



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

**Municipio de Valledupar
Departamento del Cesar**



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 no se hace responsable de la interpretación y uso de estos resultados.



Equipo de trabajo	
Guillermo Garay Oyola	Profesional de apoyo a la investigación
Michael López Cepeda	Profesional de apoyo a la investigación
Érica Salcedo Carrascal	Profesional de apoyo a la investigación
Julián Rivera Rojas	Profesional de apoyo a la investigación
Milton Rivera Rojas	Investigador Máster
Martha Marina Bolaños Benavides	Investigador Ph. D.
Gonzalo Rodríguez Borray	Investigador Máster



AGRADECIMIENTOS

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

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

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

A todos los integrantes del proyecto MAPA del C. I. Motilonia, Codazzi (Cesar) 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	1
OBJETIVOS	2
Riesgo agroclimático para el sistema productivo de ganadería bovina de.....	3
doble propósito	3
Sección 1. Factores que definen el riesgo agroclimático en el	4
Amenazas derivadas de la variabilidad climática en Valledupar	4
Exposición del sistema de ganadería bovina de doble propósito a amenazas derivadas de la variabilidad climática en Valledupar	9
Zonas de Valledupar con mayor y menor riesgo de pérdida productiva en el sistema de ganadería bovina doble propósito.....	15
Gestión de la información agroclimática y agrometeorológica para conocer el riesgo agroclimático en la finca	19
Sección 2. Prácticas que se pueden implementar para reducir la vulnerabilidad del sistema productivo de la ganadería bovina doble propósito en condiciones de déficit hídrico del suelo en Valledupar	21
1. Establecimiento y conservación de cultivos forrajeros: ensilaje de sorgo forrajero variedad Corpoica JJT-18.....	23
2. Establecimiento de un banco de proteína de leucaena (<i>Leucaena leucocephala</i>).....	28
Ventajas comparativas de las opciones tecnológicas implementadas.....	34
Prácticas complementarias para disminuir la vulnerabilidad del sistema productivo bovino doble propósito en Valledupar a condiciones restrictivas de humedad en el suelo	37
Sección 3. Implementación de las opciones tecnológicas entre los productores bovinos de Valledupar.....	46



Dominio de recomendación	46
Determinación de los dominios de recomendación de las opciones tecnológicas para enfrentar los eventos climáticos.....	46
Características de los dominios de recomendación en el sistema productivo de ganadería bovina de doble propósito en el municipio de Valledupar	47
Implementación de las opciones tecnológicas en cada dominio de recomendación en el sistema de ganadería de doble propósito en el municipio de Valledupar	48
REFERENCIAS	53



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama conceptual del riesgo agroclimático para el sistema productivo de ganadería bovina de doble propósito en Valledupar (Cesar), en condiciones de déficit hídrico en el suelo.....	3
Figura 2. Mapas de variables biofísicas del municipio de Valledupar (Cesar). a. Subzonas hidrográficas. b. Altitudes. c. Paisajes.....	5
Figura 3. Precipitación en años extremos respecto al promedio multianual en el municipio de Valledupar (1980-2011).	6
Figura 4. Aptitud de uso del suelo para el pasto colosuana o kikuyina en Valledupar (Cesar).....	11
Figura 5. Escenarios agroclimáticos mensuales para el pasto colosuana en condiciones de humedad restrictivas por déficit hídrico en las ventanas de análisis I (diciembre-febrero) y II (septiembre-noviembre) en Valledupar.	14
Figura 6. Aptitud agroclimática para pasto colosuana en condición de déficit hídrico. Ventana de análisis I (diciembre-febrero), municipio de Valledupar (Cesar).	17
Figura 7. Aptitud agroclimática para pasto colosuana en condición de déficit hídrico. Ventana de análisis II (septiembre-noviembre), municipio de Valledupar (Cesar).....	18
Figura 8. Balance hídrico atmosférico entre los meses de enero de 2015 y junio de 2016. Parcela de integración del sistema productivo de ganadería bovina de doble propósito, Valledupar (Cesar).....	21
Figura 9. Balance hídrico agrícola entre los meses de enero de 2015 y junio de 2016. Parcela de integración del sistema productivo de ganadería bovina de doble propósito, Valledupar (Cesar).....	22
Figura 10. Preparación del terreno para la siembra de sorgo forrajero variedad Corpoica JJT-18. Parcela de integración del sistema productivo de ganadería bovina de doble propósito, Valledupar.....	24
Figura 11. Fertilización del sorgo forrajero variedad Corpoica JJT-18. Parcela de integración del sistema productivo de ganadería bovina de doble propósito, Valledupar. 25	



Figura 12. Siembra de sorgo forrajero variedad Corpoica JJT-18. Parcela de integración del sistema productivo de ganadería bovina de doble propósito, Valledupar.	26
Figura 13. Embolsado y amarre del sorgo forrajero variedad Corpoica JJT-18. Parcela de integración del sistema productivo de ganadería bovina de doble propósito, Valledupar.	28
Figura 14. Preparación del sustrato y llenado de bolsas para la siembra de semilla de leucaena. Parcela de integración del sistema de ganadería bovina de doble propósito, Valledupar.	29
Figura 15. Siembra de la semilla de leucaena. Parcela de integración del sistema de ganadería bovina de doble propósito, Valledupar.	30
Figura 16. Trasplante de plantas de leucaena. Parcela de integración del sistema de ganadería bovina de doble propósito, Valledupar.	31
Figura 17. Control mecánico con guadaña. Parcela de integración del sistema de ganadería bovina de doble propósito, Valledupar.	32
Figura 18. Corte y acarreo de <i>leucaena</i> . Parcela de integración del sistema de ganadería bovina de doble propósito, Valledupar.	33
Figura 19. Comparación entre la producción de leche diaria en bovinos doble propósito alimentados con ensilaje de sorgo forrajero y pastoreo tradicional. Parcela de integración del sistema de ganadería bovina de doble propósito, Valledupar.....	34
Figura 20. Comparación entre la producción diaria de leche en bovinos doble propósito alimentados con forraje fresco de leucaena y pastoreo tradicional. Parcela de integración del sistema de ganadería bovina de doble propósito, Valledupar.....	36
Figura 21. Indicadores de sensibilidad (rojo) y capacidad de adaptación (verde) para el domino de recomendación 1.....	49
Figura 22. Indicadores de sensibilidad (rojo) y capacidad de adaptación (verde) para el domino de recomendación 2.....	50



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Duración de los eventos El Niño, valor del ONI y anomalías de precipitación en el municipio de Valledupar para el periodo 1980-2011.....	8
Tabla 2. Duración de los eventos La Niña, valor del ONI y anomalías de precipitación en el municipio de Valledupar para el periodo 1980-2011.....	8
Tabla 3. Ventanas temporales de análisis en condición de humedad restrictiva en el suelo por déficit hídrico para el pasto kikuyina, en el sistema productivo ganadería bovina de doble propósito para el municipio de Valledupar (Cesar)	12
Tabla 4. Productividad y adaptación de leucaena a diferentes condiciones de clima y suelo.	29
Tabla 5. Comparativo de ingresos entre el manejo tradicional y este último más la opción tecnológica ensilaje del sorgo forrajero JJT-18, ante una condición de déficit hídrico en Valledupar.....	35
Tabla 6. Comparativo de ingresos entre tratamientos de la opción tecnológica Banco de proteína de leucaena, ante una condición de déficit hídrico en Valledupar	36
Tabla 7. Proporciones de los materiales para la elaboración de un bloque multinutricional de 5 kg.....	38
Tabla 8. Plan de vacunación para el corregimiento El Perro-municipio de Valledupar.....	43
Tabla 9. Caracterización de los dominios de recomendación para el sistema productivo de ganadería de doble propósito en el municipio de Valledupar	48



INTRODUCCIÓN

El Plan de Manejo Agroclimático Integrado, 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 el 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 69 municipios, de 18 departamentos del país. Para ello, se desarrollaron parcelas de integración en 53 sistemas productivos, cuyo objetivo fue validar opciones tecnológicas seleccionadas participativamente con productores agropecuarios, 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 Cesar, el sistema productivo de ganadería bovina de doble propósito en el municipio de Valledupar.

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 por déficit hídrico, en el municipio de Valledupar, departamento del Cesar.



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 Valledupar (Cesar), mediante la presentación de herramientas para la toma de decisiones y gestión de tecnología.

Objetivos específicos

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

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

El riesgo agroclimático (Intergovernmental Panel on Climate Change [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 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.

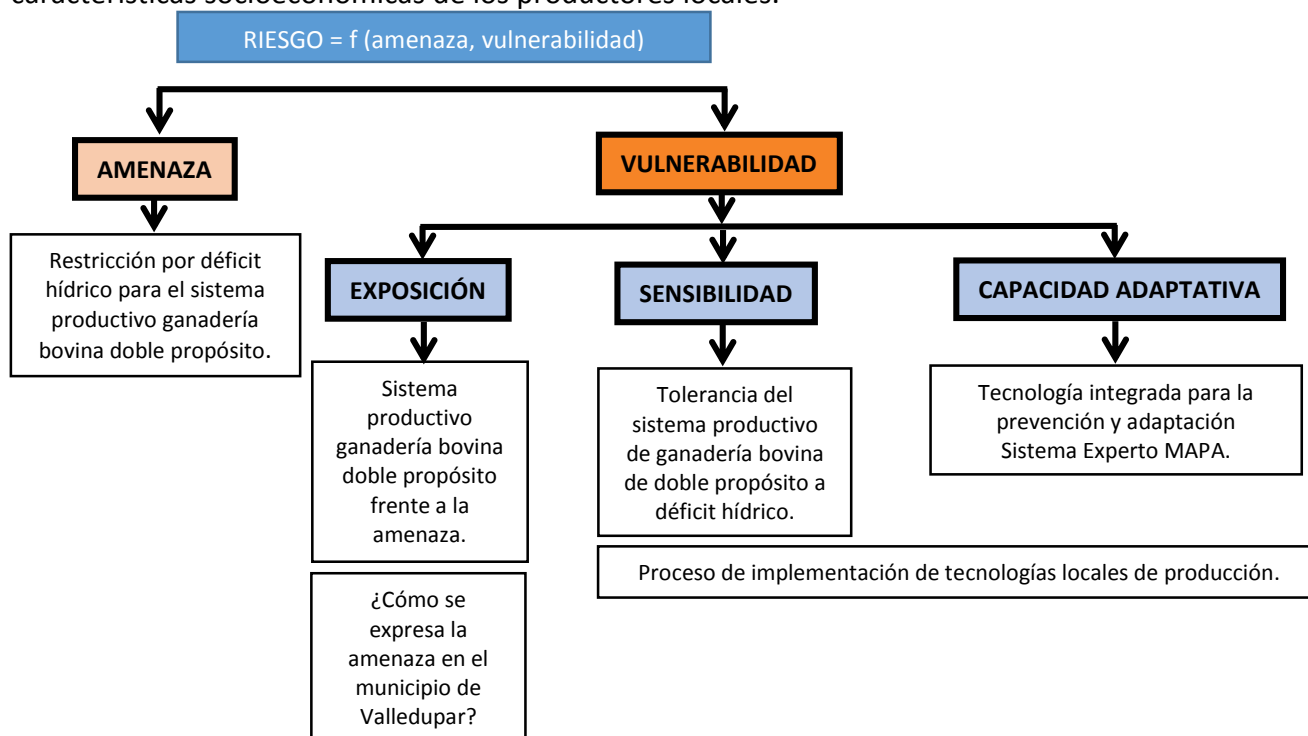


Figura 1. Diagrama conceptual del riesgo agroclimático para el sistema productivo de ganadería bovina de doble propósito en Valledupar (Cesar), en condiciones de déficit hídrico en el suelo.



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

A escala departamental, es necesario reconocer las amenazas derivadas de la variabilidad climática presentes en el departamento, las cuales están dadas 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_o]).

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_o], distribución de las anomalías porcentuales de precipitación y temperaturas; y susceptibilidad a excesos y a déficit hídrico e inundación). Con esta información se pueden identificar áreas con mayor y menor riesgo 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 Valledupar

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.

El municipio de Valledupar cuenta con tres subzonas hidrográficas que se extienden hasta el sur del municipio, las cuales están conformadas por el alto Cesar, medio Cesar y el río

Ariguaní. Respecto a la distribución altitudinal, el municipio presenta áreas que van de 0 hasta los 4.000 msnm, predominando las alturas inferiores a 500 msnm (figura 2).

