



Plan de Manejo Agroclimático Integrado del Sistema productivo de Ganadería Ovina

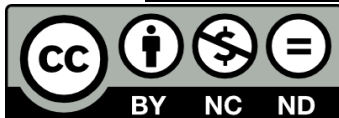
Municipio de Sora
Departamento de Boyacá



Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria
Fondo Adaptación
Agosto 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	
Michael López Cepeda	Profesional de apoyo a la investigación
Gustavo Octavio García	Investigador PhD, facilitador regional
Martha Marina Bolaños Benavides	Investigador PhD, líder del Producto 6



AGRADECIMIENTOS

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

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

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

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

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

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



TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	11
OBJETIVOS	12
Objetivo general.....	12
Objetivos específicos	12
Riesgo agroclimático para el sistema productivo de ganadería ovina.....	13
Sección 1. Factores que definen el riesgo agroclimático en el departamento y en el municipio	14
Amenazas derivadas de la variabilidad climática en Sora	14
Exposición del sistema de ganadería ovina a amenazas derivadas de la variabilidad climática en Sora	19
Zonas de Sora con mayor o menor riesgo agroclimático para el sistema productivo de ganadería ovina.....	24
Gestión de la información agroclimática y agrometeorológica para conocer el riesgo agroclimático en la finca	26
Sección 2. Prácticas que se pueden implementar para reducir la vulnerabilidad del sistema productivo de la ganadería ovina en condiciones de déficit hídrico del suelo en Sora	27
Ventajas comparativas de las opciones tecnológicas integradas.....	40



Prácticas complementarias para disminuir la vulnerabilidad del sistema productivo ovino en Sora a condiciones restrictivas de humedad en el suelo	42
Sección 3. Implementación de las opciones tecnológicas entre los productores ovinos de Sora, Boyacá	53
Dominio de recomendación	53
Determinación de los dominios de recomendación de las opciones tecnológicas para enfrentar los eventos climáticos.....	53
Características de los dominios de recomendación en el sistema productivo de ovinos, en Sora (Boyacá)	54
Implementación de las opciones tecnológicas en cada dominio de recomendación	56
REFERENCIAS	63



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama conceptual del riesgo agroclimático, para el sistema productivo de la ganadería ovina en Sora (Boyacá), en condiciones de déficit hídrico en el suelo.	13
Figura 2. Mapas de variables biofísicas de Sora (Boyacá). a. Subzonas hidrográficas. b. altitud.....	15
Figura 3. Precipitación en años extremos con respecto al promedio multianual en el período 1980-2011. Municipio de Sora (Boyacá).....	16
Figura 4. Aptitud de uso de suelos para pastos kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i>), raigrás (<i>Lolium perenne</i>) y falsa poa (<i>Holcus lanatus</i>), en Sora.	21
Figura 5. Escenarios agroclimáticos mensuales para los pastos kikuyo, raigrás y falsa poa. Sistema de ganadería ovina de Sora en condiciones de humedad restrictivas por déficit hídrico. Ventana de análisis: diciembre a marzo y marzo a junio.....	23
Figura 6. Mapa de aptitud agroclimática de Sora para los pastos kikuyo (<i>P. clandestinum</i>), raigrás (<i>L. perenne</i>) y falsa poa (<i>H. lanatus</i>), en condiciones restrictivas por déficit hídrico.	25
Figura 7. Balance hídrico atmosférico del sistema productivo ovino en Sora, entre los meses de diciembre del 2014 y enero del 2016.....	28
Figura 8. Balance hídrico agrícola desde diciembre del 2014 hasta enero del 2016. Parcela de integración del sistema productivo ovino en Sora.....	28
Figura 9. Selección de materias primas en el proceso de elaboración del BMN. Parcela de integración de Sora (Boyacá).....	30
Figura 10. Inclusión y mezcla de materiales para la elaboración de BMN. Parcela de integración de Sora (Boyacá).....	30



