganadería doble propósito en La Plata (Huila). | 52 |
| Figura 26. Cosecha, picado y elaboración de ensilaje de avena (Avena sativa). Parcela de integración del sistema productivo de ganadería doble propósito en La Plata (Huila). | 53 |
| Figura 27. Chachafruto en arreglo silvopastoril de cerca viva. | 59 |
| Figura 28. Indicadores de sensibilidad (en rojo) y capacidad de adaptación (en verde) para el domino de recomendación 1..... | 64 |
| Figura 29. Indicadores de sensibilidad (en rojo) y capacidad de adaptación (en verde) para el domino de recomendación 2..... | 65 |
| Figura 30. Indicadores de sensibilidad (en rojo) y capacidad de adaptación (en verde) para el dominio de recomendación 3..... | 67 |
| Figura 31. Indicadores de sensibilidad (en rojo) y capacidad de adaptación (en verde) para el domino de recomendación 4..... | 68 |



ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Duración, valor del ONI y anomalías de precipitación en La Plata durante los eventos de El Niño en el periodo 1980-2011..... | 19 |
| Tabla 2. Duración, valor del ONI y anomalías de precipitación en La Plata durante los eventos La Niña en el periodo 1980-2011 | 19 |
| Tabla 3. Ventana temporal de análisis para kingrass morado (<i>Pennisetum purpureum</i> x <i>Pennisetum typhoides</i>) en La Plata. | 23 |
| Tabla 4. Ventana temporal de análisis para kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i>) en La Plata. | 24 |
| Tabla 5. Ventana temporal de análisis para estrella (<i>Cynodon nlemfuensis</i>) en La Plata. .. | 24 |
| Tabla 6. Ventana temporal de análisis para grama común (<i>Paspalum</i> sp) en La Plata. | 24 |
| Tabla 7. Ventana temporal de análisis para brachiaria (<i>Brachiaria decumbens</i>) en La Plata. | 24 |
| Tabla 8. Variación de la precipitación en el periodo de validación, con relación al histórico multianual en el municipio de la Plata (Huila). | 39 |
| Tabla 9. Resultados productivos en un esquema de manejo productivo mejorado y uno de manejo tradicional. Parcela de integración de ganadería bovina doble propósito en La Plata (Huila). | 55 |
| Tabla 10. Composición de los bloques multinutricionales (BMN) de 10 kg..... | 58 |
| Tabla 11. Caracterización de los dominios de recomendación para el sistema de ganadería doble propósito en el municipio de La Plata (Huila). | 63 |



INTRODUCCIÓN

El Plan de Manejo Agroclimático, construido como concepto novedoso, en el área agropecuaria, por el proyecto *Reducción del riesgo y adaptación al cambio climático—Modelos de Adaptación y Prevención Agroclimática (MAPA)*, contiene herramientas que sustentan la toma de decisiones para enfrentar eventos climáticos limitantes de 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 de 54 sistemas de producción en 61 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 sobre estrategias de adaptación para enfrentar condiciones limitantes de humedad en el suelo a escala local. El Fondo Adaptación priorizó, en el departamento del Huila, el sistema productivo de ganadería bovina de doble propósito en el municipio de La Plata.

Este documento expone un conjunto de elementos que permiten orientar la planificación de acciones para reducir la vulnerabilidad del sistema productivo de ganadería bovina de doble propósito a condiciones restrictivas de humedad en el suelo, en el municipio de La Plata, departamento del Huila.



OBJETIVOS

Objetivo general

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

Objetivos específicos

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

Riesgo agroclimático para el sistema productivo de ganadería bovina de doble propósito

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

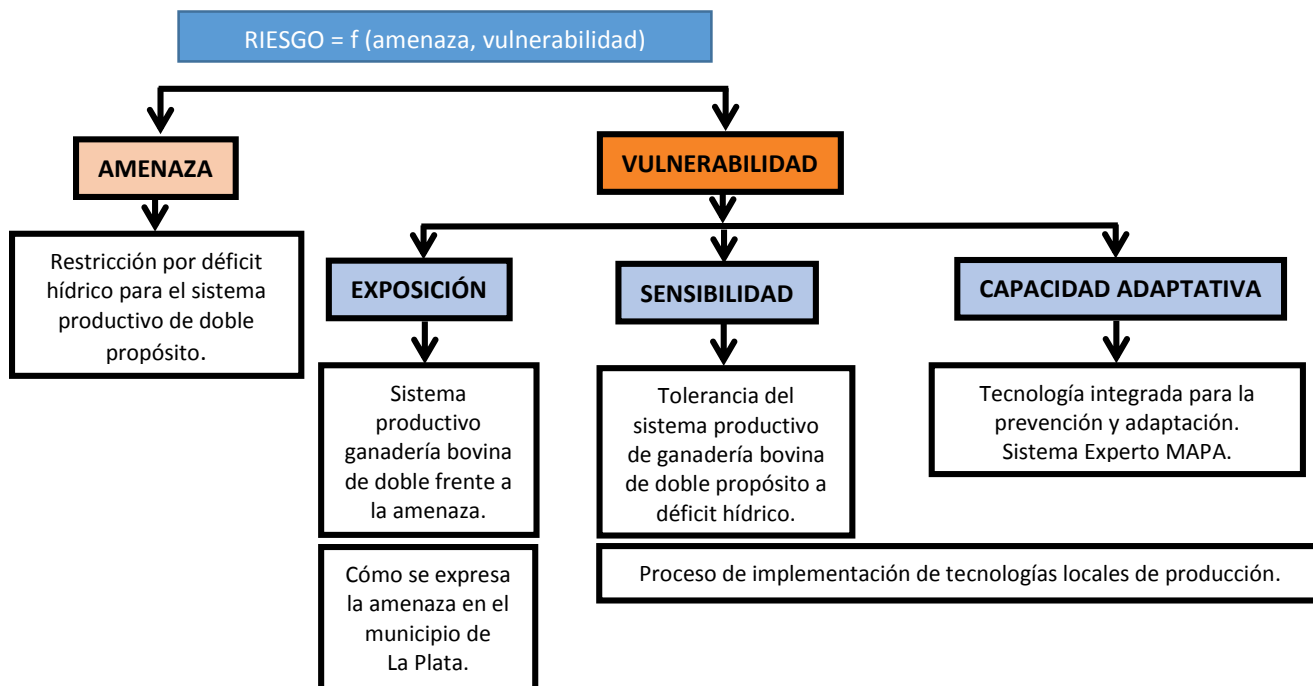


Figura 1. Diagrama conceptual del riesgo agroclimático, para el sistema productivo de ganadería bovina de doble propósito en La Plata (Huila), en condiciones restrictivas de humedad en el suelo.

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

A escala departamental, es necesario reconocer la expresión de las amenazas derivadas de la variabilidad climática de influencia en el departamento, la cual está dada por 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 [ET_0]).

A escala municipal, el riesgo se puede analizar mediante información cartográfica de las variables biofísicas (subzonas hidrográficas, paisaje y altitud) y climáticas (distribución de la precipitación media multianual, temperatura promedio, brillo solar, humedad relativa, distribución de la evapotranspiración [ET_0], 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 La Plata

Para analizar las amenazas derivadas de la variabilidad climática, lo primero que se debe hacer es identificar aquellos **aspectos biofísicos** que hacen que algunas zonas o sectores del municipio sean más susceptibles a amenazas climáticas. La altitud y el paisaje, entre otras variables, determinan la susceptibilidad del territorio a eventos de inundación, sequía extrema 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 para el municipio de La Plata. Este se encuentra en la subzona hidrográfica del río Páez en gran parte de su territorio, aunque también se ve influenciado por ríos directos al Magdalena.

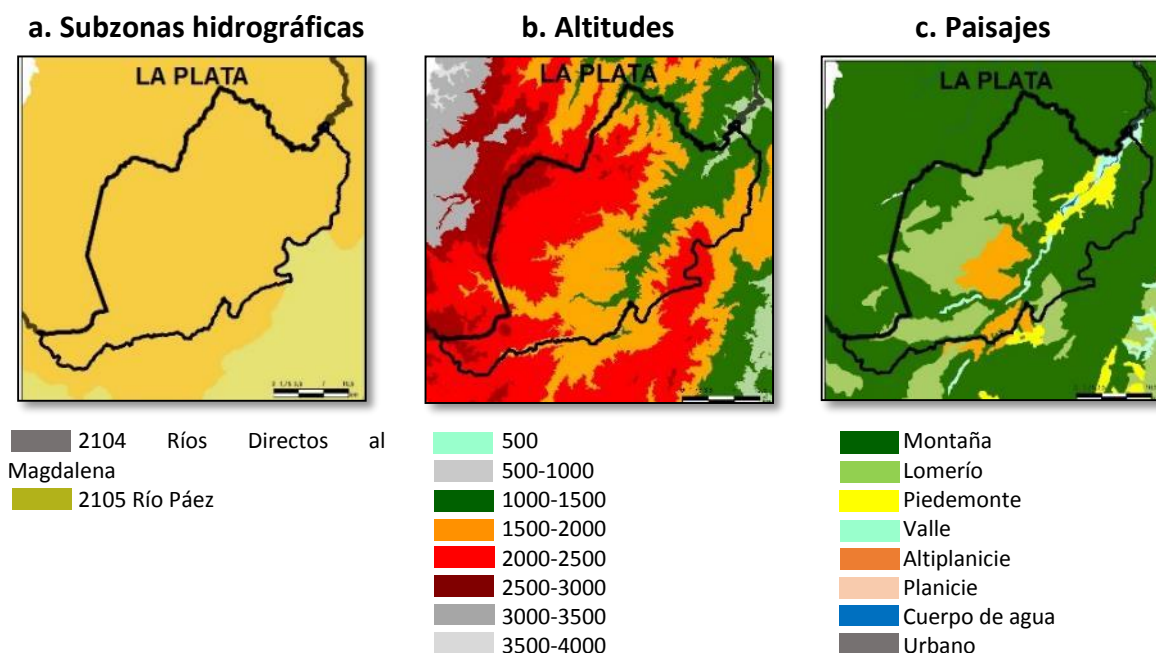


Figura 2. Mapas de variables biofísicas del municipio de la Plata (Huila). a. Subzonas hidrográficas. b. Altitud. c. Paisaje.
Fuente: Corpoica (2015a).

El 1,1% del área total del municipio de La Plata se encuentra entre altitudes de 500 a 1.000 metros sobre el nivel del mar, msnm, otro 18,7 % entre los 1.000-1.500 msnm, destacándose las zonas altitudinales entre los 1.500 a 2.500 msnm que ocupan el 74,8 % del área total del municipio, mientras que el 5,2 % restante corresponde a áreas entre altitudes de 2.500 y 3.000 msnm (figura 2).

En La Plata predomina el paisaje de montaña en un 55,2 % del área total del territorio, mientras que el paisaje de lomerío abarca el 28,5 % del área total del municipio; paisajes presentes, pero en menor proporción son altiplanicie (8,2 %), piedemonte (4,2 %), valle (2,7 %) y cuerpo de agua (0,3 %) (Corpoica, 2015a) (figura 2).

Además de los aspectos biofísicos, también es necesario revisar los análisis disponibles de las series climáticas, que para este estudio se manejó entre los años 1980 y 2011, con lo cual es posible evaluar el impacto de la variabilidad climática en eventos pasados y así

conocer los rangos en los cuales las variables climáticas pueden cambiar cuando se presenten nuevamente estos fenómenos. Por ejemplo, esto permitiría reconocer la intensidad y frecuencia de eventos asociados a El Niño-Southern Oscillation (ENSO) y ubicar áreas con mayor o menor fluctuación de variables meteorológicas. De la información empleada para el análisis climático de La Plata (Huila) se destaca:

Precipitación

En la figura 3 se muestra la dinámica de precipitación para el municipio de La Plata, la línea verde representa la precipitación promedio multianual (1.760 mm) y, las barras rojas y azules, la precipitación durante los eventos de variabilidad asociados a ENSO: El Niño y La Niña (Corpoica, 2015a).

Anualmente, en La Plata se registran en promedio 1.760 mm, con los valores máximos de precipitación en abril y octubre y los valores mínimos en agosto (fin de la temporada seca). En La Plata, la máxima reducción de las precipitaciones se presentó en el 2003, con una reducción de las lluvias del 23 % con respecto al promedio multianual, durante todos los meses exceptuando octubre (figura 3).

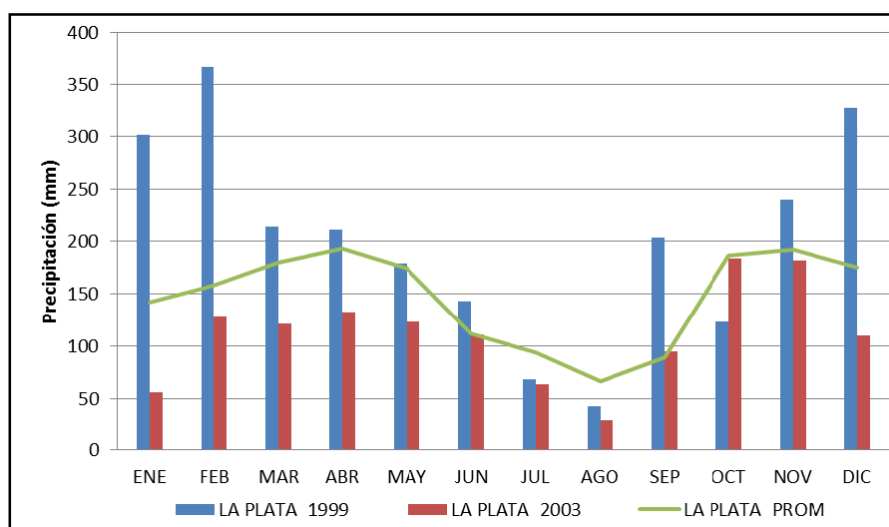


Figura 3. Precipitación en años extremos respecto al promedio multianual en La Plata (en el periodo 1980-2011).

Fuente: Corpoica (2015b).

En La Plata, el año con mayor registro pluviométrico fue 1999, durante el cual hubo un evento de La Niña, que ocasionó un aumento de las lluvias del 38 % por encima del promedio multianual, especialmente durante la temporada seca correspondiente a los meses de enero y febrero, como también en septiembre y durante la finalización de las temporada de lluvias de fin de año, durante noviembre y diciembre (figura 3).

Valor del Índice Oceánico El Niño (ONI) y anomalías climáticas en eventos de El Niño o de La Niña

El ONI permite determinar qué tan fuerte es un fenómeno de variabilidad climática como El Niño o La Niña. El conocimiento de estos cambios debe considerar lo siguiente:

- a. El valor de la anomalía de las lluvias, el cual indica en qué porcentaje podría aumentar o disminuir la precipitación.
- b. El valor del ONI, el cual indica qué tan fuerte fue El Niño (valores mayores a 0,5) o La Niña (valores menores a -0,5). Para el ONI se debe considerar que cuando la variación supera los valores de 0,5, durante por lo menos cinco meses consecutivos, se habla de un evento de El Niño, y cuando los valores son menores a -0,5, también de forma consecutiva en cinco meses, se trata de un evento de La Niña¹.