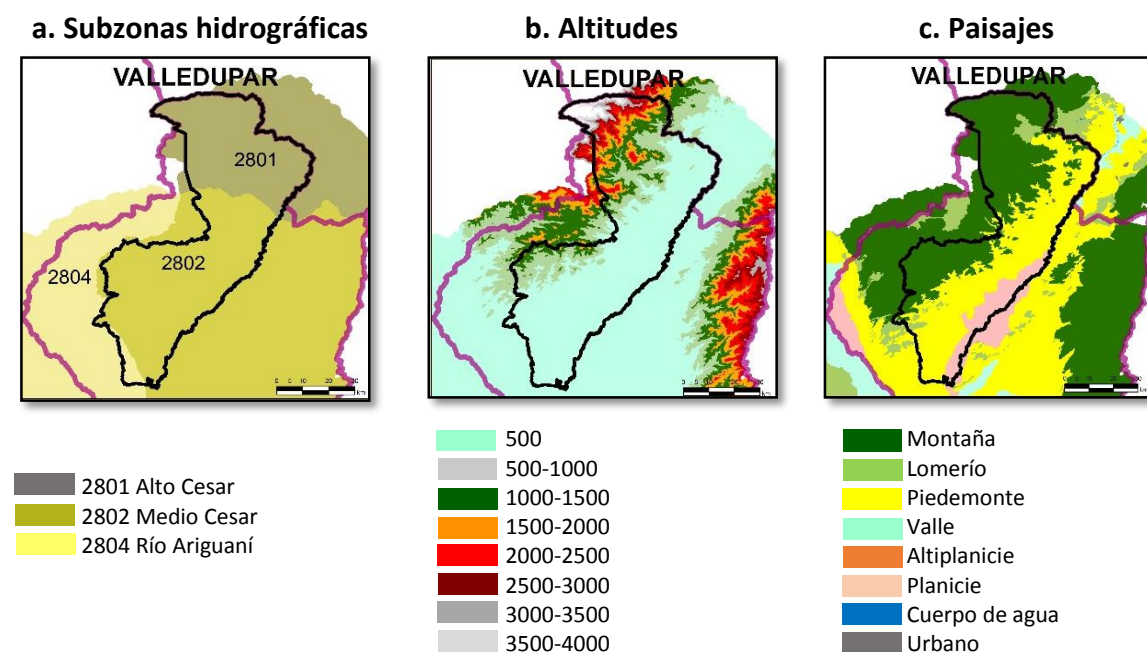


Figura 2. Mapas de variables biofísicas del municipio de Valledupar (Cesar). a. Subzonas hidrográficas. b. Altitudes. c. Paisajes.
Fuente: Corpoica (2015).

En cuanto a los paisajes predominan las áreas montañosas con 46,3%, caracterizadas por topografías escarpadas y empinadas en la Sierra Nevada de Santa Marta. También se presenta paisaje de piedemonte con 42% del área total de todo el municipio, y en menor medida paisajes correspondientes a lomerío, valle, altiplanicie y planicie de relieves bajos (figura 2).

Además de los aspectos biofísicos, también es necesario revisar los análisis disponibles de las series climáticas, que para este estudio se manejaron 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. Esto permitiría, por ejemplo, reconocer la

intensidad y frecuencia de eventos asociados a El Niño-Southern Oscillation (ENSO) y ubicar áreas en el municipio con mayor o menor fluctuación de variables meteorológicas. De la información empleada para el análisis climático del municipio de Valledupar se destaca:

Precipitación

En la Figura 3 se muestra la dinámica de precipitación para el municipio de Valledupar, la línea verde representa la precipitación promedio multianual (1.384 mm) y, las barras rojas y azules muestran la precipitación durante los eventos de variabilidad asociados a ENSO: El Niño (1997) y La Niña (2010) (Corpoica, 2015a).

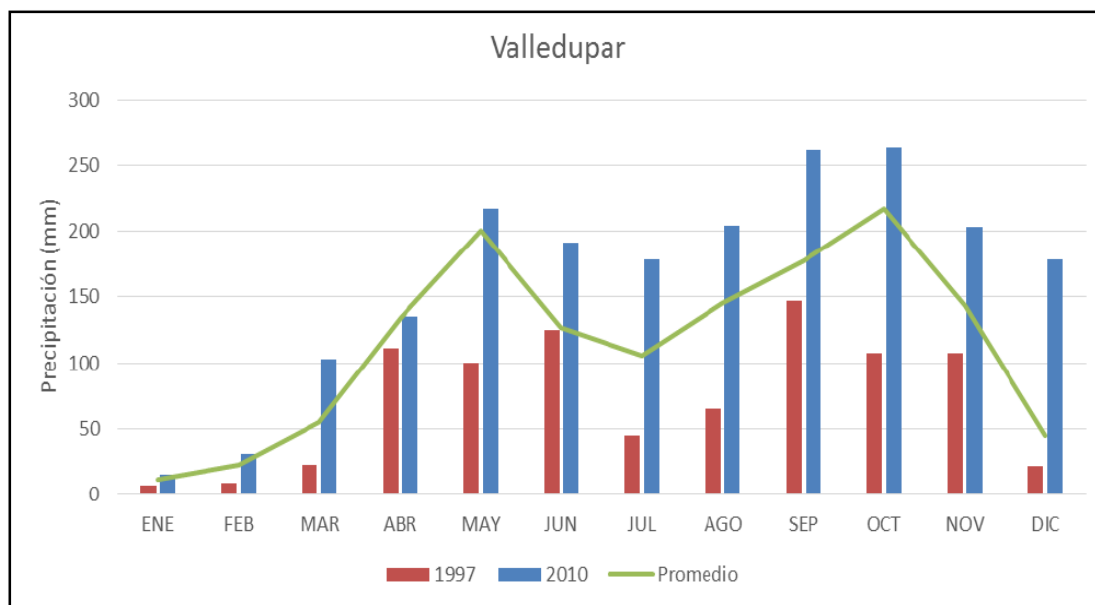


Figura 3. Precipitación en años extremos respecto al promedio multianual en el municipio de Valledupar (1980-2011).
Fuente: Corpoica (2015a).

Anualmente en Valledupar se registran en promedio 1.384 mm de lluvia, con valores máximos de precipitación en los meses de mayo y octubre, y mínimos en enero y febrero. El año en el que se presentaron las menores precipitaciones fue 1997 con una reducción del 37 % respecto al promedio multianual. Por otra parte, el año de mayores precipitaciones registradas fue durante el 2010, año en cual se incrementaron las lluvias



en un 43 % con respecto al promedio multianual. Para este año, los meses de menor precipitación correspondieron al periodo de diciembre a marzo, al igual que julio y agosto, periodo que coincidió con el veranillo de San Juan (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). En este sentido, 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 son menores a -0,5, también de forma consecutiva en cinco meses, se trata de un evento de *La Niña*¹.

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

Las tablas 1 y 2 muestran cómo se han comportado los fenómenos ENSO en los últimos 32 años (1980-2011), información que permite analizar las posibles reducciones o incrementos de la precipitación en el municipio.

En Valledupar se registraron anomalías negativas o reducción de lluvias en los nueve eventos El Niño, siendo en su mayoría reducciones superiores al 10% con respecto al promedio, lo que evidencia la alta influencia de este evento en el municipio. Para el periodo de 1991 a 1992 se presentó una disminución de las lluvias de hasta el 28% y tuvo una duración de 15 meses. Este evento de El Niño fue más intenso que el registrado en el

¹ Este índice puede monitorearse en la página del Centro de Predicción Climática del Servicio Nacional Meteorológico de Estados Unidos.

periodo comprendido entre el 2006 y el 2007, que solamente duro seis meses y tuvo una disminución de las lluvias del 15 % (Tabla 1).

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

Periodo	Inicio	May. 1982	Ago. 1986	May. 1991	May. 1993	May. 1997	May. 2002	Jun. 2004	Ago. 2006	Jul. 2009
	Fin	Jun. 1983	Feb. 1988	Jun. 1992	Mar. 1994	May. 1998	Mar. 2003	Abr. 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		-7%	-6%	-28%	-10%	-19%	-19%	-15%	-15%	-5%

Fuente: Corpoica (2015a).

Durante los eventos La Niña se observa que el fenómeno el ocurrido entre julio del 2010 y abril del 2011 fue el de mayores anomalías positivas en Valledupar, presentó un aumento del 42 % en las precipitaciones y una duración de 10 meses. Este evento fue más intenso que el registrado en el periodo de 1988 a 1989, que a pesar de que tuvo mayor duración (13 meses) registró únicamente aumento del 20% en el promedio de las precipitaciones (Tabla 2).

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

Periodo	Inicio	Oct. 1984	May. 1988	Sep. 1995	Jul. 1998	Oct. 2000	Sep. 2007	Jul. 2010
	Fin	Sep. 1985	May. 1989	Mar. 1996	Jun. 2000	Feb. 2001	May. 2008	Abr. 2011
Duración		12	13	7	24	5	9	10
Máximo valor ONI		-1,1	-1,9	-0,7	-1,6	-0,7	-1,4	-1,4
Anomalía		-15%	20%	-6%	19%	-2%	2%	42%

Fuente: Corpoica (2015a).

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



Susceptibilidad del municipio a amenazas climáticas

Con la cartografía temática del proyecto MAPA 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, 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.

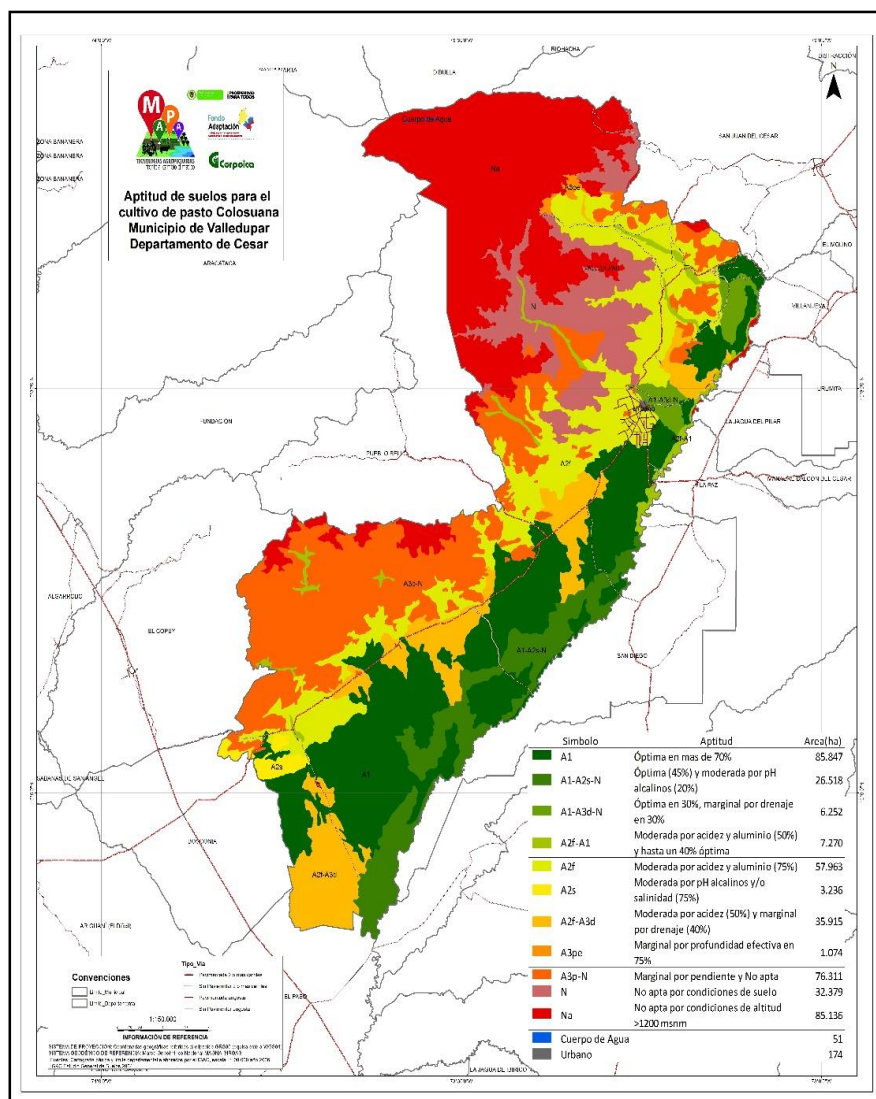
Exposición del sistema de ganadería bovina de doble propósito a amenazas derivadas de la variabilidad climática en Valledupar

El sistema de ganadería bovina doble propósito basa su alimentación en la producción de las praderas, las cuales se encuentran expuestas a limitaciones por las características del suelo (físicas y químicas), así como las condiciones climáticas y su variabilidad. La exposición de las praderas a estas características varía en el tiempo y de acuerdo a 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 colosuana o kikuyina (*Bothriochloa pertusa*), pastura base del sistema de ganadería bovina de doble propósito de Valledupar.

Para evaluar la exposición de las praderas se deben identificar las limitaciones de los suelos y los lugares en los que se encuentran las especies de pastos, las condiciones de humedad en el suelo y la probabilidad de ocurrencia de condiciones de déficit hídrico.

- a. En el mapa de aptitud de suelos se observan las limitaciones de los suelos en Valledupar y en dónde están establecidos o se establecerán las especies forrajeras; para este estudio se siguió 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, por ejemplo la altitud, pendientes excesivamente inclinadas o texturas del suelo. Es pertinente mencionar que la escala de análisis espacial es 1:100.000 (Figura 4).



Símbolo	Aptitud	Área (ha)
A1	Óptima en más de 70%.	85.847
A1-A2s-N	Óptima (45%) y moderada por pH alcalino (20%).	26.518
A1-A3d-N	Óptima en 30%, marginal por drenaje en 30%.	6.252
A2f-A1	Moderada por acidez y aluminio (50%) y hasta un 40% óptima.	7.270
A2f	Moderada por acidez y aluminio (75%).	57.963
A2s	Moderada por pH alcalino y/o salinidad (75%).	3.236
A2f-A3d	Moderada por acidez (50%) y marginal por drenaje (40%).	35.915
A3pe	Marginal por profundidad efectiva en 75%.	1.074
A3p-N	Marginal por pendiente y no apta.	76.311
N	No apta por condiciones de suelo.	32.379
Na	No apta por condiciones de altitud >1.200 msnm.	85.136
Cuerpo de agua		51
Urbano		174
Total		418.126

Figura 4. Aptitud de uso del suelo para el pasto colosuana o kikuyina en Valledupar (Cesar).