Figura 11. Proceso de moldeo de un BMN a través de maquina Cimva-RAM. Parcela de integración de Sora (Boyacá).....	31
Figura 12. Consumo de BMN en la parcela de integración de Sora.....	32
Figura 13. Preparación del suelo para la siembra de avena forrajera (Avena sativa).	35
Figura 14. Punto óptimo de cosecha y madurez de las espigas de avena forrajera.....	36
Figura 15. Cosecha de avena forrajera mediante hoz y macaneadora. Parcela de integración del sistema productivo de la ganadería ovina, en Sora (Boyacá).	37
Figura 16. Transporte y picado de la avena forrajera cosechada. Parcela de integración del sistema productivo de la ganadería ovina, en Sora (Boyacá).	37
Figura 17. Empaque del material picado de avena forrajera para la obtención del ensilaje. Parcela de integración del sistema productivo de la ganadería ovina, en Sora (Boyacá). ..	38
Figura 18. Lugar para el almacenamiento del ensilaje. Parcela de integración del sistema productivo de la ganadería ovina, en Sora (Boyacá).....	38
Figura 19. Apertura y ofrecimiento de ensilaje a los ovinos. Parcela de integración del sistema productivo de la ganadería ovina, en Sora (Boyacá).	39
Figura 20. Resultados encontrados con relación a la ganancia de peso en ovinos con la opción BMN. Parcela de integración del sistema productivo ovino, en Sora (Boyacá).	41
Figura 21. Resultados encontrados con relación a la ganancia de peso de ovinos con la opción de ensilaje de avena forrajera. Parcela de integración del sistema productivo ovino, en Sora (Boyacá).....	41
Figura 22. Uso de la guadaña en las actividades de recuperación de praderas degradadas.	43
Figura 23. Uso del rotovator de cuchilla lineal en las actividades de recuperación de praderas degradadas.....	44



Figura 24. Uso del renovador de praderas en las actividades de recuperación de praderas degradadas.	44
Figura 25. Uso del cincel en actividades de recuperación de praderas degradadas.	45
Figura 26. Desarrollo de la metodología del tratamiento parasitológico selectivo dirigido. Parcela de integración del sistema productivo ganadería ovina, en Sora (Boyacá).	49
Figura 27. Fuente para el abastecimiento seguro del agua. Parcela de integración del sistema productivo de la ganadería ovina, en Sora (Boyacá).	51
Figura 28. Indicadores de sensibilidad (Izquierda) y capacidad de adaptación (derecha), para los productores del dominio uno.	57
Figura 29. Indicadores de sensibilidad (izquierda) y capacidad de adaptación (derecha), para los productores del dominio dos.	58
Figura 30. Indicadores de sensibilidad (izquierda) y capacidad de adaptación (derecha), para los productores del dominio tres.	60
Figura 31. Indicadores de sensibilidad (izquierda) y capacidad de adaptación (derecha), para los productores del dominio cuatro.	62



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Duración, valor del ONI y anomalías de la precipitación en Sora durante los eventos de El Niño en el periodo 1980-2011.	18
Tabla 2. Duración, valor del ONI y anomalías de precipitación en Sora durante los eventos de La Niña en el periodo 1980-2011	18
Tabla 3. Calendario de rotación de praderas, en la ventana temporal de análisis de diciembre a junio, para el sistema productivo de ganadería ovina en Sora.	23
Tabla 4. Formulación de los bloques multinutricionales (BMN) para la parcela de integración de Sora, Boyacá.	33
Tabla 5. Resultados del análisis bromatológico de un BMN.	33
Tabla 6. Costos de las materias primas para la elaboración de un BMN.	34
Tabla 7. Variables de seguimiento sanitario ovino. Parcela de integración del sistema productivo ovino.	47
Tabla 8. Caracterización de los dominios de recomendación para el sistema productivo ovino de Sora (Boyacá)	55



INTRODUCCIÓN

El Plan de Manejo Agroclimático, construido como concepto novedoso, en el área agropecuaria, por el proyecto *Reducción del riesgo y adaptación al cambio climático—Modelos de Adaptación y Prevención Agroclimática (MAPA)*, contiene herramientas que sustentan la toma de decisiones para enfrentar eventos climáticos limitantes de los sistemas productivos y contribuir a la reducción de su vulnerabilidad en el mediano y el largo plazos. Esto constituye una propuesta de gestión de técnicas y tecnologías a escala local, con proyección municipal, que permiten minimizar los impactos que producen 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 ovinocultores e integrar experiencias y conocimientos acerca de estrategias de adaptación para enfrentar condiciones limitantes de la humedad en el suelo, a escala local. El Fondo Adaptación priorizó, en el departamento de Boyacá, el sistema productivo de ganadería ovina en el municipio de Sora.

Este documento expone un conjunto de elementos que permiten orientar la planificación de acciones para reducir la vulnerabilidad del sistema productivo de ganadería ovina ante condiciones de déficit hídrico en el suelo (priorizada participativamente por productores), en el municipio de Sora, departamento de Boyacá.