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 cómo se han comportado los fenómenos ENSO en los últimos 32 años (1980-2011); información útil, que permite analizar las posibles reducciones o incrementos de la precipitación en el municipio.

En La Plata (Huila), durante el evento de El Niño registrado entre mayo de 1997 y mayo de 1998 se presentó el valor ONI más alto de 2.5 y una anomalía negativa de la precipitación

¹ Este índice, que permite conocer el escenario climático que se presentará en la zona, puede monitorearse en la página del Centro de Predicción Climática del Servicio Nacional Meteorológico de Estados Unidos. Consúltelo en:
http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears_ERSSTv3b.shtml

de -17 % con respecto al promedio multianual. En este periodo, el evento de El Niño fue de mayor intensidad en comparación con aquel presentado entre junio del 2004 y febrero del 2005 en donde el valor ONI fue de 0.9 y la anomalía negativa de la precipitación de -1 % (tabla 1).

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

| Período | Inicio | May. 1982 | Ago. 1986 | May. 1991 | May. 1994 | May. 1997 | May. 2002 | Jun. 2004 | Ago. 2006 | Jul. 2009 |
|------------------|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | Fin | Jun. 1983 | Feb. 1988 | Jun. 1992 | Mar. 1993 | May. 1998 | Mar. 2003 | Feb. 2005 | Ene. 2007 | Abr. 2010 |
| Duración | | 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 | | 4 % | -3 % | -18 % | -1 % | -17 % | -24 % | -1 % | -7 % | -20 % |

Fuente: Corpoica (2015a).

En La Plata (Huila), durante el evento de La Niña registrado entre julio de 1998 y junio de 2000 se presentó la anomalía de precipitación más alta, del 27 %, entre todos los eventos de La Niña registrados, además de que fue el evento de mayor duración con 24 meses (). El evento de La Niña con el máximo valor ONI fue el registrado entre mayo de 1988 y mayo de 1989 (-1,9).

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

| Período | Inicio | Oct. 1984 | May. 1988 | Sep. 1995 | Jul. 1998 | Oct. 2000 | Sep. 2007 | Jul. 2010 |
|------------------|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | Fin | Sep. 1985 | May. 1989 | Mar. 1996 | Jun. 2000 | Feb. 2001 | May. 2008 | Abr. 2011 |
| Duración | | 12 | 13 | 7 | 24 | 5 | 9 | 10 |
| Máximo valor ONI | | -1,1 | -1,9 | -0,7 | -1,6 | 0,7 | -1,4 | -1,4% |
| Anomalía | | -12 % | 25 % | 17 % | 27 % | -6 % | 14 % | 21 % |

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

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

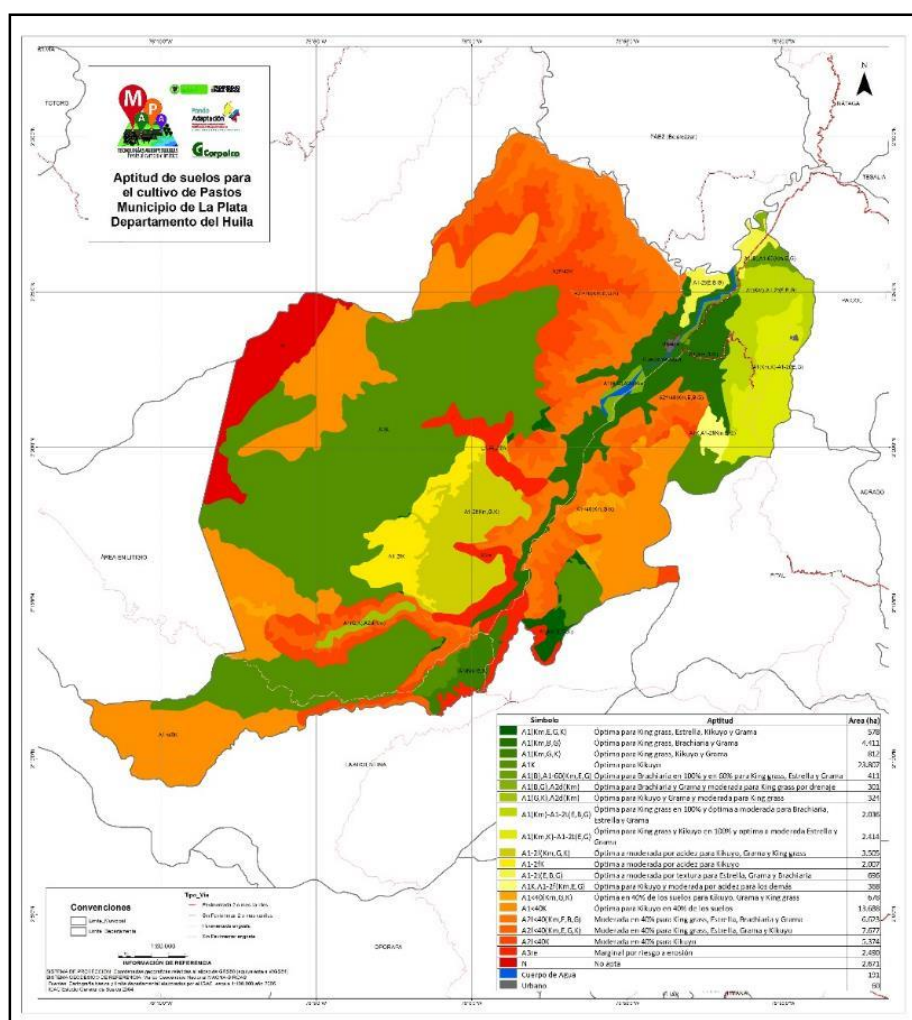
Exposición del sistema de ganadería bovina de doble propósito a amenazas derivadas de la variabilidad climática en La Plata

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

El presente análisis de aptitud de suelos, ventanas de análisis y zonificación de aptitud agroclimática se realizó sobre las características del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), estrella (*Cynodon nlemfuensis*) grama común (*Paspalum sp*), kingrass morado (*Pennisetum purpureum x Pennisetum typhoides*) y brachiaria (*Brachiaria decumbens*), que son pasturas base del sistema de ganadería bovina doble propósito en La Plata.

Para evaluar la exposición de las praderas se deben identificar:

a. En el mapa de aptitud de suelos, las limitaciones de los suelos en La Plata, en donde están establecidos o se establecerán las especies forrajeras; para este estudio según la metodología de la FAO (1976). Es importante tener en cuenta que algunas limitaciones en los suelos pueden manejarse con relativa facilidad, por ejemplo mediante la fertilización o aplicación de enmiendas, mientras que otras no pueden modificarse (altitud, pendientes excesivamente inclinadas, texturas). La escala de análisis espacial es 1:100.000 (figura 4).






















| Símbolo | Aptitud | Área | |
|---|--------------------------------|--|-------------|
| | | (ha) | (%) |
|  | A1 (Km, E, G, K) | Óptima para kingrass, estrella, kikuyo y grama | 578 0,7 |
|  | A1 (Km, B, G) | Óptima para kingrass, brachiaria y grama | 4.411 5,4 |
|  | A1 (Km, G, K) | Óptima para kingrass, kikuyo y grama | 812 1 |
|  | A1K | Óptima para Kikuyo | 23.807 29,3 |
|  | A1(B), A1-60 (Km, E, G) | Óptima para brachiaria en 100% y en 60% para kingrass, estrella y grama | 411 0,5 |
|  | A1 (B, G), A2d (Km) | Óptima para brachiaria y grama y moderada para kingrass por drenaje | 301 0,4 |
|  | A1 (G, K), A2d(Km) | Óptima para kikuyo y grama y moderada para kingrass | 324 0,4 |
|  | A1 (Km) - A1 - 2t (E, B, G) | Óptima para kingrass en 100% y óptima a moderada para brachiaria, estrella y grama | 2.036 2,5 |
|  | A1 (Km, K) - A1 - 2t (E, G) | Óptima para kingrass y kikuyo en 100% y optima a moderada estrella y grama | 2.414 3 |
|  | A1-2f (Km, G, K) | Óptima a moderada por acidez para kikuyo, grama y kingrass | 3.505 4,3 |
|  | A1-2f K | Óptima a moderada por acidez para kikuyo | 2.007 2,5 |
|  | A1-2t (E, B, G) | Óptima a moderada por textura para estrella, grama y brachiaria | 696 0,9 |
|  | A1K, A1-2f (Km, E, G) | Óptima para kikuyo y moderada por acidez para los demás | 368 0,5 |
|  | A1<40 (Km, G, K) | Óptima en 40% de los suelos para kikuyo, grama y kingrass | 678 0,8 |
|  | A1<40 K | Óptima para kikuyo en 40% de los suelos | 13.688 16,9 |
|  | A2f<40 (Km, E, B, G) | Moderada en 40% para kingrass, estrella, brachiaria y grama | 6.623 8,2 |
|  | A2f<40 (Km, E, G, K) | Moderada en 40% para kingrass, estrella, grama y kikuyo | 7.677 9,5 |
|  | A2f<40K | Moderada en 40% para kikuyo | 5.374 6,6 |
|  | A3re | Marginal por riesgo a erosión | 2.490 3,1 |
|  | N | No apta | 2.671 3,3 |
|  | Cuerpo de agua | | 191 0,2 |
|  | Urbano | | 60 0,1 |
| | Total general | | 81.125 100 |

Figura 4. Aptitud de uso de suelos para los pastos kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), estrella (*Cynodon nlemfuensis*), grama común (*Paspalum sp*), kingrass morado (*Pennisetum purpureum x Pennisetum typhoides*), brachiaria (*Brachiaria decumbens*), en La Plata.

Fuente: Corpoica (2015b).

Para tener en cuenta: la aptitud de los suelos para los distintos forrajes analizados es variable, siendo mayor el porcentaje de aptitud de los suelos para el pasto kikuyo en un 57,8 %. La aptitud de los suelos de La Plata es menor para las demás especies: brachiaria, grama común, estrella y kingrass morado. Dicha variación en la aptitud está relacionada con la altitud del municipio. El 3,3 % de los suelos es No apto para ningún forraje (Corpoica, 2015b) (figura 4).

Para evaluar la exposición se debe identificar:

b. En las ventanas temporales de análisis, las condiciones de humedad en el suelo para pastos y forrajes en el sistema productivo de ganadería bovina de doble propósito. El análisis se estableció en función de los pastos kingrass morado (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum typhoides*), kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), estrella (*Cynodon nlemfuensis*), la brachiaria (*Brachiaria decumbens*), los cuales son usados ampliamente para la alimentación del ganado bovino en La Plata.

Teniendo en cuenta que la actividad ganadera se desarrolla continuamente en el año, los meses establecidos en las ventanas de análisis fueron:

- ✓ Ventana de análisis 1 (mayores volúmenes de precipitación): julio–septiembre.
- ✓ Ventana de análisis 2 (menores volúmenes de precipitación): noviembre–enero.

Para el caso del kingrass morado, el análisis tuvo en cuenta las épocas de corte (tabla 3).

Para el kikuyo (tabla 4), estrella (tabla 5), la grama común (tabla 6), la brachiaria (tabla 7), el análisis tuvo en cuenta dos etapas de rotación de praderas (pastoreo y periodo de descanso).

Tabla 3. Ventana temporal de análisis para kingrass morado (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum typhoides*) en La Plata.

| Kingrass morado | Ene. | | | | Jul. | | | | Ago. | | | | Sep. | | | | Nov. | | | | Dic. | | | |
|--|------|---|---|---|------|---|---|---|------|---|---|---|------|---|---|---|------|---|---|---|------|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Cortes periódicos (en déficit hídrico) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cortes periódicos (en exceso hídrico) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: Corpoica (2015b).

Tabla 4. Ventana temporal de análisis para kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) en La Plata.

| Kikuyo | Ene. | | | | Jul. | | | | Ago. | | | | Sep. | | | | Nov. | | | | Dic. | | | |
|----------------------|------|---|---|---|------|---|---|---|------|---|---|---|------|---|---|---|------|---|---|---|------|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Pastoreo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Periodos de descanso | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: Corpoica (2015b).

Tabla 5. Ventana temporal de análisis para estrella (*Cynodon nlemfuensis*) en La Plata.

| Estrella | Ene. | | | | Jul. | | | | Ago. | | | | Sep. | | | | Nov. | | | | Dic. | | | |
|--|------|---|---|---|------|---|---|---|------|---|---|---|------|---|---|---|------|---|---|---|------|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Pastoreo (en déficit hídrico) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Periodo de descanso (en déficit hídrico) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pastoreo (en exceso hídrico) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Periodo de descanso (en exceso hídrico) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: Corpoica (2015b).

Tabla 6. Ventana temporal de análisis para grama común (*Paspalum* sp) en La Plata.

| Grama común | Ene. | | | | Jul. | | | | Ago. | | | | Sep. | | | | Nov. | | | | Dic. | | | |
|--|------|---|---|---|------|---|---|---|------|---|---|---|------|---|---|---|------|---|---|---|------|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Pastoreo (en déficit hídrico) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Periodo de descanso (en déficit hídrico) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pastoreo (en exceso hídrico) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Periodo de descanso (en exceso hídrico) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: Corpoica (2015b).

Tabla 7. Ventana temporal de análisis para brachiaria (*Brachiaria decumbens*) en La Plata.

| Brachiaria | Ene. | | | | Jul. | | | | Ago. | | | | Sep. | | | | Nov. | | | | Dic. | | | |
|--|------|---|---|---|------|---|---|---|------|---|---|---|------|---|---|---|------|---|---|---|------|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Pastoreo (en déficit hídrico) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Periodo de descanso (en déficit hídrico) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pastoreo (en exceso hídrico) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Periodo de descanso (en exceso hídrico) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: Corpoica (2015b).

En la parcela de integración, en un exceso hídrico, el periodo de descanso fue de 45 días y ocupación de tres días; en un déficit hídrico el período de descanso aumentó a 68-70 días, con periodos de ocupación de tres días para el pasto kikuyo.

Para evaluar la exposición se deben identificar:

c. En los mapas de escenarios agroclimáticos, la probabilidad de ocurrencia de condiciones de exceso y déficit hídrico en el suelo durante el establecimiento de los pastos kinggrass morado, kikuyo, estrella, brachiaria; dicha probabilidad puede ser baja (en tonos verdes), media (en tonos amarillos) o alta (en tonos naranja). Estos valores de probabilidad se presentan según el Índice de Palmer (Palmer, 1965)² y de acuerdo con los periodos de corte del pasto, o a los meses de ocupación y descanso de los potreros. La escala de análisis espacial es 1:100.000.