Fuente: Corpoica (2015b).

Para tener en cuenta: Los suelos aptos para pastos en Valledupar corresponden a una tercera parte del municipio; dentro de este, el 20,5 % del área total del municipio (85.847 ha aproximadamente) presenta condiciones óptimas y un 7,8 % del municipio (32.770 ha) muestra una aptitud óptima y moderada, ya sea por alcalinidad o por drenaje. En cuanto a los suelos con aptitud moderada por acidez y aluminio, pH alcalino o salinidad se estima que corresponden a 104.384 ha aproximadamente, lo cual representa un 24,9 % de la superficie del municipio. En este caso, el pasto podría implementarse asociado a otros sistemas productivos como el agrosilvopastoril o la trashumancia (Figura 4).

De otro lado, las zonas determinadas como marginales corresponden a 18,5% del municipio, equivalentes a 77.385 ha aproximadamente, y sus principales limitantes son la pendiente y la profundidad efectiva. Por último, en las áreas no aptas, las cuales representan el 28,1% del municipio es decir 117.515 ha, el resultado se debe a que corresponden a lugares con altitud superior a los 1.200 msnm y por algunas condiciones del suelo como presencia de rocas o contactos líticos y en algunos casos por nivel freático o drenaje (Figura 4).

b. En las ventanas temporales de análisis se muestran las condiciones de humedad en el suelo para pastos y forrajes en el sistema productivo de ganadería bovina de doble propósito. Este análisis se estableció en función del pasto colosuana, el cual es usado ampliamente para la alimentación del ganado en Valledupar. Teniendo en cuenta que la actividad ganadera se desarrolla de forma continua en el año, los meses escogidos para las ventanas de análisis correspondieron a las épocas de menor y mayor cantidad de precipitaciones, diciembre-febrero y septiembre-noviembre respectivamente.

En la Tabla 3 se presentan las etapas de rotación de praderas representativas en Valledupar en condiciones de déficit hídrico en el suelo para el pasto colosuana. El análisis tuvo en cuenta dos etapas de rotación de praderas (pastoreo y periodo de descanso).

Tabla 3. Ventanas temporales de análisis en condición de humedad restrictiva en el suelo por déficit hídrico para el pasto kikuyina, en el sistema productivo ganadería bovina de doble propósito para el municipio de Valledupar (Cesar)

Etapas de rotación de praderas	Duración (días)	Ventana de análisis I												Ventana de análisis II											
		Dic				Ene				Feb				Sep				Oct				Nov			
		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	30																								
Periodos de descanso	45-60																								

Fuente: Corpoica (2015b).

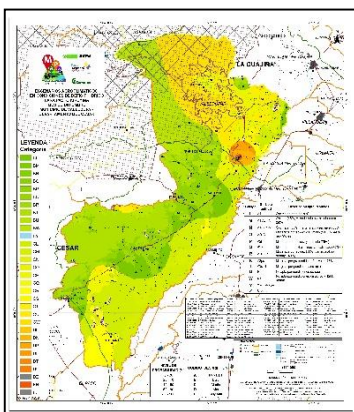
c. En los mapas de escenarios agroclimáticos se muestra la probabilidad de ocurrencia de condiciones de déficit hídrico durante el establecimiento del pasto colosuana. En la figura 5 la probabilidad baja corresponde al tono verde, media al tono amarillo y alta al tono naranja. Estos valores de probabilidad se presentan según el índice de Palmer (1965)² y de acuerdo con los meses o periodos de ocupación y descanso de los potreros (Tabla 3). 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 y, además, afecta en mayor grado a 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.

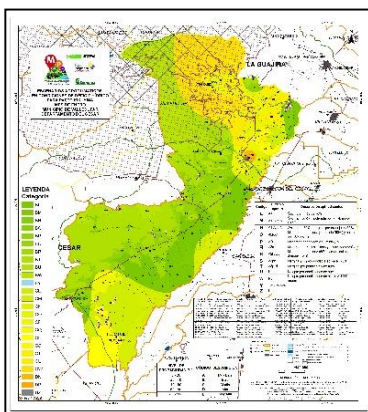
² El índice de Palmer mide la duración e intensidad de un evento de sequía a partir de datos de precipitación, temperatura del aire y humedad del suelo.

Ventana de análisis I

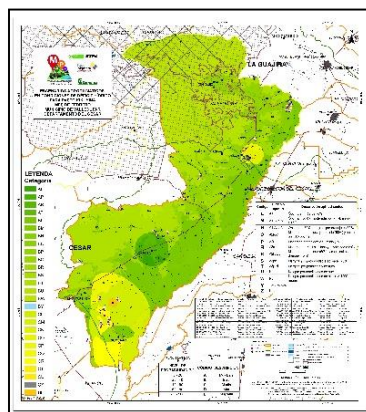
Diciembre



Enero

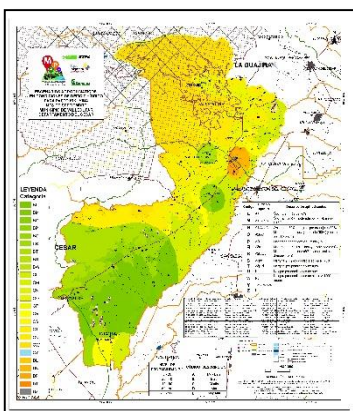


Febrero

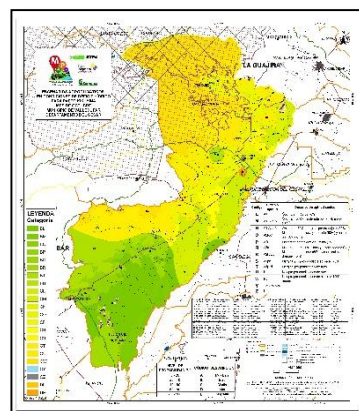


Ventana de análisis II

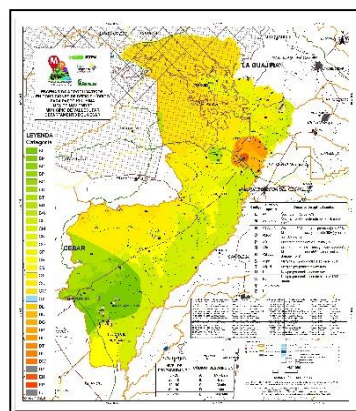
Septiembre



Octubre



Noviembre



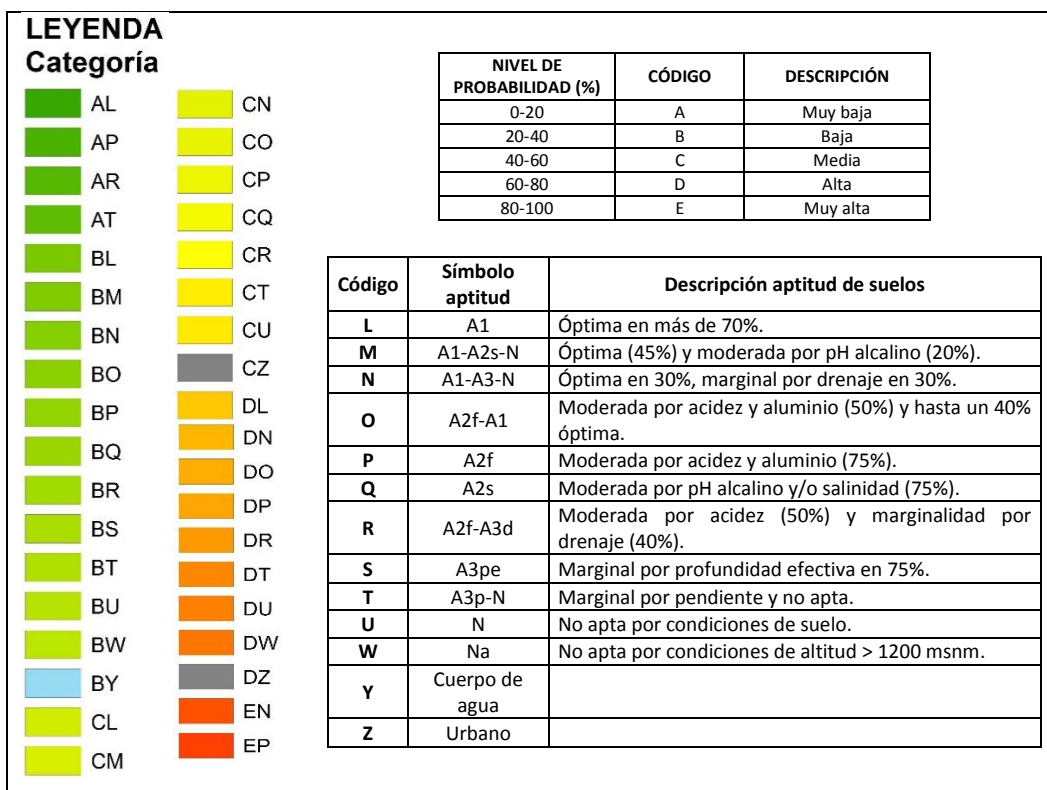


Figura 5. Escenarios agroclimáticos mensuales para el pasto colosuana en condiciones de humedad restrictivas por déficit hídrico en las ventanas de análisis I (diciembre-febrero) y II (septiembre-noviembre) en Valledupar.

Fuente: Corpoica (2015b).

Para tener en cuenta: En las ventanas de análisis se pueden observar probabilidades bajas (20-40 %, tonos verdes), medias (40-60%, tonos amarillos) y altas (60-80 %, tonos naranjas) de deficiencias de humedad en el suelo. Probabilidades superiores al 40 % podrían limitar el establecimiento y desarrollo del pasto colosuana. Por otra parte, en la ventana de análisis I (diciembre-febrero) las áreas con déficit de agua son menores en comparación con la ventana de análisis II (septiembre-noviembre) (Figura 5).

Zonas de Valledupar con mayor y menor riesgo de pérdida productiva en el sistema de ganadería bovina doble propósito

Para determinar el riesgo de pérdida productiva en el municipio debe tenerse en cuenta la información correspondiente a los escenarios agroclimáticos y observar los mapas de aptitud agroclimática en condiciones restrictivas con baja y alta exposición a déficit hídrico en el suelo, tanto en la ventana de análisis I (Figura 6), como en la ventana de análisis II (Figura 7). En las figuras 6 y 7 es posible observar la aptitud agroclimática del pasto colosuana. La escala de análisis espacial es 1:100.000.

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

En Valledupar se presentaron de manera notoria probabilidades superiores a 40 % de deficiencias de humedad en el suelo. En la ventana de análisis I (diciembre-febrero) estas áreas fueron mayores en comparación con la ventana de análisis II (septiembre-noviembre).

Por otra parte, las aptitudes agroclimáticas con baja exposición a deficiencias de humedad en el suelo fueron:

Nichos productivos óptimos o con leves restricciones (tono verde oscuro), los cuales corresponden a un área aproximada de 47.784,88 ha (11,4 %³) para la ventana de análisis I (figura 6) y 45.103,51 ha (10,8 %) para la ventana II (Figura 7). Estas áreas presentan suelos óptimos en más del 70 %.

Nichos productivos condicionados a prácticas de manejo y/o conservación de suelos (tono verde claro), los cuales corresponden aproximadamente a 62.219,13 ha (14,9 %) para la ventana de análisis I (Figura 6) y 57.637,03 ha (13,8 %) para la ventana II (Figura 7) (Los suelos presentan para el pasto colosuana una aptitud óptima, moderada y marginal por

³ Porcentajes calculados con respecto al área total del municipio.

drenaje; acidez y altos contenidos de aluminio, pH alcalino o salinidad; y profundidad efectiva.