OBJETIVOS

Objetivo general

Contribuir a la reducción de la vulnerabilidad del sistema productivo ovino (*Ovis aries*) frente al riesgo agroclimático asociado a condiciones restrictivas de humedad del suelo en el municipio de Sora (Boyacá), mediante la presentación de herramientas para la toma de decisiones y la gestión de tecnología.

Objetivos específicos

- Exponer información agroclimática de Sora para orientar la toma de decisiones en el sistema productivo ovino en condiciones de déficit hídrico en el suelo.
- Presentar opciones tecnológicas que permitan reducir la vulnerabilidad del sistema productivo ovino en condiciones restrictivas de humedad en el suelo, en Sora.
- Brindar criterios de decisión para implementar opciones tecnológicas integradas en el sistema productivo de la ganadería ovina, en Sora.

Riesgo agroclimático para el sistema productivo de ganadería ovina

El riesgo agroclimático (IPCC, 2012) se expresa en función de la amenaza (eventos climáticos extremos o limitantes) y de la vulnerabilidad del sistema productivo, definida por la exposición, por la sensibilidad de la especie al estrés hídrico y por 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 la ganadería ovina. Como estrategia para disminuir la sensibilidad y aumentar la capacidad adaptativa del sistema productivo ovino ante 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 estas explotaciones ganaderas, de acuerdo con las características socioeconómicas de los productores locales.

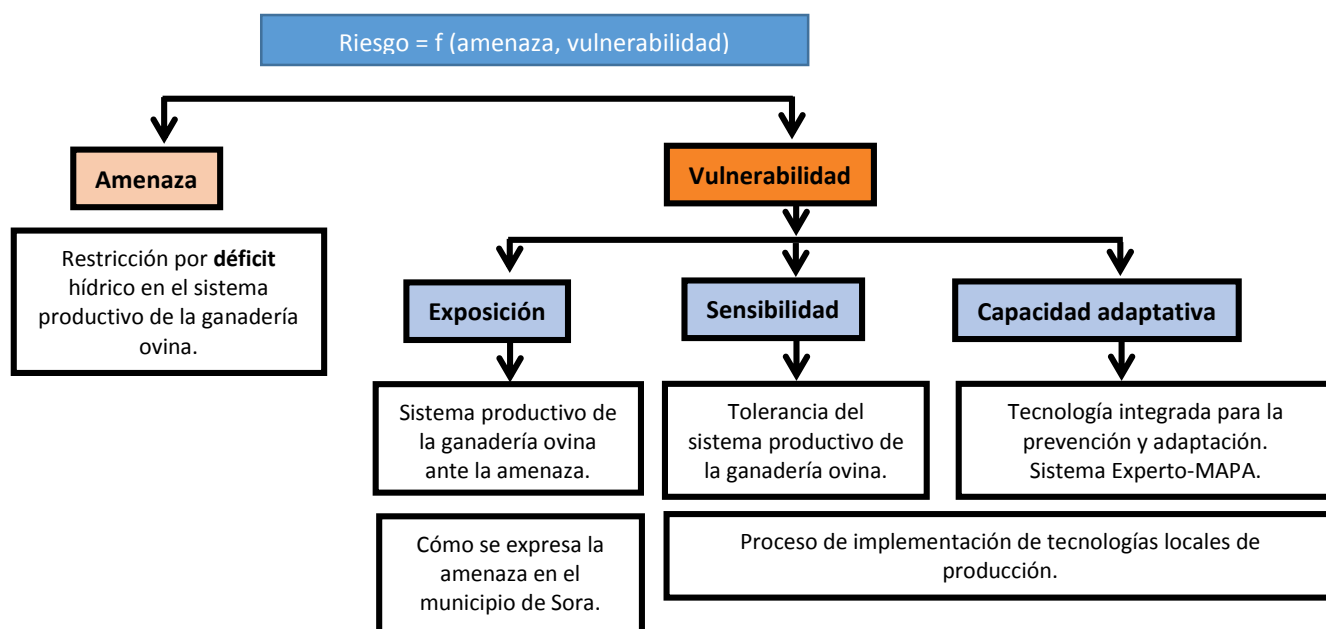


Figura 1. Diagrama conceptual del riesgo agroclimático, para el sistema productivo de la ganadería ovina en Sora (Boyacá), en condiciones de déficit hídrico en el suelo.