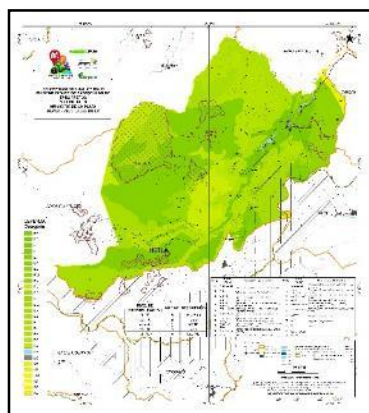
El déficit de agua en el suelo tiene un mayor impacto en ciertas etapas de desarrollo de los pastos, asimismo se expresan en mayor grado en partes específicas del territorio; por lo tanto, es importante saber en qué época y en qué sectores del municipio es más probable que una condición restrictiva ocurra.

En la figura 5 se presentan los escenarios agroclimáticos mensuales para los pastos kikuyo, estrella, grama común, estrella, kinggrass morado y brachiaria bajo condiciones de exceso hídrico en el suelo, en las dos ventanas de análisis (julio–septiembre y noviembre–enero).

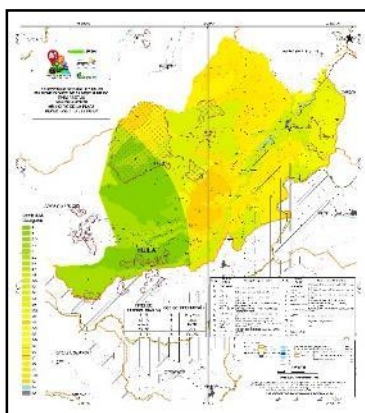
² El Índice de Palmer mide la duración e intensidad de un evento de sequía, a partir de datos de precipitación, temperatura del aire y humedad del suelo.

Ventana de análisis I

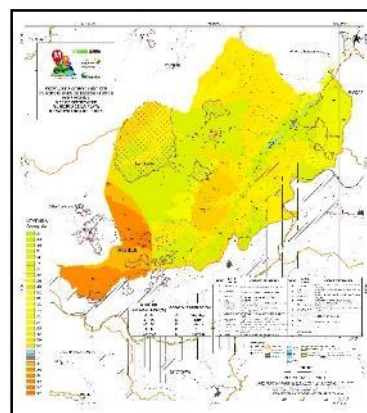
Julio



Agosto

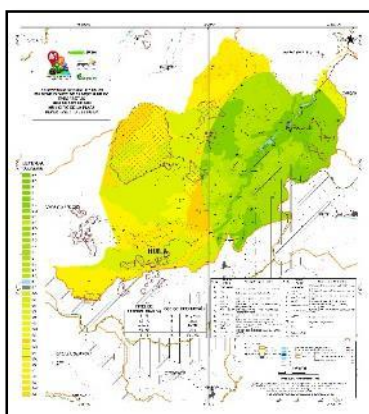


Septiembre

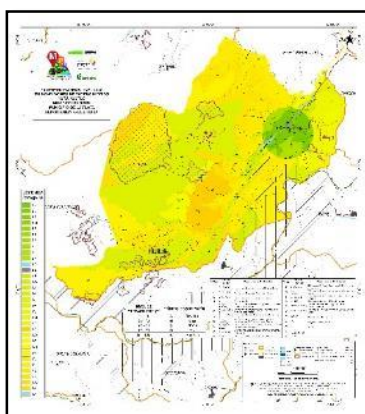


Ventana de análisis II

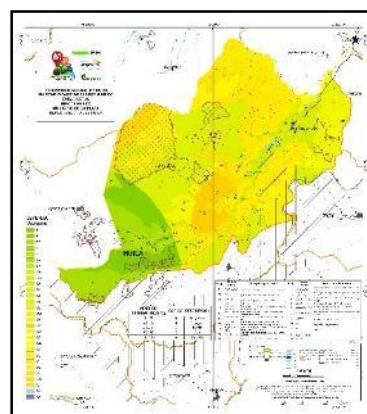
Noviembre



Diciembre



Enero



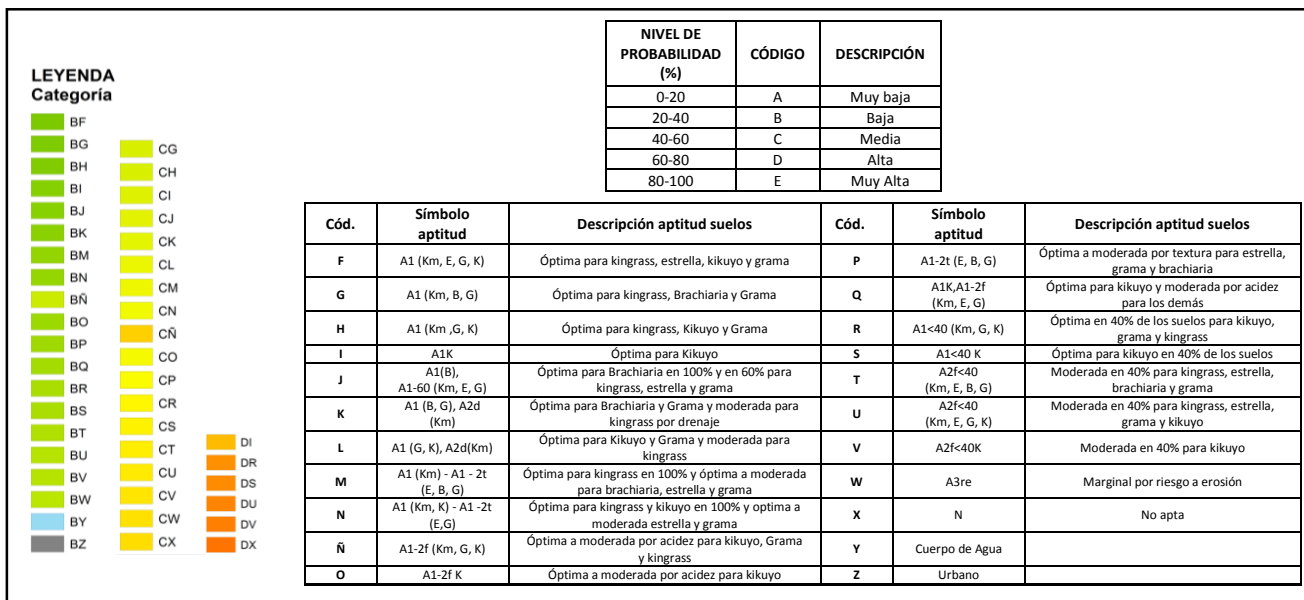


Figura 5. Escenarios agroclimáticos mensuales para los pastos kikuyo, grama común, kingrass morado y brachiaria. Sistema de ganadería bovina doble propósito en La Plata (Huila), bajo condiciones de exceso hídrico en el suelo.

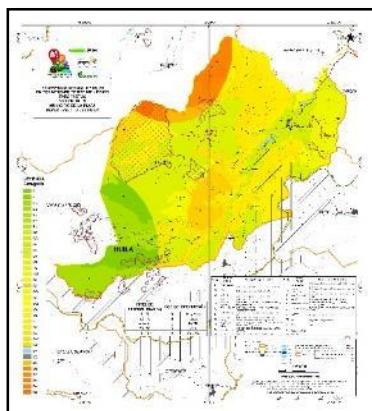
Fuente: Corpoica (2015b).

Para tener en cuenta: En la ventana de menor volumen de precipitación (noviembre a enero), la probabilidad de exceso hídrico en el suelo es menor al 60 % (en tonos verdes y amarillos). En septiembre, hacia el suroccidente del municipio, la probabilidad de exceso hídrico es alta (60 a 80 %, en tonos naranja).

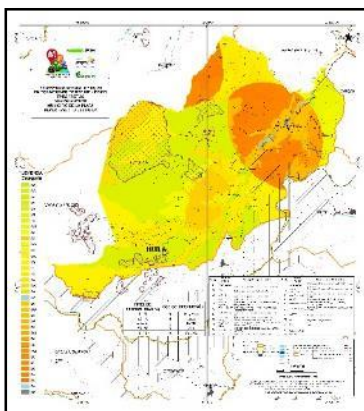
En la figura 6 se presentan los escenarios agroclimáticos mensuales para los pastos kikuyo, estrella, grama común, estrella, kingrass morado y brachiaria bajo condiciones de déficit hídrico en el suelo, en las dos ventanas de análisis (julio–septiembre y noviembre–enero).

Ventana de análisis I

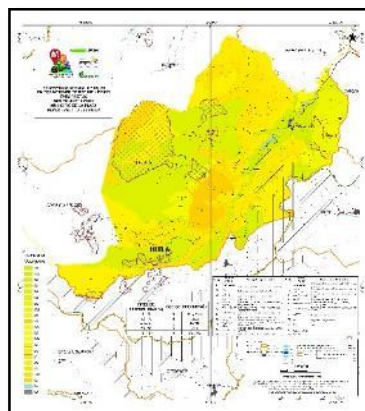
Julio



Agosto

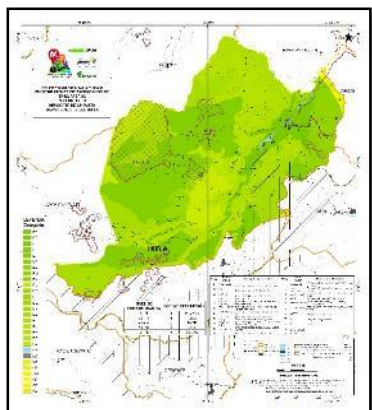


Septiembre

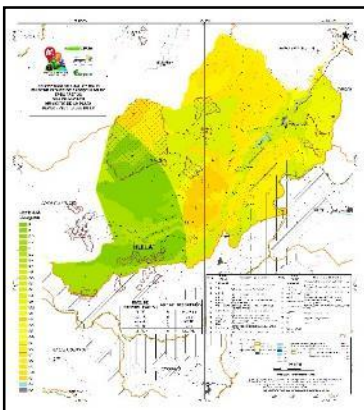


Ventana de análisis II

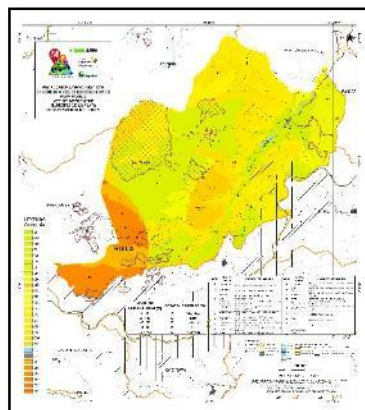
Julio



Agosto



Septiembre



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

| Cód. | Símbolo aptitud | Descripción aptitud suelos | Cód. | Símbolo aptitud | Descripción aptitud suelos |
|------|-----------------------------|--|------|-----------------------|---|
| F | A1 (Km, E, G, K) | Óptima para kingrass, estrella, kikuyo y grama | P | A1-2t (E, B, G) | Óptima a moderada por textura para estrella, grama y brachiaria |
| G | A1 (Km, B, G) | Óptima para kingrass, Brachiaria y Grama | Q | A1K, A1-2f (Km, E, G) | Óptima para kikuyo y moderada por acidez para los demás |
| H | A1 (Km, G, K) | Óptima para kingrass, Kikuyo y Grama | R | A1<40 (Km, G, K) | Óptima en 40% de los suelos para kikuyo, grama y kingrass |
| I | A1K | Óptima para Kikuyo | S | A1<40 K | Óptima para kikuyo en 40% de los suelos |
| J | A1(B), A1-60 (Km, E, G) | Óptima para Brachiaria en 100% y en 60% para kingrass, estrella y grama | T | A2f<40 (Km, E, B, G) | Moderada en 40% para kingrass, estrella, brachiaria y grama |
| K | A1 (B, G), A2d (Km) | Óptima para Brachiaria y Grama y moderada para kingrass por drenaje | U | A2f<40 (Km, E, G, K) | Moderada en 40% para kingrass, estrella, grama y kikuyo |
| L | A1 (G, K), A2d(km) | Óptima para Kikuyo y Grama y moderada para kingrass | V | A2f<40K | Moderada en 40% para kikuyo |
| M | A1 (Km) - A1 - 2t (E, B, G) | Óptima para kingrass en 100% y óptima a moderada para brachiaria, estrella y grama | W | A3re | Marginal por riesgo a erosión |
| N | A1 (Km, K) - A1 - 2t (E, G) | Óptima para kingrass y kikuyo en 100% y óptima a moderada estrella y grama | X | N | No apta |
| Ñ | A1-2f (Km, G, K) | Óptima a moderada por acidez para kikuyo, Grama y kingrass | Y | Cuerpo de Agua | |
| O | A1-2f K | Óptima a moderada por acidez para kikuyo | Z | Urbano | |

Figura 6. Escenarios agroclimáticos mensuales para los pastos kikuyo, estrella, grama común, kingrass morado y brachiaria. Sistema de ganadería bovina doble propósito en La Plata (Huila), bajo condiciones de déficit hídrico en el suelo.

Fuente: Corpoica (2015b).

El déficit de agua en el suelo puede impactar las etapas de desarrollo de los pastos y/o cultivos forrajeros, por lo que es fundamental realizar una planeación forrajera y conocer en qué época y en qué sectores del municipio se debe sembrar antes que una condición restrictiva ocurra.

Para tener en cuenta: en noviembre, julio y agosto es posible identificar un área al noroccidente del municipio (con influencia por ejemplo en la vereda La Estrella) en la que persisten probabilidades >60 % de deficiencias hídricas extremas en el suelo.

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

Zonas del municipio de La Plata en las cuáles el sistema de ganadería bovina doble propósito tendría un mayor o un menor riesgo de pérdida productiva

Para determinar cuáles son estas zonas, debe tenerse en cuenta la información anterior y observar los mapas de aptitud agroclimática de La Plata, tanto en la ventana de análisis I, como en la ventana de análisis II. Estos mapas presentan la aptitud agroclimática de los pastos kikuyo, estrella, grama común, kingrass morado y brachiaria, utilizados extensivamente en este sistema productivo de ganadería bovina doble propósito, en condiciones restrictivas por exceso (figura 7) y déficit hídrico (figura 8) en el suelo; además presentan la aptitud de los suelos. La escala de análisis espacial es 1:100.000.

Condición de exceso hídrico en el suelo

En condiciones de exceso hídrico en el suelo para kingrass morado, estrella, brachiaria, grama común y kikuyo en el municipio de La Plata, se identificaron las siguientes categorías de aptitud agroclimática:

Nichos productivos óptimos o con leves restricciones

- Ventana julio-septiembre: área que ocupa el 46,6 % (aproximadamente 37.844,63 ha) del área total del municipio (81.125,41 ha) se ubica hacia el centro y norte del municipio (figura 7).
- Ventana noviembre-enero: área que ocupa el 50,5 % (aproximadamente 40.959,65 ha) del área total del municipio (81.125,41 ha) se ubica en tres zonas diferenciadas al sur, centro occidente y nororiente del municipio (figura 7).

Estas presentan suelos óptimos y con aptitud moderada por texturas para pastos estrella, grama común y brachiaria y aptitud moderada por drenaje para kingrass. En las dos ventanas, la probabilidad de ocurrencia de condiciones de humedad ligeramente restrictiva está entre 40 y 80 %. En estas condiciones, en la escala temporal de evaluación (mensual), la humedad del suelo está próxima a capacidad de campo y hay baja probabilidad (< 20%) de excesos o deficiencias de agua que puedan limitar los procesos de rotación de las pasturas.