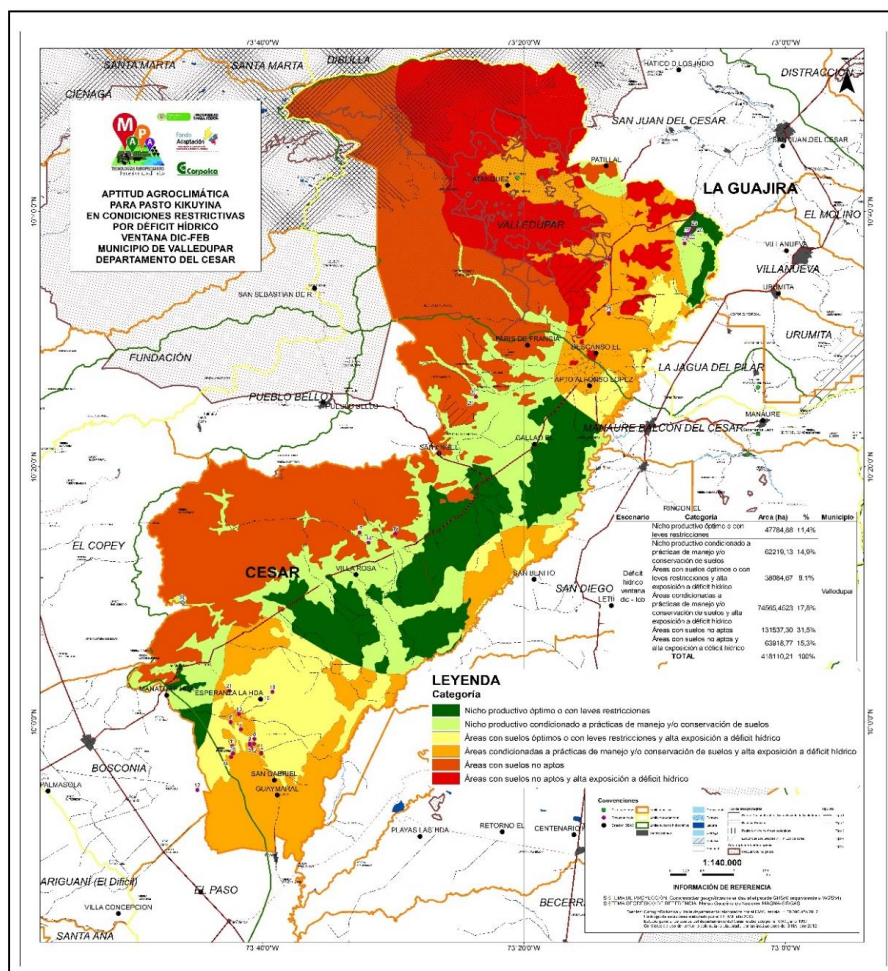
Áreas con suelos no aptos (tono naranja oscuro), que corresponden aproximadamente a 131.537,30 ha (31,5 %) para la ventana de análisis I (Figura 6) y a 27.593,43 ha (6,6 %) para la ventana II (Figura 7). Estas áreas presentan suelos marginales y no aptos a causa de pendientes superiores al 50 %, condiciones de suelo y altitudes superiores a 1.200 msnm.

De otro lado, las aptitudes agroclimáticas con alta exposición a deficiencias de humedad en el suelo fueron:

Áreas con suelos óptimos o con leves restricciones y alta exposición a déficit hídrico (tono amarillo) que corresponden aproximadamente a 38.084,67 ha (9,1 %) en la ventana I (Figura 6) y a 40.746,22 ha (9,7 %) en la ventana II (Figura 7).

Áreas con suelos condicionados a prácticas de manejo o conservación de suelos, y alta exposición a déficit hídrico (tono naranja claro) las cuales corresponden, aproximadamente a 74.565,45 ha (17,8%) en la ventana I (Figura 6) y 79.610,45 ha (19%) en la ventana II (Figura 7). Las condiciones de manejo a implementar en estos suelos se deben a sus características de drenaje, acidez, altos contenidos de aluminio, pH alcalino y/o salinidad; y profundidad efectiva.

Áreas con suelos no aptos y alta exposición a déficit hídrico (tonos rojos) corresponden aproximadamente a 63.918,77 ha (15,3%) en la ventana I (Figura 6) y a 167.419,57 ha (40%) en la ventana II (Figura 7).

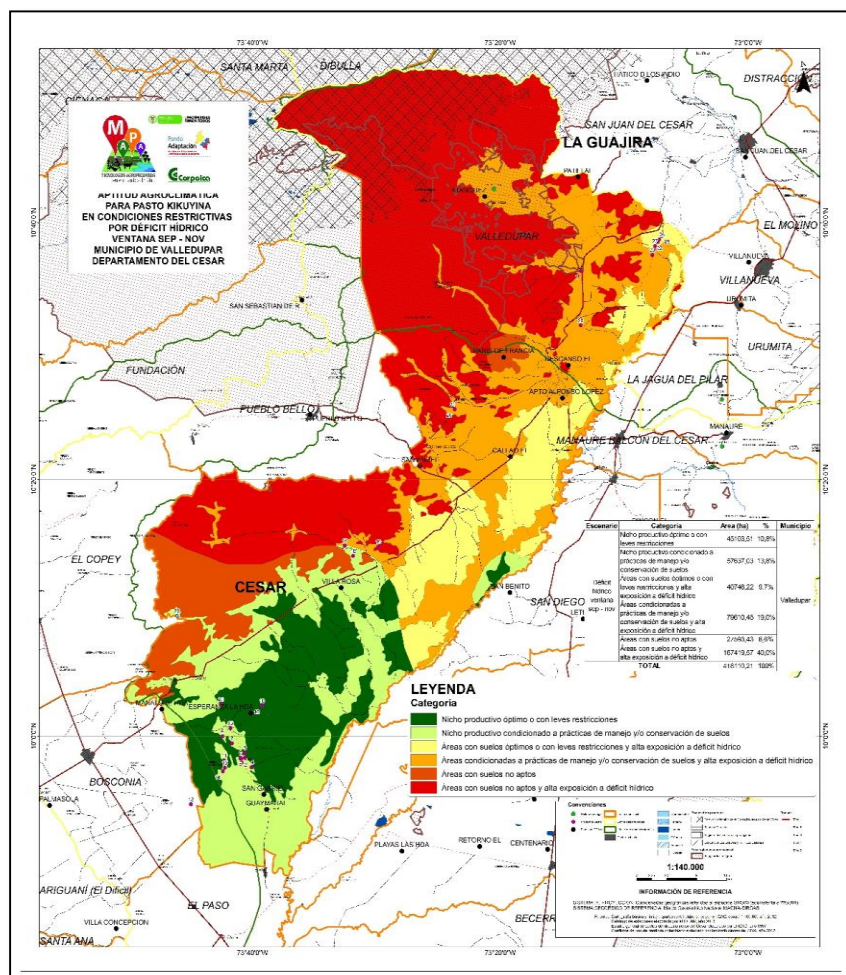


Categoría

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

Figura 6. Aptitud agroclimática para pasto colosuana en condición de déficit hídrico. Ventana de análisis I (diciembre-febrero), municipio de Valledupar (Cesar).

Fuente: Corpoica (2015b).



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

Figura 7. Aptitud agroclimática para pasto colosuano en condición de déficit hídrico. Ventana de análisis II (septiembre-noviembre), municipio de Valledupar (Cesar).

Fuente: Corpoica (2015b).



Para mayor información sobre la aptitud agroclimática del pasto colosuana o kikuyina en Valledupar (Cesar), consulte el sistema experto 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 de ganadería bovina de doble propósito, 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, que contemple seguimiento de la humedad del suelo por medios organolépticos, sensores o determinaciones físicas.
- Rendimiento de praderas efectuando seguimiento del desarrollo y crecimiento de los pastos y forrajes.
- Prácticas agrícolas y de manejo empleadas, tales como labores culturales, control de plagas, enfermedades y malezas, aforos, etc.



- Desastres climáticos y sus impactos en la agricultura, ya que los eventos extremos afectan el desarrollo de los forrajes, entre los que se encuentran excesos y déficit de agua, heladas y deslizamientos.
- Distribución temporal de los 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; y se pueden relacionar con las exigencias climáticas del sistema productivo, sus necesidades hídricas y sus rendimientos (Pérez & Adonis, 2012)⁴.

⁴ En la *Guía para el uso de la información agroclimática en el manejo de cultivos y frutales* podrá encontrar algunas indicaciones e ideas para llevar a cabo análisis en su sistema productivo. Consúltela en <http://bit.ly/29P68Zg>

Sección 2. Prácticas que se pueden implementar para reducir la vulnerabilidad del sistema productivo de la ganadería bovina doble propósito en condiciones de déficit hídrico del suelo en Valledupar

En esta sección se presentan recomendaciones sobre opciones tecnológicas validadas con potencial para mitigar los efectos que el déficit hídrico en el suelo tiene sobre el sistema productivo de la ganadería doble propósito en el municipio de Valledupar. Estas opciones tecnológicas fueron implementadas entre los meses de julio de 2015 y julio de 2016, época en la cual se presentaron condiciones de déficit hídrico-atmosférico (Figura 8).

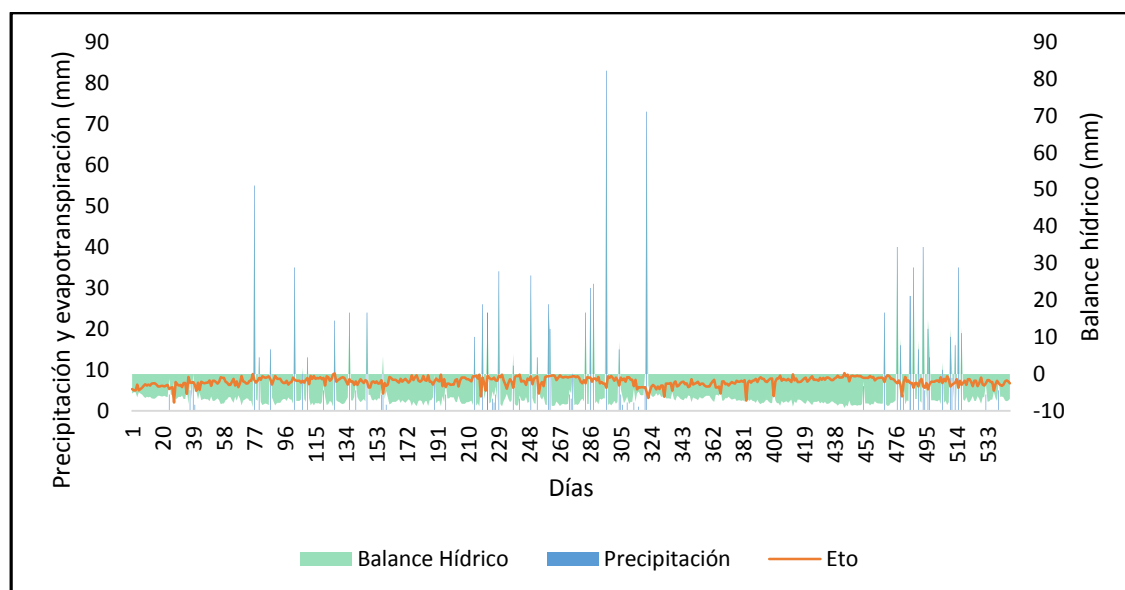


Figura 8. Balance hídrico atmosférico entre los meses de enero de 2015 y junio de 2016. Parcela de integración del sistema productivo de ganadería bovina de doble propósito, Valledupar (Cesar).
Fuente: Corpoica (2016).

La Figura 8 presenta la dinámica de la precipitación y la evapotranspiración durante el tiempo de validación. Entre los días 1 a 69 (enero a marzo de 2015), 154 a 205 (junio a julio de 2015) y 324 a 365 (octubre a diciembre de 2015), correspondiente a las épocas secas del año, la evapotranspiración superó la precipitación registrada, lo cual se refleja en el balance hídrico-atmosférico negativo; es decir, las entradas de agua al sistema no compensan las salidas.

El balance hídrico agrícola muestra el comportamiento de la lámina de agua disponible (ADT) o fracción de agua que se encuentra entre la capacidad de campo y el punto de marchitez permanente; el agua fácilmente aprovechable (AFA) es el agua capilar retenida en los poros del suelo y el agotamiento de agua (Dr Final) está relacionado con el consumo del cultivo en la parcela de integración durante el periodo de evaluación. La Figura 9 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, Pruitt, Wright, Howell, Ventura, Snyder & Elliott, 2006).

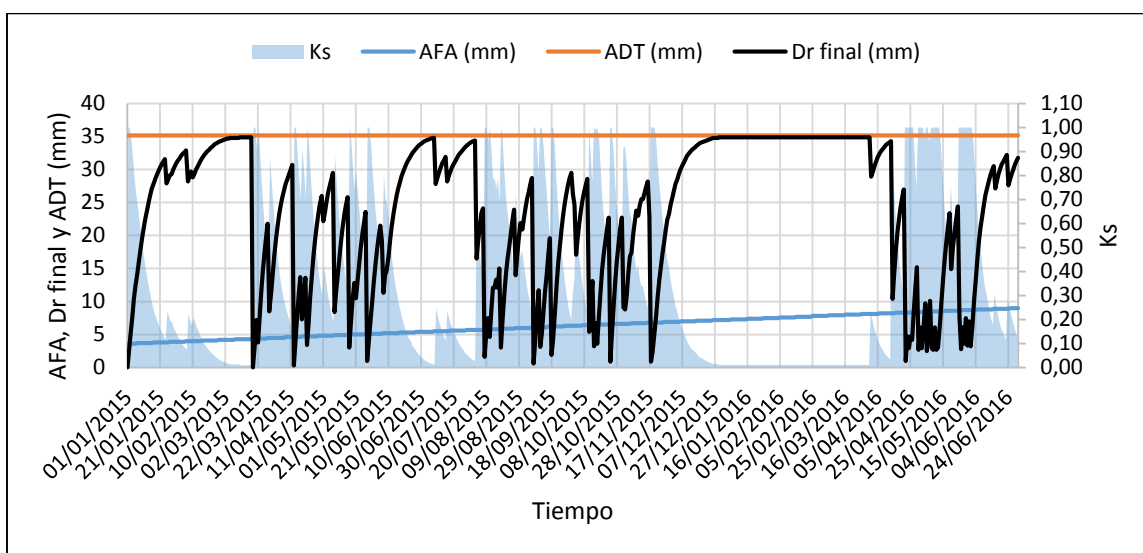


Figura 9. Balance hídrico agrícola entre los meses de enero de 2015 y junio de 2016. Parcela de integración del sistema productivo de ganadería bovina de doble propósito, Valledupar (Cesar).
Fuente: Corpoica (2016).

El coeficiente de estrés hídrico (K_s) es un factor adimensional de reducción de la transpiración, es decir, este valor describe el efecto del estrés hídrico en la transpiración del pasto cuando se producen limitaciones en el suministro de agua a la planta, principalmente causado por la disponibilidad de agua en el suelo. El coeficiente toma

valores entre 0 y 1: aquellos cercanos a cero indican mayor estrés hídrico en la planta relacionado con limitantes en la disponibilidad del recurso hídrico (Figura 9).

A partir de este comportamiento meteorológico y teniendo en cuenta que el manejo tradicional basado en el pastoreo extensivo de potreros establecidos con pasto colosuana es afectado por condiciones de déficit hídrico, a continuación se presentan recomendaciones para implementar algunas opciones tecnológicas con el fin de reducir la vulnerabilidad del sistema productivo bovino de doble propósito en condiciones restrictivas de humedad en el suelo.

1. Establecimiento y conservación de cultivos forrajeros: ensilaje de sorgo forrajero variedad Corpoica JJT-18

La conservación de los cultivos forrajeros es una tecnología implementada para almacenar y preservar los forrajes con el fin de suplir las necesidades alimenticias de los animales en las épocas críticas. El ensilaje, por su parte, es un método de conservación de pastos y forrajes basado en la fermentación anaeróbica de la masa forrajera que permite mantener durante periodos prolongados de tiempo la calidad que tenía el forraje en el momento del corte (Sánchez, 2005).

El sorgo forrajero variedad Corpoica JJT-18 es un material de rápido crecimiento y con menores requerimientos nutricionales que el sorgo granífero y el maíz. En comparación con el cultivo de maíz tiene menores costos de producción, tolerancia a la sequía y mayor producción de materia seca, ya que tiene capacidad de rebrote luego del primer corte. La producción de forraje verde está entre 39 y 56 t.ha⁻¹ (Bernal, Rincón, Guevara, Hernández & Flores, 2014).

Área a sembrar. El área a establecer depende del número de animales a los que se dará suplemento y del cálculo de consumo de forraje verde por animal. Para esto, se toma como referencia un consumo de 12 % del peso vivo del animal. Generalmente se pesan los animales para determinar el consumo por peso vivo.

Época de siembra y preparación del suelo. Es recomendable realizar la siembra al inicio de la temporada de lluvias para garantizar un buen porcentaje de germinación, un construcción correcta y unos altos rendimientos. Para la mecanización se recomienda realizar un pase de cincel, dos pases de rastra pesada y un pase de pulidor. Estas labores

de labranza permiten descompactar el suelo y mejorar la infiltración de agua a través del perfil (Figura 10).



Figura 10. Preparación del terreno para la siembra de sorgo forrajero variedad Corpoica JJT-18. Parcela de integración del sistema productivo de ganadería bovina de doble propósito, Valledupar. Fuente: Corpoica (2016).

Fertilización. Antes de la siembra de la semilla, y teniendo en cuenta el análisis químico de suelos, se recomienda hacer fertilización. De acuerdo con las condiciones del suelo del predio, la fertilización recomendada para el sorgo forrajero consiste en aplicar 100 kg de nitrógeno por ha, 50 kg de fosfato diamónico (DAP), 60 kg de cloruro de potasio y 10 kg de elementos menores (boro, zinc y cobre). Al momento de la siembra se aplica 100 % del fósforo, 50 % del cloruro de potasio y 100 % de los elementos menores. Después de 15 días de la siembra se aplica el 50 % del nitrógeno y el 50% restante de cloruro de potasio. Después 30 días de la siembra se fertiliza con el 50% restante de nitrógeno (Figura 11).



Figura 11. Fertilización del sorgo forrajero variedad Corpoica JJT-18. Parcela de integración del sistema productivo de ganadería bovina de doble propósito, Valledupar.
Fuente: Corpoica (2016).

Siembra. Esta debe coincidir con la época de lluvias para garantizar la germinación de la semilla. Se recomienda realizar la siembra a una densidad de 90.000 a 110.000 plantas por ha en surcos separados por una distancia de 90 cm (Figura 12).



Figura 12. Siembra de sorgo forrajero variedad Corpoica JJT-18. Parcela de integración del sistema productivo de ganadería bovina de doble propósito, Valledupar.

Fuente: Corpoica (2016).

Control de arvenses y manejo de plagas y enfermedades. El control de arvenses se lleva a cabo en los primeros 35-45 días, debido a que es la época crítica de competencia por nutrientes y luz. Antes de la siembra, se recomienda utilizar un herbicida preemergente con el fin de eliminar el rebrote de algunas malezas y evitar la competencia con las plantas recién germinadas. En cuanto al manejo de plagas y enfermedades se debe realizar un monitoreo a lo largo del cultivo para poder determinar la presencia de agentes que puedan causar efectos negativos en la producción.



Implementación de riegos. Si la zona en la que se va a realizar el establecimiento del sorgo es susceptible a condiciones de déficit hídrico, se recomienda contar con un sistema de riego que permita suministrar la cantidad de agua necesaria para el normal desarrollo de las plantas.

Se pueden implementar sistemas de riego por aspersión o por goteo, dependiendo de la capacidad adquisitiva del productor.

Elaboración del ensilado. La cosecha del sorgo se realiza cuando el grano esté pastoso (grano blando para consumo), es decir a los 90 días después de la siembra. Para áreas pequeñas la cosecha se realiza de forma manual (con machete) y el picado se realiza con una picadora o máquina picapastos. Para evitar costos adicionales de transporte el picado y embolsado se pueden realizar dentro del lote.

Con el fin de promover los procesos de fermentación y conservación se le agrega un aditivo como melaza, aunque existen otros como la pulpa de cítricos y maíz triturado. La melaza se puede usar en una proporción de 1 a 1 por tonelada de forraje verde (Garcés, Berrio, Ruiz, Serna & Builes, 2004).

Llenado de bolsas. Este es el paso más importante en todo el proceso y por eso es absolutamente necesario que la bolsa quede herméticamente sellada y con la mínima cantidad de aire adentro.

El inadecuado amarre o una mala compactación desencadenarían procesos butílicos de fermentación, acidificación, desarrollo de hongos y bacterias que dañarán el ensilado; por lo tanto, se recomienda usar bolsas de polietileno calibre 6 a 8 con capacidad de 40 kg (Figura 13).

Este proceso garantiza que de 21 a 30 días, después de la elaboración, el ensilado esté listo para suministrarlo a los animales y en caso dado para ser almacenado por más tiempo (Garcés et al., 2004). Es de anotar que las bolsas con ensilaje deben ser almacenadas en un lugar cubierto, seco y en lo posible evitar la presencia de roedores.



Figura 13. Embolsado y amarre del sorgo forrajero variedad Corpoica JJT-18. Parcela de integración del sistema productivo de ganadería bovina de doble propósito, Valledupar.
Fuente: Corpoica (2016).

2. Establecimiento de un banco de proteína de leucaena (*Leucaena leucocephala*)

Dado que la base alimenticia del ganado en muchos casos está basada solo en gramíneas, el establecimiento de un banco de proteína tiene como objetivo complementar la dieta de los animales, la cual se ve disminuida en épocas de sequía.

Selección de la especie. Para la selección de la especie se debe tener en cuenta experiencias previas en la zona o región, producción relativa de forraje durante la temporada seca o de lluvias y adaptación a suelos con problemas de drenaje, ácidos ($\text{pH} < 5,5$) y alcalinos ($\text{pH} > 7,5$) (Tabla 4).

Tabla 4. Productividad y adaptación de leucaena a diferentes condiciones de clima y suelo.

Especie	Producción de forraje en época seca	Producción relativa de forraje en regiones sin época seca	Adaptación a suelos con problemas de drenaje	Adaptación a suelos ácidos (pH < 5,5)	Adaptación a suelos alcalinos (pH > 7,5)
<i>L. leucocephala</i>	Alta	Baja	Mala	Mala	Buena

Fuente: Cruz y Nieuwenhuyse (2008).

La leucaena es una leguminosa arbórea que puede alcanzar alturas entre los 2 y los 20 metros (Franzolin & Velloso, 1987; Espinoza, 1996), requiere temperaturas diurnas entre 25 a 30°C para un crecimiento óptimo (FAO, 1991) y es muy resistente a la sequía ya que posee un sistema radical profundo, el cual se puede extender hasta por 5 metros para obtener agua de manera subterránea. Sumado a lo anterior, tiene la capacidad de desarrollarse en zonas con precipitaciones entre los 300 y 3.000 mm/año.

Construcción del vivero y preparación del sustrato. El vivero es el sitio recomendado para la producción de plántulas. Para establecer el vivero para la leucaena se recomienda tener en cuenta el número de plántulas que se van a sembrar y el área a establecer, contar con un terreno plano que se encuentre cerca de una fuente de agua y orientar el vivero respecto al sol para permitir una buena distribución de la luz.



Figura 14. Preparación del sustrato y llenado de bolsas para la siembra de semilla de leucaena.

Parcela de integración del sistema de ganadería bovina de doble propósito, Valledupar.

Fuente: Corpoica (2016).

En cuanto a la preparación del sustrato se recomienda usar 50 % de tierra, 30 % de materia orgánica (la cual puede ser bovinaza, hormigaza, gallinaza, lombriabono o bocachi) y 20 % de arena o una mezcla formada por arena, cascarilla de arroz y aserrín para mejorar la textura (Barragán, 2013) (Figura 14).

Escarificación y siembra de la semilla. Antes de la siembra de la semilla de leucaena se recomienda realizar un proceso de escarificación, el cual consiste en sumergir la semilla en agua a punto de ebullición durante 1 minuto, luego se seca a temperatura ambiente y se procede a sembrar. Este método tiene como fin acelerar el proceso de germinación. Para la siembra se recomienda utilizar 5 semillas por sitio o bolsa, para garantizar un buen porcentaje de germinación y sobrevivencia (Figura 15).



Figura 15. Siembra de la semilla de leucaena. Parcela de integración del sistema de ganadería bovina de doble propósito, Valledupar.

Fuente: Corpoica (2016).

Preparación del terreno. La preparación del suelo o labranza es la práctica que permite modificar el estado del suelo con el fin de proporcionar a las plantas un ambiente propicio para su desarrollo, al corregir cualquier factor físico limitante (Amézquita, 1997). Para la siembra de leucaena se recomienda preparar el suelo con un pase de cincel, dos pases de

rastra pesada y un pase de pulidor. En caso de presentarse obstáculos como troncos es recomendable retirarlos antes de la mecanización.

Fertilización. El plan de fertilización se debe establecer de acuerdo con un análisis de suelo previo. Por ejemplo, durante el desarrollo de la parcela de integración en la vereda El Perro (Valledupar) se sugirió aplicar al momento de la siembra 50 a 60 kg de fósforo por ha (como superfosfato de calcio triple) y 30 a 40 kg de nitrógeno por ha (como urea) cuando las plantas alcanzaron 10 cm de altura. Después de la aplicación inicial no se requiere fertilizar con nitrógeno, mientras que con fósforo debe hacerse cada dos o tres años (Solarte, Murgueito, Gonzáles, Uribe & Manzano, 2013).

Siembra de las plantas. Se recomienda sembrar al inicio de las lluvias y cuando se garantice buena humedad en el suelo. Estas deben tener una altura de 30 cm y una edad de 8 semanas. El trasplante se debe hacer en las horas de la mañana para evitar la deshidratación de las plántulas. La distancia de siembra puede ser de 1 metro de distancia entre surcos y 0,5 metros entre plantas, permitiendo una población de 20.000 plantas por ha (Figura 16).



Figura 16. Trasplante de plantas de leucaena. Parcela de integración del sistema de ganadería bovina de doble propósito, Valledupar.
Fuente: Corpoica (2016).

Control de malezas. Antes de la siembra se debe hacer control de malezas y deshierbes para evitar competencia por luz y nutrientes, además, esto evita la presencia de insectos y algunos animales como iguanas, los cuales consumen parte del follaje de las plantas. Posterior a la siembra se recomienda realizar un control manual o mecánico utilizando machete o guadaña, evitando así la proliferación y crecimiento de malezas y la competencia por nutrientes con la leucaena (Figura 17).



Figura 17. Control mecánico con guadaña. Parcela de integración del sistema de ganadería bovina de doble propósito, Valledupar.

Fuente: Corpoica (2016).

Aprovechamiento. Antes de iniciar el aprovechamiento del banco de proteína se realiza un corte para generar uniformidad de altura de las plantas, se recomienda hacerlo a los 120 días después de la siembra y con una altura de corte de 80 cm (Figura 18). En esta etapa también se puede realizar un pastoreo instantáneo de menos de 24 horas con terneros menores de un año (Solarte et al., 2013) y luego el corte de uniformidad. La frecuencia de corte puede variar de acuerdo con la época; se recomienda realizar cortes cada mes en periodos lluviosos y cada dos meses en periodos secos. La cantidad de forraje a suministrar a los animales se calcula a partir de la oferta y calidad de las pasturas dentro de la finca y este ofrecimiento se hace en fresco.



Figura 18. Corte y acarreo de *leucaena*. Parcela de integración del sistema de ganadería bovina de doble propósito, Valledupar.

Fuente: Corpoica (2016)

Calidad nutricional. El forraje analizado de leucaena presentó un porcentaje de materia seca del 26 %, proteína del 23,6 %, un valor de Fibra Detergente Neutro (FDN) de 27,77 %, un valor de Fibra Detergente Ácido (FDA) de 16,09 % y una digestibilidad del 75,49 %. Los valores corresponden a plantas con una edad de rebrote de 8 semanas y manejadas bajo la modalidad de aprovechamiento de corte y acarreo.