En una condición de exceso hídrico, estas áreas presentan menores limitaciones para el establecimiento de pasturas y manejo de especies pecuarias. En estas áreas se podría requerir una menor inversión en gestión del agua.

Áreas con suelos óptimos o con leves restricciones y alta exposición a excesos hídricos

- Ventana julio-septiembre: área que ocupa el 3,8% (aproximadamente 3.115,01 ha) del área total del municipio (81.125,41 ha). Pese a que son suelos que presentan limitaciones moderadas para las pasturas, la probabilidad de excesos hídricos en septiembre es >60 % (figura 7). Esto indica una mayor amenaza de pérdida de biomasa y calidad debido a que el exceso hídrico se presenta en los periodos de descanso de las especies estrella, brachiaria, kikuyo y grama. Adicionalmente, la acción de enfermedades asociadas a excesos de agua, como la presencia de chinche de los pastos, comprometen la supervivencia de la pastura.

En **condiciones de excesos hídricos extremos en el suelo**, los altos excedentes de agua en el suelo restringen el uso de estas áreas debido a los efectos negativos sobre sanidad, fisiología y productividad de las pasturas.

Áreas con suelos no aptos

- Ventana julio-septiembre: área que ocupa el 41,4 % (aproximadamente 33.586, 64 ha) del área total del municipio (81.125,41) se ubica hacia el sur, centro y norte occidente del municipio (figura 7).
- Ventana noviembre-enero: área que ocupa el 49,5 % (aproximadamente 40.165,76 ha) del área total del municipio (81.125,41 ha) se ubica hacia el sur, centro y norte occidente del municipio (figura 7).

Estas áreas están limitadas en su mayoría por pendiente y profundidad efectiva, por lo cual su riesgo a degradación por erosión para este uso es considerable.

Áreas con suelos no aptos y alta exposición a exceso hídrico

- Ventana julio-septiembre: área que ocupa el 8,1 % (aproximadamente 6.579,12 ha) del área total del municipio (81.125,41 ha) se ubica hacia el sur (figura 7).

Son áreas no recomendadas para el establecimiento de pastos debido a fuertes limitaciones por pendiente y profundidad efectiva y riesgo a degradación por erosión además de altas probabilidades de exceso hídrico (>60%).

Julio-Septiembre (A)

Noviembre-Enero (B)

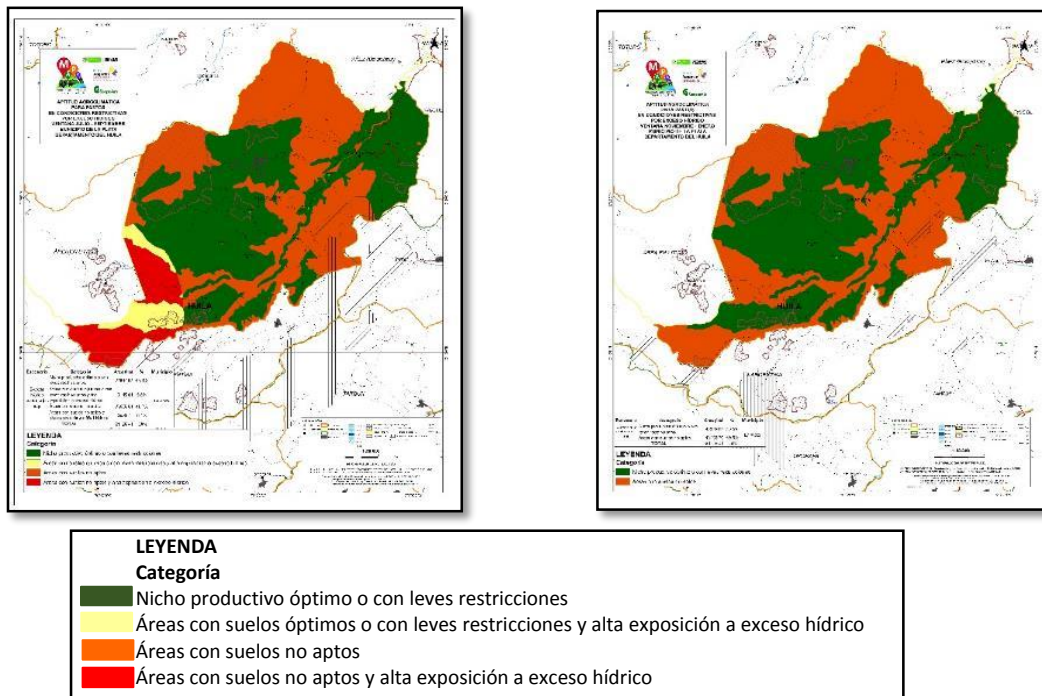


Figura 7. Mapa de aptitud agroclimática del municipio de La Plata para las ventanas de análisis julio-septiembre (A) y noviembre-enero (B) en condiciones de exceso hídrico en el suelo para kinggrass morado, estrella, brachiaria, grama común y kikuyo.
Fuente: Corpoica (2015b).

Condición de déficit hídrico en el suelo

Bajo **condiciones de déficit hídrico en el suelo** para kinggrass morado, estrella, brachiaria, grama común y kikuyo en el municipio de La Plata, se identificaron las siguientes categorías de aptitud agroclimática:

Nichos productivos óptimos o con leves restricciones

- Ventana julio-septiembre: área que ocupa el 40,2 % (aproximadamente 32638,43 ha) del área total del municipio (81.125,41 ha) se ubica hacia el centro, sur y nororiente del municipio (figura 8).
- Ventana noviembre-enero: área que ocupa el 48,4 % (aproximadamente 39.247,57 ha) del área total del municipio (81.125,41 ha) se ubica hacia el centro y norte del municipio (figura 8).

Estas áreas son recomendables desde el punto de vista biofísico pues presentan suelos óptimos y con aptitud moderada texturas para pasto estrella, grama común y Brachiaria y aptitud moderada por drenaje para kingrass. En las dos ventanas la probabilidad de ocurrencia de condiciones de déficit hídrico para las pasturas es menor al 40 %. En estas áreas se podría requerir una menor inversión en gestión del agua.

Áreas con suelos óptimos o con leves restricciones y alta exposición a deficiencias hídricas

- Ventana julio-septiembre: área que ocupa el 10,3 % (aproximadamente 8.318,48 ha) del área total del municipio (81.125,41 ha) se ubica hacia el centro y norte del municipio (figura 8).
- Ventana noviembre-enero: área que ocupa el 2,1 % (aproximadamente 1.712,08 ha) del área total del municipio (81.125,41 ha) se ubica hacia el centro y norte del municipio (figura 8).

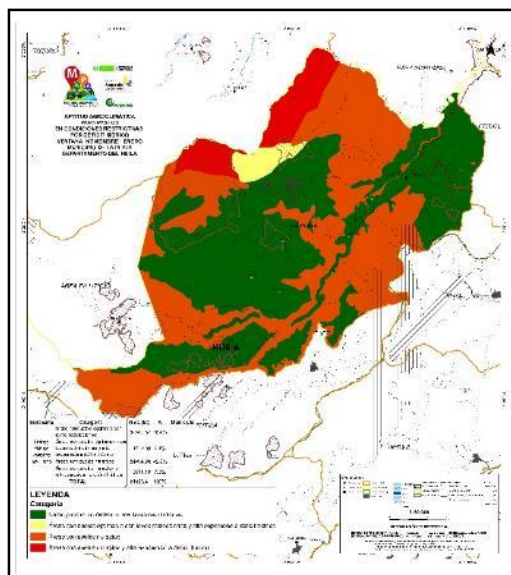
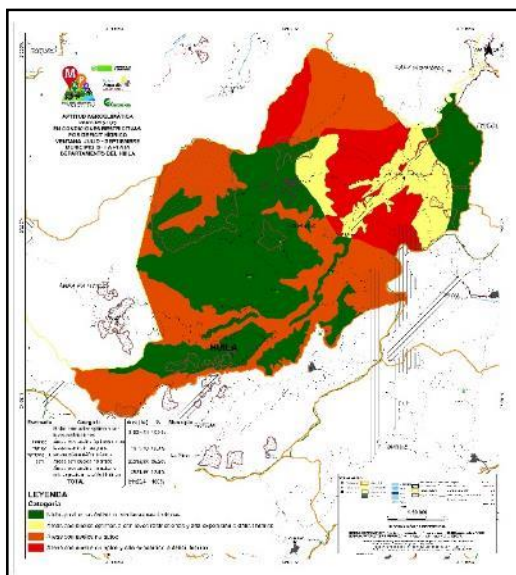
En estas áreas la probabilidad de ocurrencia de déficit hídrico en el suelo para el cultivo es >60% en la mayoría de los meses de la ventana de análisis. Hay una mayor amenaza de pérdida de rendimientos debido a que las inminentes deficiencias hídricas podrían ocasionar un estrés por anegamiento, muerte de tejidos y daños permanentes, principalmente en las etapas desarrollo vegetativo o épocas de descanso.

Adicionalmente, la acción de plagas, asociadas a deficiencias de agua, compromete la cantidad y calidad de biomasa disponible para los animales. Algunas especies de pasturas son más sensibles al déficit hídrico; estas son: kikuyo, kingrass morado y grama común.

Bajo **condiciones de deficiencias hídricas extremas en el suelo**, el uso de estas áreas debe restringirse debido a la mayor probabilidad de efectos negativos sobre sanidad, fisiología y productividad de las especies de pasturas.

Julio-Septiembre (A)

Noviembre-Enero (B)



| LEYENDA | |
|--|--|
| Categoría | |
| | Nicho productivo óptimo o con leves restricciones |
| | Áreas con suelos óptimos o con leves restricciones y alta exposición a déficit hídrico |
| | Áreas con suelos no aptos |
| | Áreas con suelos no aptos y alta exposición a déficit hídrico |

Figura 8. Mapa de aptitud agroclimática del municipio de La Plata para las ventanas de análisis julio-septiembre (A) y noviembre-enero (B) en condiciones de déficit hídrico en el suelo para kingrass morado, estrella, brachiaria, grama común y kikuyo.
Fuente: Corpoica (2015b).

Áreas con suelos no aptos

- Ventana julio-septiembre: área que ocupa el 36,2 % (aproximadamente 29.336,53 ha) del área total del municipio (81.125,41) (figura 8).

- Ventana noviembre-enero: área que ocupa el 42,5 % (aproximadamente 34.494,66 ha) del área total del municipio (81.125,41 ha) (figura 8).

Estas áreas están limitadas en su mayoría por pendiente y profundidad efectiva, por lo cual su riesgo a degradación por erosión para este uso es considerable.

Área con suelos no aptos y alta exposición a déficit hídrico

- Ventana julio-septiembre: área que ocupa el 13,4 % (aproximadamente 10.831,97 ha) del área total del municipio (81.125,41 ha) se ubica hacia el norte del municipio (figura 8).
- Ventana noviembre-enero: área que ocupa el 7 % (aproximadamente 5.671,10 ha) del área total del municipio (81.125,41 ha) se ubica hacia el noroccidente del municipio (figura 8).

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

Para mayor información sobre la aptitud agroclimática para los pastos kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), grama común (*Paspalum sp*), kinggrass morado (*Pennisetum purpureum x Pennisetum typhoides*) y brachiaria (*Brachiaria decumbens*), en La Plata (Huila), consulte el SE-MAPA.

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

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

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

- Datos referidos al estado de la atmósfera (clima): obtenidos mediante una estación meteorológica que registre precipitación, temperatura, radiación y humedad relativa.
- Datos referidos al estado del suelo: monitoreo y seguimiento de la humedad del suelo por medios organolépticos, sensores o determinaciones físicas.
- Rendimiento de praderas: seguimiento del desarrollo y crecimiento de los pastos y forrajes.
- Prácticas agrícolas y de manejo empleadas: labores culturales, control de plagas, de enfermedades y de malezas, aforos, etc.
- Desastres climáticos y sus impactos en la agricultura: eventos extremos que afectan el desarrollo de los forrajes, como excesos y déficit de agua, heladas, deslizamientos.
- Distribución temporal: periodos de crecimiento, épocas de siembra y cosecha, días de descanso y ocupación de los potreros.
- Observaciones técnicas y procedimientos utilizados en el desarrollo del sistema productivo.

El registro de datos meteorológicos en la finca busca conformar una base de datos agrometeorológicos (temperaturas máxima, mínima y media, precipitación, humedad relativa y radiación) a escala diaria. Estas variables pueden ser analizadas durante el ciclo del sistema productivo y, principalmente, en etapas críticas; además, se pueden relacionar

con las exigencias climáticas del sistema productivo, sus necesidades hídricas y sus rendimientos (Pérez, 2012)³.

Sección 2. Prácticas que se pueden implementar para reducir la vulnerabilidad del sistema productivo de la ganadería bovina doble propósito en condiciones restrictivas de humedad, en el suelo en La Plata

En esta sección se presentan recomendaciones sobre opciones tecnológicas integradas y validadas con potencial para mitigar los efectos que el exceso o déficit hídrico en el suelo tiene sobre el sistema productivo de ganadería doble propósito en el municipio de La Plata (departamento de Huila).

Estas opciones tecnológicas fueron implementadas entre el 1 de mayo de 2015 y 29 de junio de 2016, época en la cual se presentaron condiciones de déficit y/o exceso hídrico en el suelo.

En el balance hídrico atmosférico (figura 9) se puede observar que durante los meses de mayo 2015 a junio de 2016 la evapotranspiración potencial [ET_0] no excedió la precipitación; sin embargo durante octubre y diciembre de 2015 y enero de 2016, meses con los menores registros de precipitaciones, la [ET_0] superó la precipitación, lo cual ocasiona que los rendimientos y la calidad nutricional de las pasturas (principal fuente de alimentación de los bovinos) se reduzca drásticamente, afectando así la productividad del sistema bovino de ganadería doble propósito.

³ 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>.

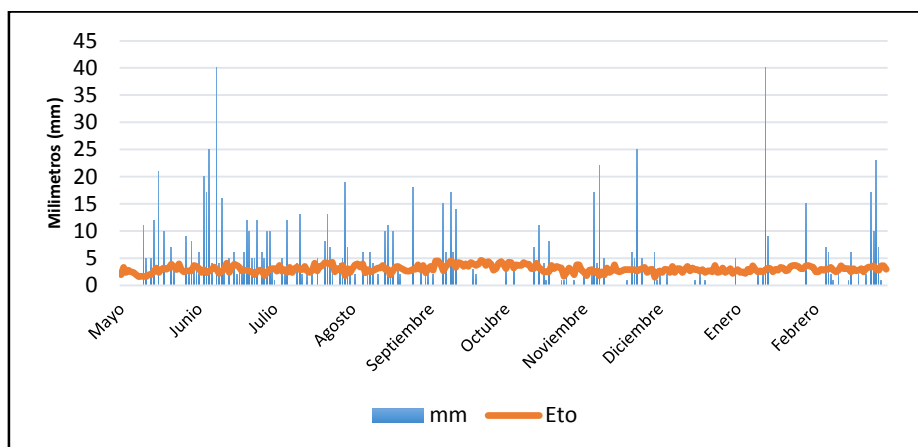


Figura 9. Balance hídrico atmosférico entre los meses de mayo a diciembre de 2015, enero a junio de 2016. Parcela de integración del sistema productivo de ganadería bovina doble propósito de La Plata (Huila).

Fuente: Corpoica (2016).

Lo anterior coincide con lo encontrado en el balance hídrico agrícola (figura 10), en el cual se observa que el agua fácilmente aprovechable (AFA) es superada en la mayoría de los meses de evaluación de las opciones tecnológicas por el coeficiente de agotamiento (Dr Final).

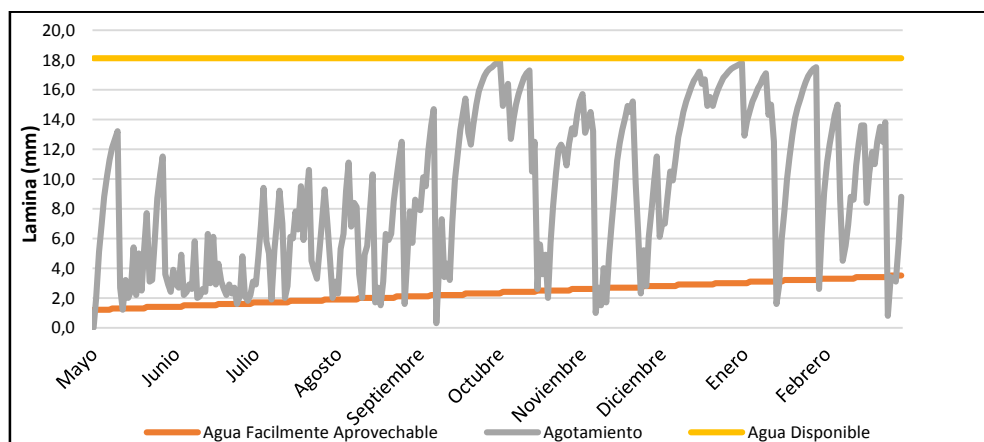


Figura 10. Balance hídrico agrícola entre los meses de mayo a diciembre de 2015 y enero a junio de 2016. Parcela de integración del sistema productivo de ganadería doble propósito de la Plata (Huila).

Fuente: Corpoica (2016)

De acuerdo con el balance hídrico agrícola se puede observar que en el periodo de evaluación solo se evidencia déficit hídrico en el suelo en los meses de marzo a junio de 2016, ya que el agotamiento supera el agua fácilmente aprovechable. La figura 10 evidencia que el agotamiento, es decir la cantidad de agua faltante en la zona radicular del pasto con respecto a la capacidad de campo sobrepasa el AFA en varios momentos. Después de que el consumo en la zona radical exceda el AFA, el agotamiento será lo suficientemente alto como para limitar la evapotranspiración del cultivo, lo cual indica estrés hídrico por déficit de agua en el suelo (Allen et al., 2006).

En la tabla 8 se compara la precipitación registrada en el municipio de La Plata durante el período de la validación con el promedio multianual de precipitación. Se observa que el valor ONI durante todos los meses fue superior a 0,5 en forma continua (evento El Niño), La anomalía total, para el período mayo 2015 a febrero 2016, fue del 22,9 % lo cual muestra una disminución de la precipitación en el municipio (Corpoica, 2016).

Tabla 8. Variación de la precipitación en el periodo de validación, con relación al histórico multianual en el municipio de la Plata (Huila).

| Precipitación | May. | Jun. | Jul. | Ago. | Sep. | Oct. | Nov. | Dic. | Ene. | Feb. | Total |
|-----------------------------|-------|-------|------|------|-------|-------|--------|---------|-------|-------|-------|
| La Plata 2015-2016 (mm) | 101 | 239 | 118 | 87 | 65 | 43 | 102 | 13 | 70 | 87 | 925 |
| PPT 5205006 Multianual (mm) | 142,6 | 88,5 | 68,7 | 44,3 | 71,1 | 160,0 | 172,2 | 156,5 | 142,9 | 153,2 | 1200 |
| Diferencia (%) | -41,5 | 150,4 | 49,2 | 42,7 | -6,11 | -117 | -70,23 | -143,44 | -72,9 | -66,2 | -22,9 |
| Anomalía (%) | -29 | 170 | 70 | 97 | -9 | -75 | -41 | -92 | -51 | -43 | |
| ONI | MAM | AMJ | MJJ | JJA | JAS | ASO | SON | OND | NDE | DEF | |
| | 0,7 | 0,9 | 1,1 | 1,3 | 1,6 | 1,9 | 2,3 | 2,5 | 2,5 | 2,3 | |

Considerando este comportamiento meteorológico y teniendo en cuenta que el manejo tradicional basado en el pastoreo alterno de potreros establecidos con grama nativa (*Paspalum sp*) es afectado por condiciones de déficit y exceso hídrico, a continuación se presentan recomendaciones para implementar la opción tecnológica de implementación de forrajes alternativos kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) en asocio con trébol rojo (*Trifolium pratense*) y para suplementación alimenticia a través del ensilaje de avena forrajera cv cayuse, con el fin de reducir la vulnerabilidad del sistema productivo de ganadería bovina de doble propósito en condiciones restrictivas de humedad en suelo.

1. Implementación de forrajes alternativos, kikuyo en asocio con trébol rojo.

Esta actividad consiste en la combinación de una serie de prácticas que permiten mejorar las condiciones de una pradera a establecer, con el fin de contrarrestar el impacto de las épocas restrictivas de humedad en el suelo sobre la producción y disponibilidad de biomasa forrajera, incrementar la biodiversidad y disponer de una mayor oferta para la alimentación de bovinos. A continuación se hace una descripción detallada de la metodología.

Reconocimiento de las condiciones agroecológicas del predio. Además del análisis agroclimático descrito en la sección 1, es importante conocer las condiciones agroecológicas de la parcela. Se validó esta tecnología en la finca Los Cristales, la cual se encuentra ubicada en la vereda La Estrella, a 2.233 msnm, presenta una temperatura mínima promedio de 14,1°C, máxima promedio de 21,1°C y media promedio de 17,6°C, una precipitación anual de 1.497 mm, topografía ondulada, suelos franco-arenosos, con pH de 5,4 (fuerte a extremadamente ácido) y contenido alto de materia orgánica (24%).



Figura 11. Panorámica de la finca Los Cristales. Parcela de integración del sistema productivo de ganadería doble propósito en La Plata (Huila).

Fuente: Corpoica (2016).

Especies a establecer. Al considerar lo anteriormente mencionado y las características físicas y químicas que presentan los suelos de la zona y las condiciones agroclimáticas, se realiza la siembra del pasto kikuyo con trébol rojo.

- El kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) se caracteriza por su buena adaptación al medio, rusticidad y persistencia. Se encuentra desde los 1.000 a 3.000 msnm, y se obtienen buenos rendimientos con un mínimo de 750 mm de precipitación. De igual manera presenta un amplio rango de adaptación a diferentes temperaturas desde los 9 °C a 22 °C.
- El trébol rojo (*Trifolium pratense*) se comporta bien en asocio con el kikuyo, se adapta a pisos térmicos fríos y moderadamente fríos (por encima de los 1.800 msnm). Asimismo presenta buen rendimiento y su recuperación es considerable debido a la acumulación de reservas en sus raíces pivotantes.

Material de siembra. Para propagar el pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) se utilizan estolones de 15 a 20 cm (1.500 kg.ha^{-1}), los cuales al formar raíces en sus nudos facilitan su rápido establecimiento (figura 12).



Figura 12. Estolones de kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) para propagación. Parcela de integración del sistema productivo de ganadería doble propósito en La Plata (Huila).

Fuente: Corpoica (2016).

El trébol rojo (*Trifolium pratense*) se siembra en triángulo por semilla (3 kg.ha^{-1}) (Bernal, 2005). Se recomienda que la semilla sea certificada, garantizando que el porcentaje de germinación supere el 90%, aspecto que se puede corroborar realizando una prueba de germinación.

Mecanización. El suelo debe poseer condiciones físicas, químicas y biológicas óptimas para el desarrollo del sistema radicular de las plantas y el transporte de los nutrientes. La intervención mecánica mediante tractor permite brindar dichas condiciones, además de que prepara al suelo previo al comienzo de un proceso de siembra; no obstante existen zonas donde la topografía, las condiciones económicas, entre otros factores, no permiten acceder ni hacer uso de implementos de laboreo a través de tractor.

Para estos casos y como sucedió en la parcela de integración, se recomienda el uso de la azada. Con esta se realizan hoyos, a distancias de $0,5 \times 0,5$ cm entre líneas, para luego proceder a la siembra que se realiza a una profundidad de 15 cm, en triángulo, utilizando las curvas a nivel (figura 13).



Figura 13. Preparación del suelo para la siembra del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) en asocio con trébol rojo (*Trifolium pratense*). Parcela de integración del sistema productivo de ganadería doble propósito en La Plata (Huila).

Fuente: Corpoica (2016).

Fertilización. Para un manejo adecuado de la fertilización es necesario contar con el análisis químico y físico del suelo, herramienta diagnóstica que permite hacer planes de manejo de las praderas en el corto, mediano y largo plazos. Con las propiedades físicas se evalúan la aireación, movimiento del agua, conducción térmica, crecimiento radicular y resistencia a la erosión (figura 14).



Figura 14. Labores de fertilización en la parcela de integración del sistema productivo de ganadería doble propósito en La Plata (Huila).

Fuente: Corpoica (2016).

Con base en este análisis se pueden identificar los contenidos de nutrientes y determinar las cantidades necesarias a aplicar mediante fertilización. Aunque cada parcela varía en sus contenidos de nutrientes, se puede incorporar al momento de establecer la intersembra: 125 kg.ha^{-1} de P_2O_5 (DAP), 100 kg.ha^{-1} de sulfato de amonio, 30 kg.ha^{-1} de sulfato de zinc y 5 kg.ha^{-1} de bórax; luego aproximadamente tres, seis y nueve meses después de la primera aplicación, se recomiendan 50 kg.ha^{-1} de urea, 30 kg.ha^{-1} de sulfato de calcio, 40 kg.ha^{-1} de sulfato de magnesio y 30 kg.ha^{-1} de cloruro de potasio. Las anteriores recomendaciones se establecieron para la parcela de integración, de acuerdo con el análisis realizado en el laboratorio de Corpoica C. I. Tibaitatá, ubicado en Mosquera, Cundinamarca.

Control de arvenses. Se recomienda llevar a cabo el control de arvenses con machete y guadaña (cuando se requiera) en ambos bloques, ya sea el rotacional o el alterno (figura 15).



Figura 15. Control de arvenses mediante el uso de machete y guadaña. Parcela de integración del sistema productivo de ganadería doble propósito en La Plata (Huila).

Fuente: Corpoica (2016).

Manejo de plagas y enfermedades (kikuyo en asocio con trébol rojo). Potreros establecidos con pasto kikuyo pueden ser afectados por el ataque de la chinche de los pastos (*Collaria sp.*). No obstante, se recomienda realizar las diferentes prácticas para su manejo integrado; cuando se observe la aparición del daño, el cual se evidencia con puntos blancos en el tercio apical de la hoja (figura 16).



Figura 16. Síntomas de ataque de la chincha de los pastos (*Collaria sp.*). Parcela de integración del sistema productivo de ganadería doble propósito en La Plata (Huila).

Fuente: Corpoica (2016).

Se puede utilizar algún insecticida con registro ICA para ser utilizado en pastos y para esta plaga, con preferencia por las categorías toxicológicas II y III. Es recomendable hacer rotación de ingredientes activos y modo de acción de los insecticidas y en todo caso tener en cuenta el periodo de carencia para reingresar el ganado.

La chinche causa disminución en la cantidad y calidad del pasto, pérdidas en materia seca y disminución en la conversión de las proteínas, dando como consecuencia bajas drásticas en la producción de leche y pérdida de capacidad de carga por potrero (Barreto, 1999).

En la parcela de integración y por observaciones en campo se evidenció que la chinche de los pastos atacó los rebrotes de dos potreros ubicados en la zona plana; sin embargo, en la zona ondulada no se evidenció su presencia.

Para disminuir el impacto de esta plaga, y antes de considerar la aplicación de algún tipo de insecticida, se recomienda establecer un manejo integrado que considere como mínimo:

- Medidas culturales para el cultivo de los pastos, como el establecimiento de un sistema rotacional.
- Una capacidad de carga animal, según la disponibilidad forrajera de cada potrero.
- El uso de especies de pastos tolerantes a las plagas.
- La detección de focos en las fincas vecinas y en los potreros propios, para establecer un plan de manejo preventivo adecuado.
- La definición de un plan de fertilización que derive de un análisis químico de suelos.

2. División de potreros

En la mayoría de las fincas, los potreros no son aprovechados en forma correcta, lo que causa una baja producción de pastos. Para lograr los máximos rendimientos en la producción de leche, es de vital importancia el manejo adecuado de los potreros, lo que puede lograrse con la división del área a pastorear en pequeñas parcelas o subpotreros que se utilizan sistemáticamente; es decir, mientras una parcela es pastoreada las demás descansan.

Esta práctica permite:

- Designar el momento óptimo de ofrecimiento del pasto a los animales.
- Obtener una mayor eficiencia por unidad de superficie, al regular el nivel de defoliación y el tiempo de descanso de los potreros.
- Establecer un control estratégico de parásitos internos y externos.
- Contar con potreros más homogéneos en topografía o vegetación.
- Una distribución más uniforme de las excretas y mejor supervisión de los animales (Reinoso & Soto, 2006).
- Evitar el sobrepastoreo y, por consiguiente, se disminuye la compactación del suelo.
- Que en la parte baja del tallo de las hojas inferiores se encuentren las reservas nutritivas que sirven para iniciar nuevamente el crecimiento, luego de ser cortados o pastoreados.
- Que la vegetación pase por un periodo de recuperación entre ciclo y ciclo de pastoreo.

El número de potreros a dividir dependerá de la cantidad de animales, de la producción de forraje verde y/o materia seca por metro cuadrado, del período de ocupación o de permanencia de los animales en cada potrero y del tiempo de descanso que requiere la pradera para recuperarse.

Es importante que productores y técnicos conozcan cómo determinar la disponibilidad de forraje y la composición botánica de una pastura, y el balance gramínea-leguminosa; y a partir de ese conocimiento cómo diseñar sistemas y estrategias de manejo para su mayor utilización y beneficio sin detrimento de la pastura ni de los recursos naturales (Franco et al., 2006).

Se recomienda realizar aforos de disponibilidad por frecuencia en el potrero próximo a pastorear utilizando la metodología propuesta por Franco et al. (2006). Esta consiste en emplear un marco de 0,25 m²; a cada marco se le construye una escala y se le asigna una calificación de 1-5, en donde 1 corresponde a baja disponibilidad de biomasa y 5 a mayor disponibilidad.