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

Ventajas comparativas de las opciones tecnológicas implementadas

Lo expuesto en el apartado anterior representa un esquema de manejo integrado del sistema, en comparación con el esquema de manejo tradicional basado en el pastoreo extensivo de pasto colosuana. Igualmente, las opciones tecnológicas identificadas también pueden ser implementadas ante condiciones de exceso de humedad en el suelo. Estas tecnologías son un marco general de referencia, validadas en áreas condicionadas a prácticas de manejo o conservación de suelos y alta exposición a déficit hídrico, su eventual implementación en otro predio de Valledupar deberá ajustarse de acuerdo con la zonificación de aptitud agroclimática.

En la Figura 19 se presentan los resultados de producción de leche para un grupo de animales suplementados con ensilaje de sorgo forrajero variedad Corpoica JJT-18 comparados y de un grupo de animales alimentados con solo pastura tradicional (colosuana).

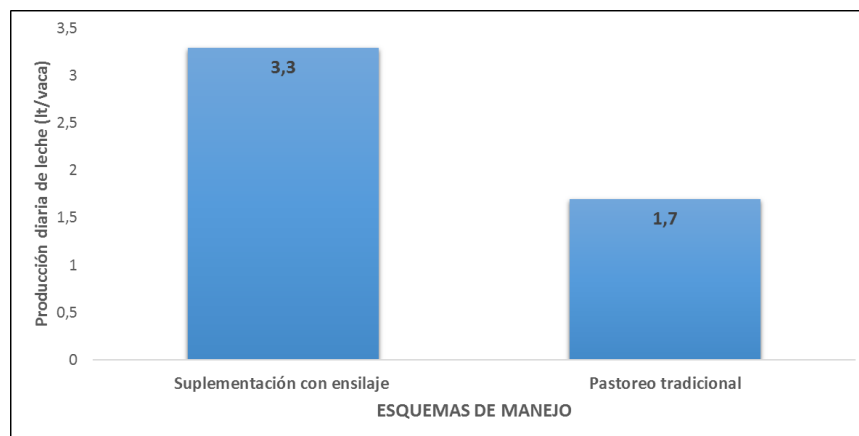


Figura 19. Comparación entre la producción de leche diaria en bovinos doble propósito alimentados con ensilaje de sorgo forrajero y pastoreo tradicional. Parcela de integración del sistema de ganadería bovina de doble propósito, Valledupar.

Fuente: Corpoica (2016).

El suplemento con ensilaje de sorgo forrajero genera un aumento en la producción diaria de leche de 1,6 litros, lo cual equivale porcentualmente a un 94,1 %. Este aumento en la

producción de leche genera ingresos adicionales por venta dado que los precios tienden a aumentar en la época seca. De igual manera, las ganancias de peso en las crías suplementadas fueron superiores, generando ganancias adicionales al momento de la venta del semoviente (Tabla 5).

Tabla 5. Comparativo de ingresos entre el manejo tradicional y este último más la opción tecnológica ensilaje del sorgo forrajero JJT-18, ante una condición de déficit hídrico en Valledupar

Variables	Pastura	Pastura + Ensilaje
	Sequía	Sequía
Producción de leche (l día/vaca)	1,7	3,3
Producción de leche (l día/ha)	1,33	4,04
Producción de leche por época (l/ha)	192	485
Precio de venta de la leche (\$/l)	900	900
Ingresos venta de leche por época (\$)/ha	172.615	436.818
Ganancia de peso (gr/día)	267	670,
Producción de carne por época (gr)	32.040	80.400
Precio de carne por kg (\$)	2.800	2.800
Ingresos venta de carne por ha (\$)	84.344	275.916
Total Ingresos por ha (\$)	256.960	712.735

En la época seca la suplementación con ensilaje de sorgo forrajero variedad Corpoica JJT-18 además de aumentar la producción de leche, permite mantener la carga animal y disminuir la mortalidad por escasez de pasturas; por lo cual, es una tecnología recomendable para zonas susceptibles a déficit hídrico.

En la Figura 20 se muestran los resultados de producción de leche en dos grupos de animales, un grupo suplementado con forraje fresco de leucaena y otro grupo alimentado solo con colosuana.

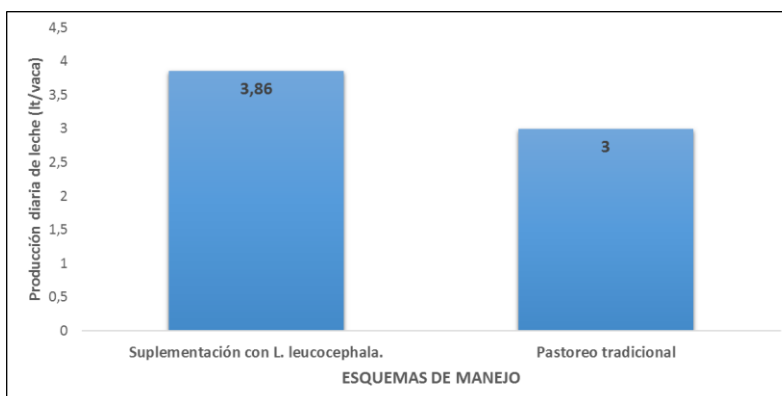


Figura 20. Comparación entre la producción diaria de leche en bovinos doble propósito alimentados con forraje fresco de leucaena y pastoreo tradicional. Parcela de integración del sistema de ganadería bovina de doble propósito, Valledupar.

Fuente: Corpoica (2016).

La suplementación con forraje fresco de leucaena permitió aumentar la producción de leche en un 26,6 %. Este aumento puede generar ingresos adicionales por venta del producto especialmente en las épocas críticas del año, cuando la oferta de leche es escasa. Al igual, la ganancia de peso de las crías suplementadas con leucaena genera ingresos adicionales al momento de la venta (Tabla 6).

Tabla 6. Comparativo de ingresos entre tratamientos de la opción tecnológica Banco de proteína de leucaena, ante una condición de déficit hídrico en Valledupar

Variables	Pastura	Pastura + banco de proteína
	Sequía	Sequía
Producción diaria de Leche (l/vaca)	3,0	3,8
Producción diaria de leche (l.ha ⁻¹)	2,82	4,67
Producción de leche por época (l.ha ⁻¹)	338	561
Precio de venta de la leche (\$/l)	900	900
Ingresos venta de leche por época (\$)/ha	304.500	504.900
Ganancia de peso (gr/día)	340	650
Producción de carne por época (gr)	40.800	78.000
Precio de carne por kg (\$)	2.800	2.800
Ingresos venta de carne por ha (\$)	107.385	268.632
Total ingresos por ha (\$)	411.945	773.424



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 Valledupar a condiciones restrictivas de humedad en el suelo

Con el fin de disminuir la vulnerabilidad del sistema de ganadería de doble propósito en el municipio de Valledupar, se pueden desarrollar algunas prácticas de manejo complementarias a las opciones tecnológicas, que aumenten la capacidad adaptativa del sistema.

a. Bloques multinutricionales

Los bloques multinutricionales son mezclas de melaza, urea, minerales y un agente solidificante como constituyentes básicos. Consisten en una masa sólida que no puede ser consumida en grandes cantidades por su dureza, la cual se debe a un material cementante que se agrega en su preparación (Araujo, 1997). Los bloques multinutricionales son una tecnología fácil y práctica para ayudar a resolver los problemas de alimentación de los rumiantes en las épocas críticas y de aquellos que reciben una dieta base compuesta principalmente por forrajes que tienen bajos niveles de proteína cruda y de fibra, lo cual se traduce en una baja digestibilidad.

Para la elaboración de un bloque multinutricional se pueden utilizar materias primas como:

Melaza. Es el componente energético y saborizante del bloque, además, es un disolvente para el nitrógeno de la urea. Se puede utilizar entre un 25 y 60 % de la mezcla.

Úrea. Es un fertilizante que al ser ingerido por el animal se convierte en proteína, es importante no exceder el 10 % de la mezcla. La urea sola o disuelta en agua y consumida en altas cantidades puede causar toxicidad.

Cal viva o cemento. Ayuda a endurecer y da resistencia al bloque, se puede utilizar hasta en un 10% de la mezcla.

Sal mineralizada. Contiene minerales como calcio, fósforo y azufre, por lo general constituye un 5 % de la mezcla. Las sales mineralizadas también ofrecen palatabilidad y actúan como preservante del bloque.

Fuentes de fibra. Entre estos se encuentran los salvados, harinas, tortas y cascarilla. Su función principal es la de absorber la humedad de los componentes líquidos del bloque, dar firmeza y amarre al mismo. También proporcionan cantidades importantes de energía, proteína y vitaminas. Dependiendo de la fuente escogida, puede corresponder entre un 20 a un 35 % de la mezcla.

Fuentes de fibra largas. Dentro de estos se encuentran el bagazo de caña, heno picado de plantas forrajeras, vástago de cáscaras de banano, plátano, coco palmito y palma africana picada y seca. Estas fuentes le aseguran firmeza al bloque multinutricional; deben ser usadas en una proporción del 3 al 5 % (Tobía & Vargas, 1999).

Molde. Sirve para darle la forma al bloque. Puede ser construido en recipientes de madera o utilizar un balde, caja, cincho o prensa para hacer queso.

Hay que tener en cuenta la disponibilidad y costos de la materia prima a utilizar en la elaboración del bloque en la zona. En la Tabla se presentan las proporciones de los componentes de un bloque multinutricional.

Tabla 7. Proporciones de los materiales para la elaboración de un bloque multinutricional de 5 kg

Ingredientes	Porcentaje de inclusión (%)
Melaza	50
Urea	10
Sal mineralizada	5
Cal viva	10
Torta de palmiste, salvado de arroz o tuza molida.	25
Total formulación	100

Fuente: Tobía y Vargas, 1999.



Proceso de fabricación de los bloques multinutricionales. El proceso de fabricación del bloque comprende la molienda, pesaje, mezcla y el prensado. Según Rivero, Salcedo y Gómez (2013) el procedimiento para la elaboración de bloques multinutricionales es el siguiente:

Molienda. Los insumos que se encuentren enteros como las fuentes de fibra y la urea deben ser molidos para asegurar la homogenización de la mezcla. Para la molienda de estos insumos se utiliza el molino de martillo. El tamaño de las partículas de las fuentes de fibra y urea debe ser de aproximadamente 1 a 2 cm de grosor.

Pesaje. Una vez molidos y tamizados los ingredientes, se deben pesar de acuerdo con las cantidades que se indican en la fórmula del bloque a preparar.

Mezcla. Cuando los ingredientes se encuentren pesados, se procede a mezclarlos. Con el fin de lograr la homogenización de estos se realizan separadamente dos tipos de mezclas: la primera mezcla se relaciona con los ingredientes sólidos (harinas, premezcla mineral, fibra y cal), la segunda mezcla integra la urea y la melaza con el fin de disolver las partículas de urea y obtener una distribución uniforme en la melaza o miel. Luego de mezclar los ingredientes sólidos, se adiciona la mezcla de melaza-urea realizando movimiento circulares, hasta obtener una pasta totalmente homogénea.

Prensado. La mezcla homogénea se vierte en un molde para prensar el bloque. Para ello, es posible usar baldes plásticos, cubos plásticos de boca ancha o cajas de madera. La mezcla se debe agregar en capas delgadas y es necesario presionar cada capa por medio de un pisón de madera o de una estructura metálica.

Secado. Después de compactar la masa, se retira cuidadosamente del molde para su posterior secado. Este proceso dura entre 8 a 15 días dependiendo de la humedad ambiental. Los bloques deben estar bajo techo, aislados de roedores e insectos. Dependiendo de la cantidad a producir, se empaican y se almacenan en estibas.

b. Establecimiento de pasturas mejoradas

La baja disponibilidad y calidad nutricional que presentan las gramíneas nativas como la colosuana y la alta susceptibilidad a plagas como el “mión de los pastos”, hacen del



establecimiento de pasturas mejoradas una buena opción para su uso en los sistemas de ganadería.

Selección de la especie a sembrar. Para la elección de la especie se debe evaluar el uso potencial que se dará a esta, entre los que se encuentran pastoreo, corte, heno, ensilado etc. Igualmente, se debe considerar características como facilidad y agresividad de establecimiento, tolerancia a la sequía y susceptibilidad a las inundaciones, plagas y enfermedades, rendimientos y producción de semillas. Dentro de las pasturas mejoradas se recomienda establecer *Brachiaria brizantha* cv. Toledo, *Brachiaria híbrido* cv. Mulato, *Brachiaria híbrido* cv. Mulato 2 y *Panicum maximum* cv. Mombasa.

Preparación del terreno. El terreno se debe adecuar eliminando todas las limitaciones y problemas que se presenten en el área en donde se va a realizar la siembra, controlando las malezas o pasturas naturales no deseadas y quitando los obstáculos sobre las áreas productivas tales como troncos y piedras. También se debe tener en cuenta la pendiente del lote, la cual afecta posteriormente la posibilidad de mecanización del terreno, las zonas bajas mal drenadas o pedregosas; e identificar la disponibilidad de agua en el lote. La preparación incluye las labores de:

Pase de rastra pesada. La rastra pesada permite la destrucción de la capa vegetal existente en el área donde se va a llevar a cabo la siembra, debido a que hace un corte y volteo de la vegetación superficial. Idealmente el proceso se realiza con tres puntos de traba, lo que da lugar a una penetración de 10 a 15 cm de profundidad. Esto garantiza una máxima eficiencia de corte al romper los primeros centímetros del suelo, que por lo general tienen un alto grado de compactación en áreas de la región caribe (Cajas, Carvajal, Barragán & Portilla, 2014).