El forraje de cada marco es cortado y pesado, previa calificación de la escala y el registro de las especies que se encuentran dentro del marco, una vez realizada la escala se completan

40 lanzamientos del marco, al azar, tratando de registrar todas la poblaciones existentes en toda el área de la pradera; no se debe cortar el pasto, solo hacer la calificación de escala y registrar las especies presentes (figura 17).



Figura 17. Aforos de disponibilidad por frecuencia en potreros de kikuyo en asocio con trébol rojo. Parcela de integración del sistema productivo de ganadería doble propósito en La Plata (Huila).
Fuente: Corpoica (2016).

El tiempo de permanencia no debe superar los tres días, y de preferencia entre cinco a siete días. El tiempo de recuperación dependerá de la especie, de la intensidad de defoliación y de los factores ambientales, especialmente de la precipitación. Para el caso del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), el periodo de recuperación puede ser de 35 a 45 días durante la temporada lluviosa o cuando se aplica riego, mientras que durante el periodo de déficit hídrico, los periodos se amplían de 60 a 75 días (Dugarte & Ovalles, 1991) (figura 18).



Figura 18. División y rotación de potreros de kikuyo en asocio con trébol rojo. Parcela de integración del sistema productivo de ganadería doble propósito en La Plata (Huila).
Fuente: Corpoica (2016).

Por lo tanto el número de parcelas determina la flexibilidad en el control del tiempo e intensidad de pastoreo, ya que se relaciona directamente con el tiempo de descanso de la pradera e inversamente con el tiempo de permanencia por parcela. La cantidad de parcelas se puede calcular mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Número de parcelas} = (\text{período de descanso} / \text{período de permanencia}) + 1$$

Con el fin de atenuar las fluctuaciones estacionales en la producción de forraje es necesario ir modificando a lo largo del año los períodos de descanso de la pastura. Cuando se pasa de una rotación larga a una más corta (con menos días de descanso de la pastura) se debe reducir el número de parcelas o el tiempo de permanencia en ellas. Lo contrario sucede cuando pasa de una rotación corta a una más larga (Reinoso & Soto, 2006).

Es importante destacar que los periodos de ocupación y descanso, en el manejo tradicional no incorporan criterios de tipo técnico, por lo cual es primordial desarrollar un manejo adecuado de pradera.

3. Siembra de avena forrajera cayuse (*Avena sativa*) para la elaboración de ensilaje como suplemento alimenticio de bovinos para épocas críticas.

Lo primero que se debe tener en cuenta es la selección de la especie y los requerimientos de clima y suelo, como también el análisis de suelo. La avena forrajera (*Avena sativa*), cayuse (figura 19) tiene unos altos rendimientos de forraje verde por unidad de superficie, elevada proporción de hojas y contenidos de azúcares solubles, además de su facilidad en la cosecha mediante métodos manuales o mecánicos.

Se debe usar semilla certificada y verificar su calidad mediante una prueba de germinación.



Figura 19. Avena forrajera cayuse (Avena Sativa). Parcela de integración del sistema productivo de ganadería doble propósito en La Plata (Huila).
Fuente: Corpoica (2016).

Para la selección de forrajes se puede usar el sistema de toma de decisiones para la selección de especies forrajeras (STDF-Corpoica), en donde se hace referencia a las condiciones edafológicas, climáticas y biofísicas necesarias para el establecimiento y desarrollo de cada especie forrajera.

Área a sembrar. Para determinar la cantidad a sembrar se debe tener en cuenta el número de vacas en producción. En promedio una vaca consume 10 kg de ensilaje al día, aunque también este valor depende del evento climático extremo que se presente. Para ajustar este valor, es importante realizar una prueba previa de consumo (figura 20).



Figura 20. Prueba de consumo de ensilaje. Parcela de integración del sistema productivo de ganadería doble propósito. La Plata (Huila).
Fuente: Corpoica (2016).

Época de siembra y preparación del suelo. Se recomienda realizar la siembra al inicio de la temporada de lluvias con el fin de garantizar una adecuada germinación, un debido establecimiento y buenos rendimientos.

Para la siembra de avena el terreno se puede arreglar mediante la caballoneada, labor que consiste en hacer un montículo de tierra en curvas a nivel (figura 21). Se puede realizar a través de tractor, manualmente con una azada o un azadón, o utilizando bueyes, y esto depende de las condiciones topográficas del terreno.



Figura 21. Caballoneado del terreno para la siembra de avena forrajera. Parcela de integración del sistema productivo de ganadería doble propósito en La Plata (Huila).
Fuente: Corpoica (2016).

Utilizando la azada (instrumento de acero encabado en madera), se deja una zanja para encalar si el suelo es ácido, preabonar, según las recomendaciones del análisis de suelos y sembrar (figura 22).



Figura 22. Preparación del terreno para la siembra de avena cayuse a través del caballoneado, actividades de encalado y tape de los caballones. Parcela de integración del sistema productivo de ganadería doble propósito en La Plata (Huila).
Fuente: Corpoica (2016).

Las ventajas de utilizar la azada es la sencilla manipulación del suelo para los trabajadores, además permite un fácil desterronamiento para una adecuada cama que facilita la germinación de la semilla

Densidad y método de siembra. La densidad de siembra para la avena forrajera oscila entre 80-120 kg.ha⁻¹ (Argote & Ruiz, 2011). Se puede sembrar en línea sobre los caballones dispuestos para tal fin, a una profundidad de 3-5 cm. Se debe tener la precaución de dejarla bien tapada y de igual forma realizar unos buenos drenajes (figura 23).



Figura 23. Siembra de avena cayuse en la línea de los caballones. Parcela de integración del sistema productivo de ganadería doble propósito en La Plata (Huila).
Fuente: Corpoica (2016).

Fertilización. También se determina con base en el análisis de suelos y el requerimiento de la especie. Para el caso de la avena sembrada en la parcela de integración, las recomendaciones de fertilización provinieron del laboratorio de Corpoica C.I. Tibaitatá, ubicado en Mosquera, Cundinamarca.

De acuerdo con esta recomendación, se pueden, por ejemplo, utilizar fuentes simples como la urea con 116 kg.ha⁻¹, para suplir las deficiencias de nitrógeno; además fósforo (100 kg.ha⁻¹ DAP), cloruro de potasio (5 kg.ha⁻¹), sulfato de calcio (6 kg.ha⁻¹), bórax (5 kg.ha⁻¹) (figura 24).



Figura 24. Fertilización avena cayuse. Parcela de integración del sistema productivo de ganadería doble propósito en La Plata (Huila).
Fuente: Corpoica (2016).

Seguimiento del crecimiento de la avena. Se recomienda realizar seguimiento periódico al desarrollo y crecimiento de la avena, para así verificar la necesidad de realizar alguna mejora mediante labores de abonado o fertilización. En la parcela de integración de La Plata (Huila), antes de ser cosechada la avena alcanzó una altura de 1,70 m (figura 25).



Figura 25. Seguimiento del crecimiento de la avena. Parcela de integración del sistema productivo de ganadería doble propósito en La Plata (Huila).
Fuente: Corpoica (2016).

Al igual que cualquier cultivo, estas áreas establecidas con avena forrajera requieren de un control fitosanitario (arvenses, plagas y enfermedades). Para lo cual es importante adelantar labores de prevención, monitoreo y control con el apoyo de un asistente técnico.

Elaboración de ensilaje. Según lo evaluado en la parcela, se obtuvo una producción de FV (Forraje verde) de 40.8 t ha⁻¹, lo cual es un valor alto, si se está de acuerdo con Bolaños, González, Apráez y Moncayo (2003); Corpoica (2016), quienes reportaron producciones en promedio de 25,5 t.ha⁻¹ de forraje verde de avena forrajera.

Se debe cosechar la avena en estado lechoso- pastoso. Posteriormente se corta, se deshidrata en campo o bajo techo por uno o dos días, se pica utilizando una pica pasto de picado fino, se le adiciona un aditivo o inoculante para promover el proceso de fermentación y conservación. Por ejemplo, si se usa melaza, esta se debe diluir en agua, de 3% por tonelada de forraje verde, hasta obtener un producto homogéneo.

Luego se empaca en bolsas de polietileno calibre seis a ocho y se almacena (figura 26). Después de 30 días puede ser suministrado a los animales (Arreaza, Amado, Londoño, Ballesteros & Herrera, 2012).



Figura 26. Cosecha, picado y elaboración de ensilaje de avena (*Avena sativa*). Parcela de integración del sistema productivo de ganadería doble propósito en La Plata (Huila).
Fuente: Corpoica (2016).

El ensilaje es un método de conservación de forraje húmedo y su objetivo es la preservación del valor nutritivo del alimento a través de una estructura hermética llamada silo. El proceso de ensilaje no mejora la calidad del forraje, pero conserva por mayor tiempo su valor nutricional, manteniendo los componentes energéticos y proteicos de los materiales forrajeros mediante procesos de fermentación anaeróbica (Mejía, Cuadrado & Rivero, 2013).

Para mayor información sobre las opciones tecnológicas descritas, consulte el SE-MAPA.

Ventajas comparativas de las opciones tecnológicas implementadas

Lo expuesto representa el esquema de manejo mejorado, en comparación con un esquema de manejo tradicional basado en el pastoreo continuo y alterno de potreros establecidos con pasto grama nativa (*Paspalum sp*). Estas tecnologías son un marco general de referencia, validadas en un nicho productivo óptimo o con leves restricciones, y su eventual implementación en otro predio del municipio de La Plata se debe ajustar de acuerdo con la zonificación de aptitud agroclimática.

La implementación de nuevos forrajes alternativos y aquellas actividades culturales inmersas durante el desarrollo de esta opción tecnológica (labranza con azada, fertilización, registro meteorológico, aforos, división de potreros, determinación de capacidad de carga animal, entre otros), mejoran las condiciones productivas del sistema productivo ganadería doble propósito en condiciones restrictivas de humedad en el suelo.

A continuación se presentan los resultados más destacados, producto de la validación e integración de las opciones tecnológicas:

- El suplemento con ensilaje de avena forrajera genera aumento en la producción diaria de leche de 3 litros por animal, con respecto al manejo tradicional sin suplementación.
- Se incrementa la producción de materia seca ($t \cdot ha^{-1}$) en un 81%, representada en el aumento de la capacidad de carga, que de 0,3 animales/ha, promedio manejado en el sistema tradicional, se pasó a 3,3 animales/ha, con la integración de las ofertas tecnológicas.
- Se reduce el porcentaje de desperdicio de forraje, influenciado por factores como pisoteo, densidad de animales, área de pastoreo y especie forrajera, pasando del 30% al 20%, producto de la implementación de forrajes alternativos y un esquema de pastoreo rotacional.
- Se mejora el valor nutritivo del pasto, y de esta manera la habilidad rumiante del animal para digerir y aprovechar el forraje.
- Dichas mejoras nutricionales y de manejo se reflejaron en la producción de leche, la cual de un promedio productivo de $3,2 \text{ l vaca}^{-1} \cdot \text{día}^{-1}$, se incrementó a $6,2 \text{ l vaca}^{-1} \cdot \text{día}^{-1}$), un 93 % más, a favor del esquema de manejo mejorado con respecto al manejo tradicional del sistema productivo.

- En la composición botánica de la pradera se incrementaron las proporciones de kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), el cual pasó de 5% a 60%, y de trébol rojo (*Trifolium pratense*), que del 2% pasó al 10%; reduciéndose la proporción de grama nativa (*Paspalum sp*) de 80% a 10%, especie de baja producción de forraje verde por hectárea.

En la tabla 9 se resumen los resultados de las variables evaluadas en el sistema de ganadería bovina doble propósito, comparando un esquema de pastoreo tradicional y uno mejorado basado en la intersiembra de kikuyo con trébol rojo y suplementación con ensilaje de avena forrajera cv cayuse, en condición restrictiva de humedad en suelo por déficit hídrico.

Tabla 9. Resultados productivos en un esquema de manejo productivo mejorado y uno de manejo tradicional. Parcela de integración de ganadería bovina doble propósito en La Plata (Huila).

| Detalle | % MS | MS (t.ha ⁻¹) |
|---|------|--------------------------|
| Oferta tecnológica. Kikuyo en asocio con trébol rojo + ensilaje | 23,3 | 16,24 |
| Manejo tradicional. Grama nativa | 23,5 | 0,68 |

| Esquema de manejo (déficit hídrico) | Oferta materia seca (kg.año ⁻¹) | Demanda de materia seca (kg vaca ⁻¹ .año ⁻¹) | Capacidad de carga animal |
|-------------------------------------|---|---|---------------------------|
| Tradicional | 1680 | 4927 | 0,3 |
| Mejorado | 16,240 | 4927 | 3,3 |

| Esquema de manejo | l/vaca ⁻¹ /día ⁻¹ | l/hato ⁻¹ /día ⁻¹ | l/ha ⁻¹ /año ⁻¹ |
|-------------------|---|---|---------------------------------------|
| Tradicional | 3,2 | 12,8 | 4.672 |
| Mejorado | 6,2 | 24,8 | 9.052 |

* Para un hato de cuatro vacas en lactancia en dos hectáreas divididas en 16 potreros

**Tres días de ocupación y 45 de descanso

Fuente: Corpoica (2016).

La aplicación de estas opciones tecnológicas permite que los sistemas de ganadería de doble propósito ubicados en zonas con alta exposición a déficit hídrico sean más resilientes.

Prácticas complementarias para disminuir la vulnerabilidad del sistema productivo bovino doble propósito en La Plata a condiciones restrictivas de humedad en el suelo

Con el fin de disminuir la vulnerabilidad del sistema productivo de ganadería doble propósito en el municipio de La Plata (Huila), se pueden desarrollar prácticas culturales, técnicas y tecnologías que aumentan la capacidad adaptativa del sistema.

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

a. Plan de manejo sanitario animal: una opción tecnológica complementaria para el sistema productivo bovino de ganadería doble propósito es la instauración de un plan sanitario, el cual debe considerar como mínimo los siguientes tres aspectos:

1. Plan preventivo. Aplica para las enfermedades que no están presentes en el hato y de las cuales se quiere evitar la entrada a la finca, para lo cual se toman medidas de bioseguridad que reduzcan la exposición de los animales, como por ejemplo, un plan de vacunación, un control parasitario estratégico, un diagnóstico preventivo subclínico de mastitis.

2. Plan de control sanitario. Va dirigido a controlar enfermedades que están presentes en el hato o que se presentan de manera esporádica como casos aislados, para lo cual se requiere metodologías adecuadas de diagnóstico y tratamiento.

3. Plan de erradicación. Finalmente el control sanitario de erradicación contempla aquellas patologías que están presentes en el hato y que forman parte de la lista de enfermedades de control oficial.

En la zona que comprende el municipio de La Plata, el manejo sanitario debe contemplar como mínimo la vacunación contra algunas enfermedades de control oficial, como por ejemplo la fiebre aftosa, la cual se realiza en todos los animales desde los tres meses y medio, con una segunda dosis cada seis meses. Otras como la vacunación contra brucelosis, que se hace a las hembras entre los tres y ocho meses de edad; vacunación antirrábica que

se realiza a los cuatro y medio meses con revacunación a los 10 meses de edad. Otras enfermedades como tuberculosis y carbón deben tenerse en cuenta dentro del plan preventivo.

El plan de control de ectoparásitos debe considerar la época del año, durante el tiempo de exceso de humedad debe controlar garrapatas, tábanos, moscas del establo, nuches y piojos; y durante el déficit hídrico, garrapatas, moscas de los cuernos y moscas del establo, especialmente.

El plan de control de endoparásitos debe considerar un examen coprológico previo, que determine la necesidad de desparasitar, evitando el uso indiscriminado de productos antihelmínticos. El plan de control debe contemplar también enfermedades como mastitis, presencia de diarreas, cojeras, anemias, intoxicaciones, entre otras posibles causas que deriven en disminución de la productividad (Betancourt & Yepes, 2012).

b. Elaboración de bloques multinutricionales (BMN) para la alimentación de rumiantes: esta opción tecnológica alimenticia también se podría considerar como parte del esquema de suplementación en los sistemas productivos de ganadería bovina de doble propósito.

El bloque multinutricional es un suplemento alimenticio estratégico que aporta contenidos en nitrógeno, energía y minerales, es un alimento de calidad durante las épocas de escasez de comida; este suplemento contribuye a mantener el peso de los animales evitando las caídas drásticas de peso, que finalmente incidirá en una mayor respuesta productiva de los animales (Corpoica, 2013).

Hay muchas fórmulas que se pueden utilizar para la elaboración de un BMN. Sin embargo, se debe tener en cuenta la disponibilidad de las materias primas en la región.

En la tabla 10, se presentan los ingredientes en porcentajes, que pueden hacer parte de la elaboración de un BMN de 10 kg, tecnología que puede ser implementada con ingredientes regionales en sistemas productivos de ganadería doble propósito en el departamento de Huila.

Tabla 10. Composición de los bloques multinutricionales (BMN) de 10 kg.

| Ingredientes | Porcentaje de inclusión (%) | Kilogramos materia prima (kg) | Propiedades de las materias primas |
|--------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|------------------------------------|
| Melaza | 40 | 40 | Energía |
| Urea | 10 | 10 | Nitrógeno No proteico |
| Cal | 10 | 10 | Compactador o endurecedor |
| Sal mineralizada | 10 | 10 | Minerales |
| Harina de arroz | 10 | 10 | Almidón y fibra |
| Harina de hojas de leguminosas | 20 | 20 | Proteína y minerales |
| Total formulación | 100 | 100 | |

Estos productos se deben seleccionar de acuerdo con la disponibilidad y los costos. Durante el balanceo de la mezcla se debe llegar al 100 %, considerando los aportes nutricionales de cada material y los requerimientos nutricionales de los animales.

Proceso para la elaboración de BMN

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

c. Sistema silvopastoril de cerca viva y árboles dispersos en los potreros utilizando chachafruto (*Erythrina edulis*): el arreglo silvopastoril de la cerca viva corresponde a la siembra de estacas de chachafruto de 1 a 1.20 metros de largo, de 2 a 3 cm de grueso con una profundidad de 30 cm (figura 27). Se aconseja que el corte de la estaca sea oblicuo y se entierre antes de los cuatro días después de haber sido cortado.



Figura 27. Chachafruto en arreglo silvopastoril de cerca viva.

Se recomienda sembrar el chachafruto en la fase lunar de cuarto creciente. Esta especie sirve como lindero de los potreros usados como división, sembrados en línea; también funciona como soporte para los alambres que se combinan con postes muertos a distancias de 2 a 2,5 metros entre postes; es decir, una estaca viva en medio de dos postes muertos.

Las estacas de chachafruto se pueden plantar dentro de los potreros quedando como (árbol disperso) a diferentes distancias, debe superar los 1,5 metros para evitar que la vaca consuma los rebrotes.

Entre las funciones que cumple este árbol leguminoso están:

- ✓ Actuar como fijador de nitrógeno atmosférico al suelo.
- ✓ Servir el fruto de alimento para los animales y los humanos.
- ✓ Extraer nutrientes de las profundidades del suelo y ponerlo sobre la superficie a disposición de los pastos (reciclaje de nutrientes).
- ✓ Conservar y regular las aguas.
- ✓ Servir de sombra para evitar el estrés calórico en los animales.
- ✓ Producir madera.
- ✓ Evitar la erosión del suelo.

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

Para mayor información sobre opciones tecnológicas con aplicabilidad en el sistema productivo bovino de doble propósito en La Plata, 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 su capacidad adaptativa.

Esta última se aumenta con la implementación de opciones tecnológicas integradas, que reducen la vulnerabilidad del sistema productivo ante el riesgo agroclimático. Es fundamental considerar que la viabilidad de adopción de dichas opciones tecnológicas no solo responde a criterios técnicos, sino también a económicos, dado que un sistema productivo está determinado, además, por las características socioeconómicas de los productores.

La siguiente sección presenta algunos criterios técnico-económicos para la implementación de las opciones tecnológicas presentadas en la primera parte de la sección 2, basados en dominios de recomendación:

Sección 3. Implementación de las opciones tecnológicas entre los productores bovinos de La Plata (Huila)

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, Leyva, & Varela, 2008). A partir de los dominios de recomendación es posible diseñar modelos de optimización productiva en los cuales se proponga un plan de producción en función de los recursos disponibles en cada grupo. En el marco del proyecto MAPA, la recomendación de adoptar las tecnologías propuestas para cada tipo de productores o dominio se basa en los resultados de viabilidad de los modelos microeconómicos, en la exposición agroclimática del área donde se encuentran localizados y en los indicadores de sensibilidad y capacidad adaptativa de los sistemas productivos ante los eventos climáticos críticos de exceso o 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, que 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 usó la información de encuestas aplicadas a productores. Luego se realizó un proceso de agrupamiento estadístico o tipificación (agrupamiento por tipos) de productores con características socioeconómicas y productivas similares. Esta información de las encuestas se empleó también para el análisis de la vulnerabilidad de las unidades productivas a los eventos climáticos, mediante la

construcción de indicadores de sensibilidad y capacidad adaptativa, acordes con las condiciones biofísicas, técnicas y socioeconómicas del sistema productivo.

Por otro lado, se desarrolló un modelo microeconómico para evaluar la viabilidad financiera de las opciones tecnológicas que se proponen para enfrentar la condición climática limitante, el cual se calculó para cada uno de los grupos resultantes de la tipificación; así se generaron diferentes soluciones de viabilidad según las características de cada grupo. A partir de la información climática de los municipios se elaboraron mapas de exposición a los riesgos agroclimáticos de déficit o excesos hídricos, y esta información se cruzó con la tipificación y con los resultados de la modelación.

Los dominios, entonces, se definieron teniendo en cuenta el grado de exposición al evento climático y el grupo de la tipificación socioeconómica y técnica al que pertenece cada productor. La recomendación para cada dominio, con respecto a la adopción de las tecnologías, se basó en el análisis de vulnerabilidad y la solución del modelo, que da como resultado la viabilidad de las tecnologías, la prioridad de su implementación y la forma de implementarse en el tiempo.

Características de los dominios de recomendación en el sistema productivo de ganadería bovina de doble propósito en el municipio de La Plata

En la tabla 11 se presentan los dominios de recomendación con sus respectivas características de agrupación. En las columnas dos, tres y cuatro, se presentan el grado de exposición, el grado de sensibilidad y la capacidad adaptativa ante un evento climático limitante para cada dominio.

Se puede apreciar que la exposición a la condición climática de déficit hídrico es muy baja en general, exceptuando en el dominio tres que tiene exposición media. El grado de sensibilidad de la producción al déficit hídrico en el dominio dos es alto y para el resto de dominios es media. La capacidad adaptativa de los productores ante un evento de déficit hídrico es baja con una excepción, el dominio dos que es media.

Finalmente, la última columna de la tabla 11 muestra los resultados del modelo microeconómico, el cual evalúa la viabilidad financiera de la implementación de forrajes alternativos como el kikuyo en asocio con trébol rojo, división de potreros y siembra de

avena forrajera cayuse para la elaboración de ensilaje como suplemento alimenticio, todo esto para un periodo de diez años. Esta viabilidad se da teniendo en cuenta las características de los productores de cada dominio y además establece proporciones y posibles restricciones para su implementación. En este caso, las opciones son viables para todos los dominios, aunque con algunas restricciones en la mayoría de ellos.

Tabla 11. Caracterización de los dominios de recomendación para el sistema de ganadería doble propósito en el municipio de La Plata (Huila).

| Dominio | Exposición | Sensibilidad | Capacidad de adaptación | Viabilidad financiera de opción tecnológica |
|--|------------|--------------|-------------------------|---|
| 1. Productores con terrenos ondulados, hatos pequeños y exposición muy baja ante un déficit hídrico. | Muy baja | Media | Baja | Viable |
| 2. Productores que realizan pastoreo rotacional, con hatos medianos y exposición muy baja. | Muy baja | Alta | Media | Parcialmente viable |
| 3. Productores que tienen pastoreo rotacional, con acceso a crédito y exposición media. | Media | Media | Baja | Parcialmente viable |
| 4. Productores con topografía principalmente pendiente, pastoreo continuo y exposición muy baja. | Muy baja | Media | Baja | Parcialmente viable |

Implementación de las opciones tecnológicas en cada dominio de recomendación en el sistema de ganadería de doble propósito en el municipio de La Plata

Dominio 1

El dominio de recomendación 1 incluye productores, con gran parte de la extensión de la finca dedicada a pasturas, además realizan un manejo sanitario animal bueno, aunque es deficiente comparado con el resto de dominios; por estas razones tiene una sensibilidad media ante un escenario de déficit hídrico. Estos productores cuentan con fuentes de agua, pero no poseen infraestructura o no han establecido prácticas para su almacenamiento y uso en las praderas. Ellos se informan de eventos climáticos de manera poco frecuente y

tiene una disponibilidad moderada de mano de obra, debido a esto tienen una capacidad de adaptación baja (figura 28).

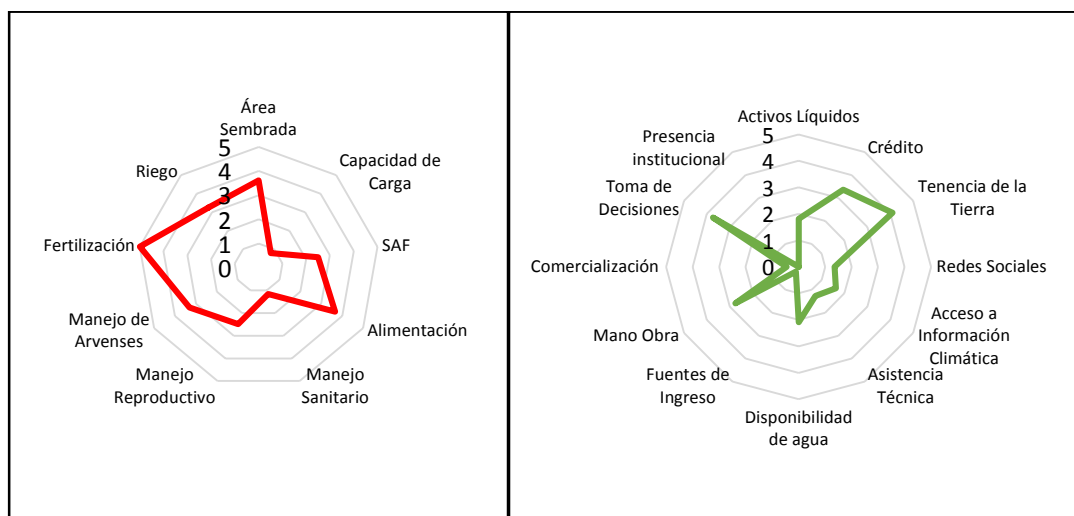


Figura 28. Indicadores de sensibilidad (en rojo) y capacidad de adaptación (en verde) para el dominio de recomendación 1.

El dominio de recomendación 1, está conformado por los productores que tienen entre tres y veinte hectáreas con carga animal entre 0,26 y 1,1 Unidades de Gran Ganado (UGG) por hectárea. De acuerdo con el análisis microeconómico (estimado para diez años), el integrar al sistema productivo la implementación de nuevos forrajes y la rotación de potreros, resulta viable financieramente y permite soportar la condición de déficit hídrico. Al incrementar la producción se puede incrementar financieramente la rentabilidad del sistema ante la condición de déficit hídrico.

Dadas las condiciones de agrupamiento (tabla 11), se tiene que para un productor representativo (con 8 hectáreas y una carga animal de 0,6 UGG/ha) la implementación tecnológica debe estar orientada a la siembra de kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) en asocio con el trébol rojo (*Trifolium pratense L.*). En términos prácticos, se debe iniciar con la interseembra (kikuyo y trébol) en 0,14 ha en kikuyo el primer año y mantener el área por los diez años, opción que debe ir asociada a la rotación de potreros para evitar su degradación en el largo plazo. Debido a la escasez de mano en la zona, se dificulta el establecimiento de más áreas en kikuyo en asocio con trébol rojo.

Adicionalmente, se recomienda establecer 0,5 ha en avena forrajera (*Avena sativa*) para que sea usada en la elaboración de ensilaje que se destine a la suplementación de los animales. Esta área se debe durar los diez años para mantener la carga animal ante eventos de déficit hídrico. Se debe adquirir un crédito por el 100% de los costos para su implementación. La avena forrajera se puede sembrar máximo en una hectárea, en mayores extensiones se vuelve insostenible para un pequeño productor con cargas animales bajas, ya que debido a la cantidad tan alta de forraje que se produce, se puede perder al ser almacenada por largos periodos, debido a daños por roedores, bolsas dañadas, entre otros factores.

Dominio 2

El dominio de recomendación 2 incluye productores que tienen una capacidad de carga animal alta, de 3,5 UGG/ha. Estos productores eventualmente realizan algún tipo de fertilización o enmienda a los potreros, aunque sin análisis de suelos previo, razones por las cuales presentan una sensibilidad alta ante un escenario de déficit hídrico. De la misma forma, son productores que cuentan con acceso a crédito y tienen disponibilidad de agua, pero no tienen activos líquidos, comercialización o presencia institucional; se encuentran en un grupo con una capacidad de adaptación media (figura 29).