Pase del arado de cincel rígido. El arado de cincel rígido fue diseñado para penetrar en suelos duros y de esa forma romper capas compactadas. De esta manera, la superficie del suelo queda roturada y abierta para atrapar y mantener el agua lluvia. El trabajo desarrollado por esta herramienta contribuye a que la mayor parte de los residuos vegetales queden sobre la superficie del suelo y de esta forma se ayude a reducir la erosión del suelo y la evaporación del agua. Es ideal que los cinces penetren a 40 cm del suelo y a una velocidad de trabajo no mayor a 10 km/h (Cajas et al., 2014).

Paso de rastrillo pulidor. Es un implemento liviano que permite la homogenización del suelo en los primeros 10 cm, lo que facilita el desarrollo de las semillas de la gramínea o especies arbustivas (Cajas et al., 2014).

Siembra y época. Para el establecimiento del pasto se recomienda llevar a cabo la siembra al “voleo” con la utilización de una sembradora manual. La cantidad de semilla que se debe utilizar por hectárea depende de los porcentajes de pureza y germinación de la semilla, las pérdidas asociadas con el método de siembra y la densidad de la misma (Cajas et al., 2014). Se aconseja sembrar en la época de lluvia, incluso si se dispone de riego, para así asegurar un buen establecimiento a un menor costo. Después de la preparación del suelo, es importante esperar dos o tres lluvias fuertes antes de sembrar y no dejar tierra suelta en el terreno, esto evita que las semillas muy pequeñas se tapen excesivamente y se ahoguen (Mármol, 2005).

El cálculo de la cantidad de semilla se puede realizar de la siguiente manera:

$$kg \text{ semilla} \times ha = \frac{N^{\circ} \text{ de plantas por ha} \times 10.000}{\text{valor cultural} \times (100 - \% \text{ pérdidas en siembra}) \times N^{\circ} \text{ de semillas en 1 k}}$$

Para hallar el valor cultural se aplica la siguiente formula:

$$\text{valor cultural} = (\% \text{ de pureza} \times \% \text{ de germinación}) / 100$$

Fertilización. Para obtener buen resultado de la fertilización es necesario tener en cuenta varios factores relacionados con el suelo, el clima, la planta y de la relación costo beneficio. El análisis del suelo y del material vegetal es de gran ayuda para recomendar el fertilizante que requiere el cultivo (Mármol, 2005). Se recomienda realizar una fertilización al momento de la siembra y otra posterior a la germinación.

Control de arvenses. La eliminación de malezas durante el período de establecimiento es uno de los factores más importantes en todo el proceso. En muchas gramíneas se conseja emplear un herbicida preemergente (Mármol, 2005).

c. Plan de manejo sanitario

El comportamiento del ganado en la pradera nos da una idea de su estado de salud, temperatura corporal, digestión, pelo y su producción. Los agentes patógenos causantes



de enfermedades pueden ser adquiridos de distintas maneras, entre las que se encuentran la ingestión y la respiración, por vía cutánea y vía genital. Con el fin de prevenir enfermedades, se sugiere la inseminación artificial en vez de efectuar monta natural, evitar heridas, desinfectar las ubres, usar alimentos y agua no contaminados, desinfectar ropa y calzado, separar animales enfermos del hato, combatir ratas e insectos vectores de enfermedades, murciélagos hematófagos y otros animales silvestres (Uribe, Zuluaga, Valencia, Murgueitio & Ochoa, 2011).

El manejo sanitario debe estar enfocado principalmente al control, prevención y erradicación de los agentes que afectan los diferentes sistemas de producción ganadera y reforzar las medidas de manejo y diagnóstico, con el fin de disminuir los factores de riesgo que afectan la sanidad del ganado. En consecuencia, el plan sanitario debe abarcar los siguientes aspectos:

Plan preventivo. Aplica para las enfermedades que no se padecen en el hato. Para ello, se toman medidas de bioseguridad que reduzcan la exposición de los animales, por ejemplo, un plan de vacunación, un control parasitario estratégico y un diagnóstico preventivo subclínico de mastitis.

Plan de control sanitario. Tiene como fin controlar enfermedades que están presentes en el hato o que ocurren de manera esporádica. Este plan requiere metodologías adecuadas de diagnóstico y tratamiento.

Plan de erradicación. El control sanitario de erradicación cubre aquellas patologías que están presentes en el hato y que hacen parte de la lista de enfermedades de control oficial (Betancourt, Yépez, Aristizábal, Negrete, Valencia, Bravo, & Correa Quintana, 2012).

Vacunaciones. La vacunación de algunas enfermedades presentes en la zona, como fiebre aftosa, brucelosis, rabia, carbón bacteriano, carbón sintomático, septicemia hemorrágica y edema maligno están sujetas a fechas emitidas por el ICA y ejecución por parte de FEDEGAN. En la Tabla 8 se muestra el plan de vacunación para la zona.

Tabla 8. Plan de vacunación para el corregimiento El Perro-municipio de Valledupar

Enfermedad	Edad de vacunación	Aplicación segunda dosis
Aftosa	Todas las edades.	Cada seis meses
Brucelosis	Hembras entre 3-7 meses.	Dosis única
Rabia bovina	A los tres meses de nacido.	Cada año
Carbón bacteriano	Al año.	Cada año
Carbón sintomático	Machos y hembras desde los tres meses.	Al destete y cada año
Septicemia hemorrágica	Machos y hembras desde los tres meses.	Al destete y cada año
Edema maligno	Machos y hembras desde los tres meses.	Al destete y cada año

Control para parásitos internos. Se recomienda desparasitar todos los animales desde 1 hasta 18 meses de edad. Generalmente los tratamientos para parasitosis internas van acompañados con los planes de vacunación realizados por FEDEGAN e ICA, y con previo análisis coproparasitario y hemoparasitario realizado por el ICA o a través de un laboratorio autorizado. En animales de mayor edad solo se deben desparasitar aquellos desnutridos, convalecientes de procesos infecciosos o digestivos, o los que presenten infecciones intensas según resultado de los análisis de heces fecales en el laboratorio (Bencomo, 2010).

Existen dos formas de tratamiento para parásitos internos:

Tratamientos estratégicos. Para mantener un nivel bajo de parasitismo, se aplican cada 6 meses, a la entrada y salida del invierno.

Tratamientos tácticos. En animales con clínica de parasitismo o con infestaciones que van de moderadas a intensas según resultados de laboratorio.

Control de parásitos externos. Se recomienda que el control de parásitos como garrapatas, moscas y tábanos se encamine a controlar y no a erradicar. La frecuencia de baño dependerá del tipo de garrapata que se encuentre en la finca o en la zona, en caso de ser *Amblyoma* se recomienda aplicar a los animales un baño quincenalmente; por el contrario, si es *Boophylus* una vez al mes. Para las moscas y tábanos se recomienda bañar los animales individualmente dirigiendo la aspersión de abajo hacia arriba en contra del pelo para que el veneno llegue a la piel y queden bien mojados. Una bomba de 20 litros alcanza para 6 o 7 animales adultos y para unos 10 terneros. Junto con esta práctica, se requiere un manejo integrado del estiércol, basuras, limpieza de establos, identificación



de animales resistentes y manejo de residuos que puedan servir para el crecimiento de la población de moscas (Bencomo, 2010).

Los esquemas de manejo, vacunación y desparasitación son generales y se deben adaptar e interpretar a cada predio o región en particular, ya que la epidemiología de una enfermedad varía de una región a otra e incluso entre predios.

Los factores climáticos influyen de manera determinante en el desarrollo de parasitosis y enfermedades en los animales. La humedad y el calor son las causas que más favorecen la supervivencia de los huevos y larvas, por lo que la temporada de lluvia es la época más favorable para el desarrollo de las parasitosis. En la época seca las bolas de heces actúan como incubadora de los huevos o larvas y con las primeras lluvias emergen las larvas, por lo que el invierno es la época más propicia para que los animales sanos adquieran enfermedades o mueran por parasitaciones masivas.

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

Para mayor información sobre opciones tecnológicas con aplicabilidad en el sistema productivo bovino de doble propósito en Valledupar, 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 frente al riesgo agroclimático. Es importante 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 técnicos y económicos, basados en dominios de recomendación, para la implementación de las opciones tecnológicas presentadas en la primera parte de la sección 2.



Sección 3. Implementación de las opciones tecnológicas entre los productores bovinos de Valledupar

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 frente a 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. Se busca identificar si las tecnologías propuestas son viables financieramente y cómo deben implementarse según las diferentes características de los productores (tamaño del predio, mano de obra, acceso a crédito, etc.). Estas recomendaciones son una guía de apoyo para los asistentes técnicos y deben ser ajustadas a las particularidades de cada caso.

Determinación de los dominios de recomendación de 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. La información de las encuestas también se empleó para el análisis de la vulnerabilidad de las unidades productivas a los eventos climáticos,



mediante la construcción de indicadores de sensibilidad y capacidad adaptativa, de acuerdo 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 crearon mapas de exposición a los riesgos agroclimáticos de déficit o excesos hídricos. Esta información se cruzó con la tipificación y con los resultados de la modelación.

De tal modo, los dominios se definieron a partir del grado de exposición al evento climático, el grupo de la tipificación socioeconómica y la técnica que utiliza cada productor. La recomendación para cada dominio, respecto a la adopción de las tecnologías, se basa en el análisis de vulnerabilidad y la solución del modelo; obteniendo como resultado la viabilidad de las tecnologías, la prioridad de su implementación y la forma de realizarla en el tiempo.

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

Los dominios de recomendación con sus respectivas características de agrupación se presentan en la Tabla 9. En las columnas dos, tres y cuatro, se presenta para cada dominio el grado de exposición, el grado sensibilidad y la capacidad adaptativa ante un evento climático limitante. A partir de la información, se aprecia que los dominios uno y dos tienen una exposición alta a una condición climática de déficit; mientras que el dominio tres presenta una baja exposición. El grado de sensibilidad de los sistemas productivos al déficit hídrico es en general alto para todos los dominios, mientras que la capacidad adaptativa de los productores ante esta condición es media para todos los dominios.

Finalmente, la última columna de la Tabla 9 muestra los resultados del modelo microeconómico, el cual evalúa la viabilidad financiera del establecimiento y conservación a través de ensilaje del sorgo forrajero JJT-18, como suplemento a la dieta tradicional.

Esta viabilidad se determina a partir de las características de los productores de cada dominio y además establece proporciones y posibles restricciones para la implementación. En este caso las opciones son viables para todos los dominios.

Tabla 9. Caracterización de los dominios de recomendación para el sistema productivo de ganadería de doble propósito en el municipio de Valledupar

Dominio	Exposición	Sensibilidad	Capacidad de adaptación	Viabilidad financiera de la opción tecnológica
1. Productores con áreas promedio en pastos entre 20 y 35 ha, y 43 UGG* en promedio; no acceden a crédito y tienen una alta exposición agroclimática.	Alta	Alta	Media	Viable
2. Productores con áreas para pastoreo entre 36 y 70 ha, y 113 UGG en promedio; acceden a crédito y poseen alta exposición agroclimática al déficit hídrico.	Alta	Alta	Media	Viable
3. Productores con áreas entre 42 y 50 ha en promedio para pastoreo, cuentan con menos de 120 UGG en promedio y tienen una <u>baja exposición al déficit hídrico</u> .	Baja	Alta	Media	Viable

*UGG: Unidad de gran ganado.

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

Dominio 1

El dominio de recomendación 1 comprende productores que debido a la falta de preparación de suelos al establecer pasturas, así como a la baja agrobiodiversidad en el predio y a la alta relación de área sembrada en pastos; presentan una sensibilidad alta frente a un escenario de déficit hídrico en el suelo. Sin embargo, son productores que debido a la propiedad sobre los predios, la adecuada oferta de mano de obra en la zona y los buenos procesos de comercialización de los productos; se encuentran en un grupo con una capacidad de adaptación media (Figura 21).

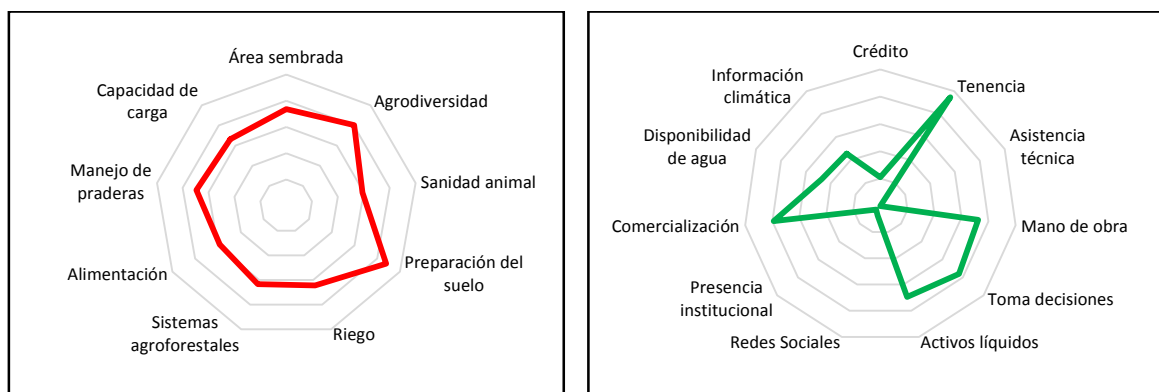


Figura 21. Indicadores de sensibilidad (rojo) y capacidad de adaptación (verde) para el dominio de recomendación 1.