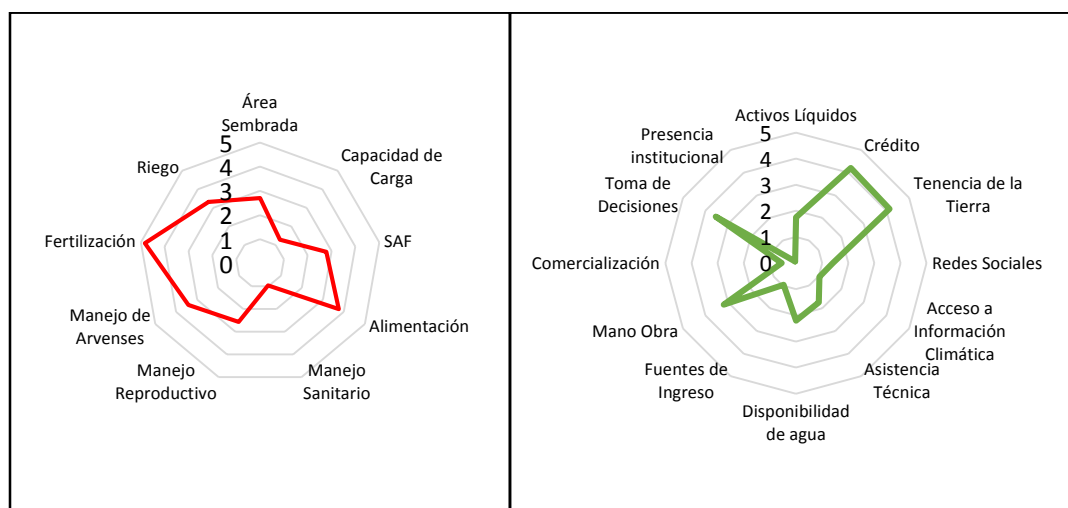


Figura 29. Indicadores de sensibilidad (en rojo) y capacidad de adaptación (en verde) para el dominio de recomendación 2.

El dominio de recomendación 2 está conformado por los productores que tienen entre una y veintidós hectáreas con carga animal entre 0,05 y 4 UGG por hectárea. De acuerdo con el análisis microeconómico (estimado para diez años), el integrar al sistema productivo la implementación de nuevos forrajes manejados con un esquema de rotación de potreros, resulta parcialmente viable financieramente y permite soportar la condición de déficit hídrico. Al incrementar la producción se puede incrementar financieramente la rentabilidad del sistema ante la condición de déficit hídrico.

Dada las condiciones de agrupamiento (tabla 11), se tiene que para un productor representativo (con 18 hectáreas, con una carga animal de 0,34 UGG por ha), la implementación tecnológica debe estar orientada a la introducción de la avena forrajera. En términos prácticos, se debe iniciar la siembra de 0,55 ha en avena forrajera y para el segundo año se debe incrementar el área de la avena a 0,6 ha.

Para la implementación de la avena se debe adquirir un crédito por el 100% del costo necesario hasta la consecución del ensilaje. La avena forrajera se puede sembrar máximo en una hectárea, en mayores extensiones se vuelve insostenible para un pequeño productor con baja capacidad de carga animal, ya que debido a la cantidad tan alta de forraje que se produce, se puede perder al ser almacenada por largos periodos, debido a daños por roedores, bolsas dañadas, entre otros factores.

Para este productor, el establecimiento de pasto kikuyo en asocio con trébol rojo no es viable, debido a que la interseembra propuesta demanda gran cantidad de jornales, el productor no dispone de ellos y son difíciles de contratar debido a la escasez generalizada de mano de obra que hay en la zona. Adicionalmente se debe manejar menor cantidad de animales, pasar de 0,34 UGG a 0,24 UGG por hectárea por el bajo volumen y poco valor nutricional que proporciona el pasto nativo con el cual se trabaja actualmente: la grama.

Dominio 3

El dominio de recomendación 3 incluye productores con grandes áreas dedicadas a pasturas, ocasionalmente realizan manejos de arvenses en los potreros; por estas razones presentan una sensibilidad media ante un escenario de déficit hídrico. De igual manera, son productores que no son dueños de las fincas y no se informan de eventos que se realizan en la comunidad; se encuentran en un grupo con una capacidad de adaptación baja (figura 30).

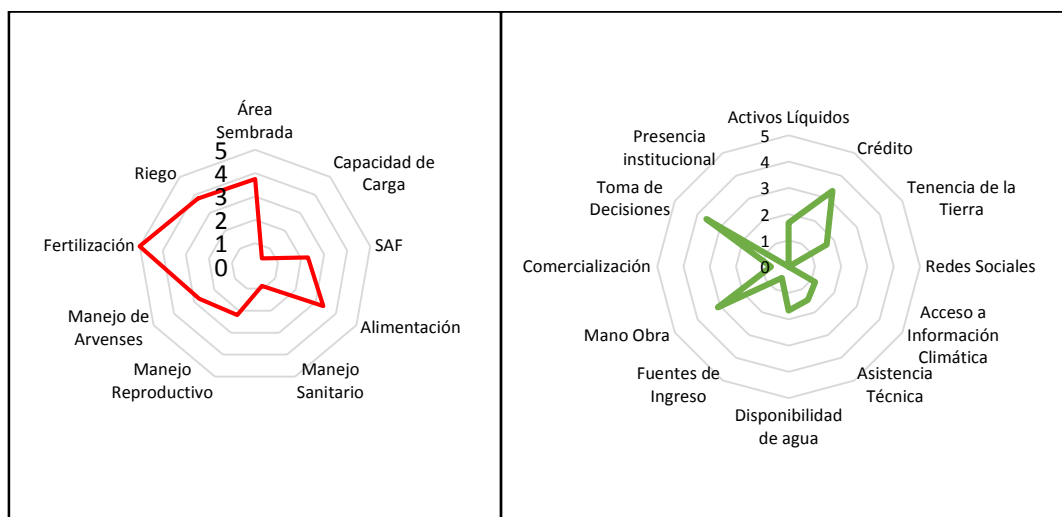


Figura 30. Indicadores de sensibilidad (en rojo) y capacidad de adaptación (en verde) para el dominio de recomendación 3.

El dominio de recomendación 3 está conformado por los productores que tienen entre tres y treinta hectáreas con carga animal entre 0,17 y 0,5 UGG por hectárea. De acuerdo con el análisis microeconómico (estimado para diez años), el integrar al sistema productivo la implementación de nuevos forrajes manejados con un esquema de rotación de potreros, resulta parcialmente viable financieramente y permite soportar la condición de déficit hídrico. Al incrementar la producción se puede incrementar la rentabilidad financiera del sistema ante la variabilidad climática.

Dada las condiciones de agrupamiento (tabla 11), se tiene que para un productor representativo (con 18 hectáreas con una carga animal de 0,11 UGG por ha), la implementación tecnológica debe estar orientada en la siembra de avena forrajera. En términos prácticos se debe ahorrar un 16% de los costos y solicitar un crédito por el 84% restante, para que se pueda sembrar 0,6 ha en el segundo año y mantener siempre esa área sembrada.

La siembra de la avena forrajera se puede implementar máximo en una hectárea, ya que en mayores extensiones se vuelve insostenible para un pequeño productor con una baja capacidad de carga animal, debido a la cantidad tan alta de forraje que se produce, la cual se puede perder al ser almacenada por largos periodos, por daños de roedores, bolsas

dañadas, entre otros factores. Para estos productores es muy importante la adopción de esta tecnología, ya que tienen una exposición media ante un déficit hídrico.

Para este productor, el establecimiento de pasto kikuyo en asocio con trébol rojo no es viable, por dos razones: 1) todo el capital al que tiene acceso a través de crédito debe ser invertido en la siembra de la avena forrajera y en la elaboración del ensilaje y 2) la intersembra propuesta demanda gran cantidad de jornales, el productor no dispone de ellos y son difíciles de contratar debido a la escasez generalizada de mano de obra que hay en la zona.

La siembra de avena forrajera resulta una buena alternativa para el sistema productivo de ganadería doble propósito ante déficit hídrico.

Dominio 4

El dominio de recomendación 4 incluye productores que en sus explotaciones cuentan con una deficiente suplementación alimenticia animal y una carga animal alta, 1 UGG/ha; presentan una sensibilidad media ante un escenario de déficit hídrico. Son productores dueños de sus predios y tienen algún tipo de asistencia técnica para cultivos agrícolas asociados al sistema productivo bovino; con una capacidad de adaptación baja (figura 31).

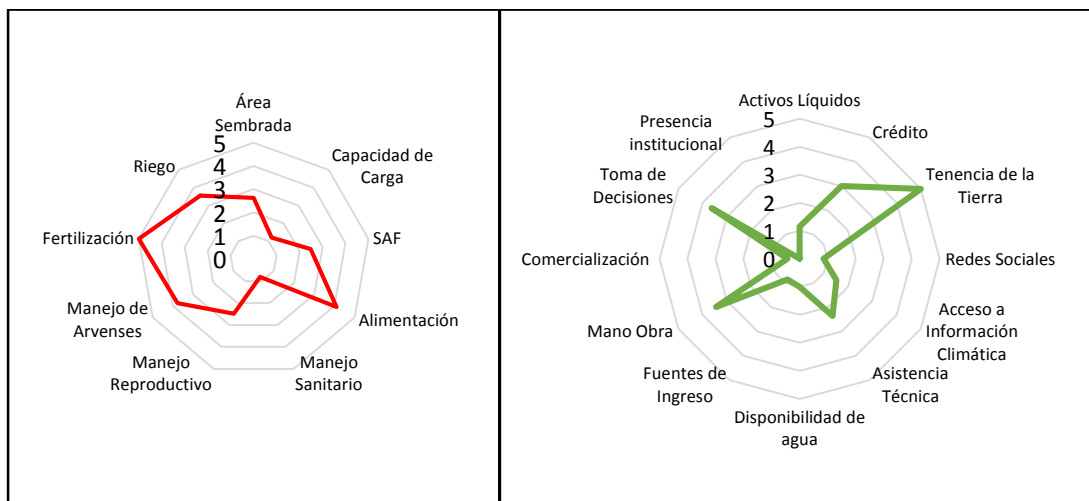


Figura 31. Indicadores de sensibilidad (en rojo) y capacidad de adaptación (en verde) para el dominio de recomendación 4.

El dominio de recomendación cuatro está conformado por productores que tienen entre dos y siete hectáreas con carga animal entre 0,5 y 2,6 UGG por hectárea. De acuerdo con el análisis microeconómico (estimado para diez años), el integrar al sistema productivo la implementación de nuevos forrajes manejados con un esquema de rotación de potreros, resulta parcialmente viable financieramente y permite soportar la condición de déficit hídrico. Al incrementar la producción se puede incrementar la rentabilidad financiera del sistema ante la variabilidad climática.

Dada las condiciones de agrupamiento (tabla 11), se tiene que para un productor representativo (con 4,7 hectáreas y con 0,21 UGG por ha), la implementación tecnológica debe estar orientada en la siembra de avena forrajera. En términos prácticos se debe empezar con la siembra de 0,4 ha y para el segundo año incrementar el área sembrada a 0,6 ha y mantener el área sembrada. La avena forrajera se puede sembrar máximo en una hectárea, ya que en mayores extensiones se vuelve insostenible para un pequeño productor con una baja capacidad de carga animal, debido a la cantidad tan alta de forraje que se produce, la cual se puede perder al ser almacenada por largos periodos, por daños de roedores, bolsas dañadas, entre otros factores.

Para este productor, el establecimiento de pasto kikuyo en asocio con trébol rojo no es viable por dos razones: 1) todo el capital al que tiene acceso a través de crédito debe ser invertido en la siembra de la avena forrajera y en la elaboración del ensilaje y 2) la interseembra propuesta demanda gran cantidad de jornales, el productor no dispone de ellos y son difíciles de contratar debido a la escasez generalizada de mano de obra que hay en la zona.

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

REFERENCIAS

- Allen, R.G., Pruitt, W., Wright, J., Howell, T., Ventura, F., Snyder, R., Itenfisu, D., Steduto, P., Berengena, J., Yrisarry, J., Smith, M., Pereira, L., Raes, D., Perrier, A., Alves, I., Walter, I. & Elliott, R. (2006). *A recommendation on standardized surface resistance for hourly calculation of reference ETo by the FAO56 Penman-Monteith method. Agricultural Water Management, No. 81, 1-22.*
- Argote, A., & Ruiz, A. (2011) *Manejo y conservación de avena forrajera. Guía técnica curso-taller.*
- Arreaza, L., Amado, G., Londoño, C., Ballesteros, D., & Herrera, J. (2012). *Recomendaciones para la fabricación de ensilajes con cereales en climas fríos.* Corpoica. Promedios.
- Barreto, N. (1999). *La chinche de los pastos: principal problema tecnológico de la ganadería de leche.* Aconteceres Entomológicos. Medellín: Universidad Nacional de Colombia.
- Bernal, J. (2005). *Manual de manejo de pastos cultivados para zonas Alto andinas.*
- Betancourt, E. & Yepes, B. (2012). *Seguimiento a problemas sanitarios en bovinos y fincas del departamento de Nariño asociados con encharcamientos.* Bogotá.
- Bolaños, A., González, B., Apráez, J., & Moncayo, O. (2003). *Nueva variedad mejorada de avena forrajera para la alimentación de bovinos de los sistemas de producción del altiplano de Nariño.* San Juan de Pasto: Comité Editorial Regional 5 Palmira.
- Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica). (2016). *Informe final de la parcela de Integración del sistema productivo de ganadería de doble propósito en el municipio de La Plata, departamento de Huila.* Proyecto reducción del riesgo y adaptación al cambio climático.



Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica). (2015a). *Producto 1: Caracterización de la variabilidad climática y zonificación de la susceptibilidad territorial a los eventos climáticos extremos. Departamento de Huila*. Proyecto reducción del riesgo y adaptación al cambio climático.

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica). (2015b). *Producto 2: Mapas de aptitud agroclimática e identificación de nichos productivos por eventos de variabilidad climática para (ganadería doble propósito-Huila)*. Proyecto reducción del riesgo y adaptación al cambio climático.

Corpoica. (2013). Elaboración de bloques multinutricionales (BMN) para la alimentación de rumiantes de la Región Caribe.

Dugarte, M., & Ovalles, L. (1991). *La producción de pastos de altura. Kikuyo y Ryegrass perenne en el estado de Mérida*.

International Panel on Climate Change (IPCC). (2012). *Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate*. Change Adaptation. Cambridge University Press.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) (1976). *A framework for land evaluation*. Soils bulletin, 32. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Franco, L., Calero, D., Durán, C. (2006). Manejo y utilización de forrajes tropicales multipropósito. Palmira: CIAT-Universidad Nacional de Colombia.

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.



Mejía, S., Cuadrado, H. & Rivero, T. (2013). *Manejo agronómico de algunos cultivos forrajeros y técnicas para su conservación en la región caribe colombiana*. Corpoica.

Organización Meteorológica Mundial (OMM). (2011). *Guide to Climatological Practices*. Ginebra: OMM.

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

Pérez, C., & Adonis, P. (2012). *Guía para el uso de la información agroclimática en el manejo de cultivos y frutales*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA, Fundación de Desarrollo Frutícola FDF y Unidad Nacional de Emergencias Agrícolas y Gestión del Riesgo Agroclimático UNEA. Santiago de Chile.

Reinoso, V., & Soto, C. (2006). Cálculo y manejo en pastoreo controlado. *Revista veterinaria*, 11.



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>