Este dominio está conformado por productores que cuentan con áreas para pastoreo entre 20 y 35 ha y alrededor de 43 unidades de gran ganado (UGG), equivalente a una ocupación de 1,4 UGG/ha. De acuerdo con el análisis microeconómico estimado para dos años, es viable integrar al sistema productivo convencional el establecimiento de sorgo forrajero JJT-18⁵ y es una alternativa sostenible en el tiempo de acuerdo con la dinámica del capital.

Dada la capacidad de carga animal⁶ que se presenta en este dominio, se puede decir que para un productor representativo, es decir con 30 ha, es recomendable que la implementación tecnológica se oriente al establecimiento del sorgo forrajero JJT-18 junto con las áreas tradicionales destinadas para pastoreo; sin embargo, se deja a criterio del productor el establecimiento del banco de proteína y el suministro de este como suplemento dietario debido a su alta calidad nutricional.

Con la finalidad de suplir la demanda alimenticia del hato, se debe disponer de al menos 28 ha en pasturas (0,6 ha por cada UGG) y un área de 0,8 ha (0,01 ha por cada UGG) para la siembra del sorgo forrajero.

⁵ La estimación se realizó para una condición restrictiva por déficit hídrico de 6 meses por año.

⁶ La capacidad de carga animal se refiere al número de unidades animales que pastorean en un espacio y tiempo determinado

Finalmente, bajo el manejo convencional y en un escenario restrictivo por déficit hídrico, los productores tendrían que vender cabezas de ganado debido a la imposibilidad de ofrecer a estos el forraje que demanden. Mientras que bajo el esquema de manejo de integración basado en el establecimiento y conservación a través de ensilaje de sorgo forrajero, se reduce esta hipotética necesidad, permitiendo mantener la misma carga animal. Respecto a la mano de obra, se requiere contratar fuerza laboral adicional a la familiar al momento del establecimiento del sorgo forrajero, aproximadamente en un 5 % de la demanda total cultivo.

Dominio 2

El dominio de recomendación 2 incluye productores que debido a la baja agrodiversidad en el predio, así como escasa preparación del suelo para establecimiento de pasturas y falta de sistema de riego, presentan una sensibilidad media ante un escenario de déficit hídrico.

Asimismo, son productores que presentan propiedad sobre los predios, buenos acuerdos en el proceso de comercialización y potencial acceso y uso al crédito, por lo que tienen una capacidad de adaptación media (Figura 22).

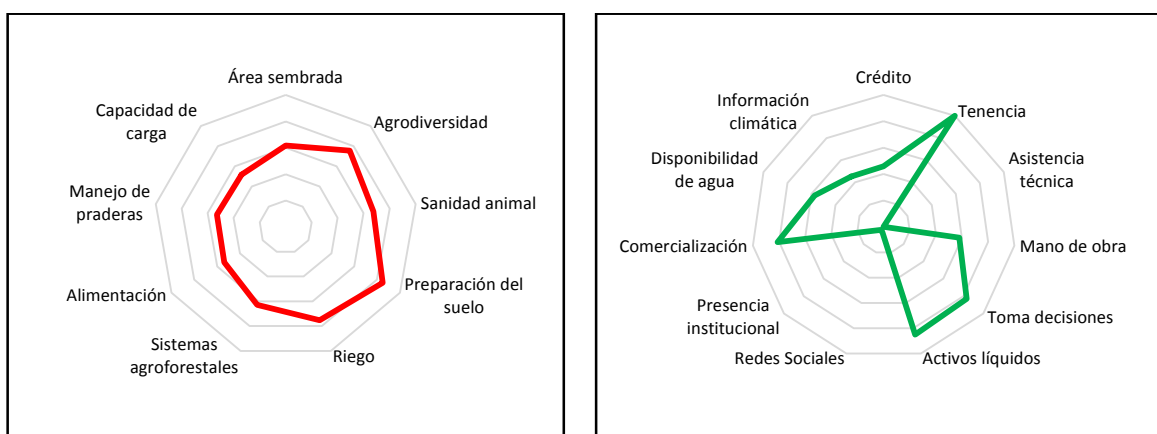


Figura 22. Indicadores de sensibilidad (rojo) y capacidad de adaptación (verde) para el dominio de recomendación 2.

El dominio de recomendación 2 está dirigido a productores que tienen entre 40 y 70 ha en pastos, y alrededor de las 113 UGG, lo que equivale a una ocupación de 2 UGG/ha. De acuerdo con el análisis microeconómico, el cual se estimó para un periodo de dos años, al integrar al sistema convencional, el establecimiento del sorgo forrajero JJT-18 resulta viable para soportar una condición restrictiva por déficit hídrico. Adicionalmente, el uso del sorgo es sostenible en el tiempo de acuerdo con el comportamiento del capital financiero, acumulación de dinero y la dinámica de los activos semovientes.

Por la capacidad de carga animal que se presenta en este dominio (Figura 22) se tiene que para un productor representativo, con 54 ha en pastos, la implementación de las opciones tecnológicas debe estar orientada especialmente al establecimiento de sorgo forrajero JJT-18 e integrarla a las áreas de pastura tradicional. Con la finalidad de suplir las demandas alimenticias del hato se debe disponer aproximadamente de 51 ha en pasturas (0,45 ha por cada UGG) y un área de 4,5 ha (0,02 ha por cada UGG) para el establecimiento de sorgo forrajero. Así mismo, se deja a criterio del productor el uso del banco de proteína.

Respecto a la fuerza laboral, estos productores cuentan con mano de obra familiar; sin embargo, deberán contratar de forma adicional aproximadamente el 35 % de la mano de obra del total que demande el cultivo. El modelo microeconómico para este grupo de productores contempla la posibilidad de acceder a crédito; no obstante, su capital inicial les permite adoptar las opciones tecnológicas, sin la necesidad de acceder a recursos a través del crédito.

Finalmente, bajo el esquema de manejo productivo integrado con el establecimiento de sorgo forrajero se contrarresta la baja oferta de alimento que se puede presentar en condiciones de déficit hídrico en el suelo. Además, ofrece la posibilidad de incrementar en el tiempo la carga animal, haciendo que el sistema de ganadería de doble propósito sea financieramente viable y sostenible.

Dominio 3

Las condiciones de agrupamiento del dominio 3 presenta productores con características heterogéneas, es decir con distintas características socioeconómicas, por lo que incluye productores de los dominios uno y dos. Sin embargo, se resalta que son productores con bajo grado de exposición a una condición restrictiva por déficit hídrico en tanto que se



encuentran ubicados en nichos de producción óptimos. En consecuencia, las opciones tecnológicas son una alternativa orientada al mejoramiento financiero del esquema productivo y no a la estrategia de mitigación de disminuciones productivas consecuencia de esta condición climática.

En este sentido, por la composición de este dominio, las recomendaciones se establecen de las sugerencias dadas para los dominios uno y dos, adaptándolas de manera adecuada a cada tipo de productor, es decir, de acuerdo con sus características socioeconómicas.



REFERENCIAS

- Allen, R. G., Pruitt, W. O., Wright, J. L., Howell, T. A., Ventura, F., Snyder, R., & Elliott, R. (2006). A recommendation on standardized surface resistance for hourly calculation of reference ETo by the FAO56 Penman-Monteith method. *Agricultural Water Management*, 81, 1-22.
- Amézquita, A. (1997). *Hacia la sostenibilidad de los suelos en los llanos orientales de Colombia*. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali-Colombia. Recuperado de: <https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/71991>.
- Araujo, O. (1997). *Experiencias con bloques multinutricionales en el estado de Zulia*. Departamento de Zootecnia. Facultad de Agronomía. Universidad del Zulia. Maracaibo-Venezuela. Recuperado de <http://produccioncientificaluz.org/index.php/agronomia/article/viewFile/11681/11671>
- Barragán Hernández, W. A. (2013). *Sistemas silvopastoriles para mejorar la producción de leche y disminuir el estrés calórico en la región Caribe colombiana* [Tesis de maestría]. Recuperado de <https://goo.gl/Z5VxXT>
- Bencomo, A. (2010). *Manejo sanitario eficiente del ganado bovino: principales enfermedades. Serie asistencia técnica*. Cartilla básica # 1. Managua: INTA, INATEC.
- Bernal, J., Rincón, A., Guevara, E., Hernández, R., & Flores, H. (2014). *Sorgo forrajero Corpoica J1T-18. Boletín técnico*. Villavicencio: Corpoica.
- Betancourt, J., Yépez, B., Aristizábal, D., Negrete, E., Valencia, H., Bravo, E., & Correa Quintana, J. E. (2012). *Seguimiento a problemas sanitarios en bovinos y fincas del departamento de Nariño asociadas con encharcamientos*. Bogotá: Corpoica.
- Cajas Girón, Y., Carvajal Bazurto, C., Barragán, W., & Portilla Pinzón, D. (2014). *Modelos silvopastoriles para el sur del Atlántico*. Bogotá (Colombia): Corpoica. 56 p.



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 Cesar. 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 Naranja (Chimichagua), Plátano (Curumani), pasto kikuyina (ganadería bovina de doble propósito – Valledupar). Proyecto reducción del riesgo y adaptación al cambio climático.*

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica). (2016). *Informe final de la parcela de integración del sistema productivo de ganadería bovina de doble propósito en el municipio de Valledupar. Departamento de Cesar. Proyecto reducción del riesgo y adaptación al cambio climático.*

Cruz, J., & Nieuwenhuyse, A. (2008). *El establecimiento y manejo de leguminosas arbustivas en bancos de proteína y sistemas en callejones. Serie técnica. Manual técnico 86. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE).*

Espinoza, F. (1996). *Producción, valor nutritivo y consumo de Leucaena leucocephala (Lam.) de Wit por ovinos en Maracay [Tesis de Maestría]. UCV-FCV, Maracay, Venezuela, 149 p. Recuperado de http://avpa.ula.ve/eventos/i_simposio_tecnologias/pdf/articulo2.pdf.*

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.*

Food and Agriculture Organization of the United Nations-FAO. (1991). Leguminosas forrajeras tropicales. En: Skermam, P., Cameron, D., & Riveros, F. (Eds), *Colección FAO: Producción y protección vegetal*, (pp. 603-612). Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.



- Franzolin, R., & Velloso, L. (1987). Aspectos tóxicos de la *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. *Rev. Fac. Med. Vet. Zotec. Univ. S. Paulo*, 11(1), 37-47.
- Garcés, A., Berrio, L., Ruiz, S., Serna, J., & Builes, A. (2004). Ensilaje como fuente de alimentación para el ganado. *Revista Lasallista de investigación*, 1(1), 66-71. Recuperado de <https://goo.gl/zCffjd>
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2012). *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Lores, A., Leyva, A., & Varela, M. (2008). Los dominios de recomendaciones: establecimiento e importancia para el análisis científico de los agroecosistemas. *Cultivos Tropicales*, 29(3), 5-10.
- Mármol, J. (2005). Establecimiento de pasturas. En: González-Stagnaro, C., & Soto Belloso, E. (Eds), *Manual de ganadería de doble propósito*, (pp. 154-161). Maracaibo: Ediciones Astro Data, S.A.
- Organización Meteorológica Mundial (OMM). (2011). *Guía de prácticas climatológicas*. Ginebra, Suiza: Organización Meteorológica Mundial.
- 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*. Santiago de Chile: Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA, Fundación de Desarrollo Frutícola FDF, Unidad Nacional de Emergencias Agrícolas y Gestión del Riesgo Agroclimático UNEA.
- Rivero, T., Salcedo, E., & Gómez, W. (2013). *Elaboración de bloques multinutricionales (BMN) para la alimentación de rumiantes de la región caribe*. Bogotá (Colombia). Corpoica. 28 p.
- Sánchez, L. 2005. Estrategias modernas para la conservación de forrajes en sistemas de producción bovina tropical. *Revista Corpoica*, 6(2), 69-80.



Solarte, L., Murgueito, E., Gonzáles, J., Uribe, F., & Manzano, L. (2013). *Protocolo para la siembra de botón de oro y leucaena en potreros con praderas mejoradas para el establecimiento de sistemas silvopastoriles intensivos*. Bogotá: Federación Colombiana de Ganaderos-Fedegan.

Tobía, C., & Vargas, E. (1999). *Fabricación artesanal y semindustrial de bloques multinutricionales. Serie técnica nutrición animal tropical*. San José, Costa Rica: Editorial de la Universidad de Costa Rica.

Uribe F., Zuluaga, A., Valencia, L., Murgueitio, E., & Ochoa L. (2011). *Buenas prácticas ganaderas. Manual 3. Proyecto ganadería colombiana sostenible*. Bogotá: GEF, BANCO MUNDIAL, FEDEGÁN, CIPAV, FONDO ACCION, TNC.



Para mayor información consulte el sistema experto-MAPA.

Ingrese por:

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

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