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

A escala departamental es necesario reconocer la expresión de las amenazas derivadas de la variabilidad climática de influencia en el departamento, la cual está dada por su ubicación geográfica y por variables biofísicas (subzonas hidrográficas) y climáticas (distribución de la precipitación, temperatura promedio, brillo solar, humedad relativa y distribución de la evapotranspiración [ET_0]).

A escala municipal, el riesgo se puede analizar mediante información cartográfica de las variables biofísicas (subzonas hidrográficas, paisaje y altitud) y climáticas (distribución de la precipitación media multianual, temperatura promedio, brillo solar, humedad relativa, distribución de la evapotranspiración [ET_0], distribución de las anomalías porcentuales de precipitación y temperaturas, susceptibilidad a excesos y a déficit hídrico e inundación). Con esta información se pueden identificar áreas con mayor y menor susceptibilidad a amenazas derivadas de la variabilidad climática.

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

Amenazas derivadas de la variabilidad climática en Sora

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

En la Figura 2, se presentan los mapas de zonificación según las características biofísicas de Sora. Por el municipio confluyen dos subzonas hidrográficas, la del río Chicamocha y la del río Suarez. En Sora se registran altitudes desde 2000 hasta 3500 metros sobre el nivel

del mar, msnm. En el municipio predomina el paisaje de montaña, caracterizado por topografías escarpadas y empinadas, siendo una zona susceptible a deslizamientos, especialmente cuando se presentan excesos de lluvia; también cuenta con una franja estrecha y larga con antiplanicies, en las que se tiende a presentar problemas de anegamientos e inundaciones, principalmente en las rondas de ríos. Además, Sora cuenta hacia el suroccidente con un área pequeña con paisaje de valle.

a. Subzonas hidrográficas

	2403 Río Chicamocha
	2401 Río Suárez

b. Altitud

	2000-2500
	2500-3000
	3000-3500

c. Paisaje

	Valle
	Altiplanicie
	Montaña

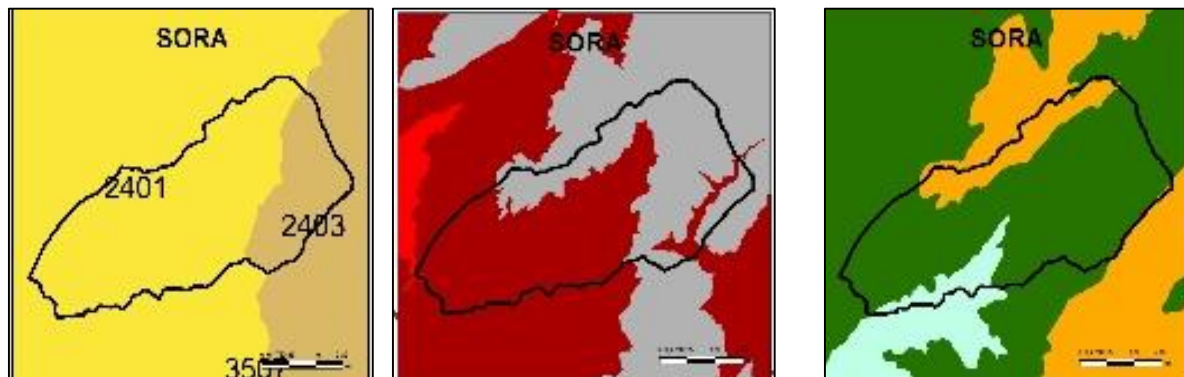


Figura 2. Mapas de variables biofísicas de Sora (Boyacá). a. Subzonas hidrográficas. b. altitud. c. paisaje.

Fuente: Corpoica (2015a).

Además de los aspectos biofísicos, también es necesario revisar los análisis disponibles de las series climáticas, que para este estudio se manejó entre los años 1980 y 2011, con lo cual es posible evaluar el impacto de la variabilidad climática en eventos pasados y así conocer los rangos en los cuales las variables climáticas pueden cambiar cuando se presenten nuevamente estos fenómenos. Por ejemplo, esto permitiría reconocer la intensidad y frecuencia de eventos asociados a *El Niño* - Southern Oscillation (ENSO) y ubicar áreas con mayor o menor fluctuación de variables meteorológicas. De la información empleada para el análisis climático de Sora se destaca:

Precipitación

En la Figura 3, se muestra la dinámica de precipitación en Sora. La línea verde representa la precipitación promedio, y las barras rojas y azules, la precipitación durante los eventos de variabilidad asociados a El Niño-Southern Oscillation (ENSO): *El Niño* (2001) y *La Niña* (2011) (Corpoica, 2015a).

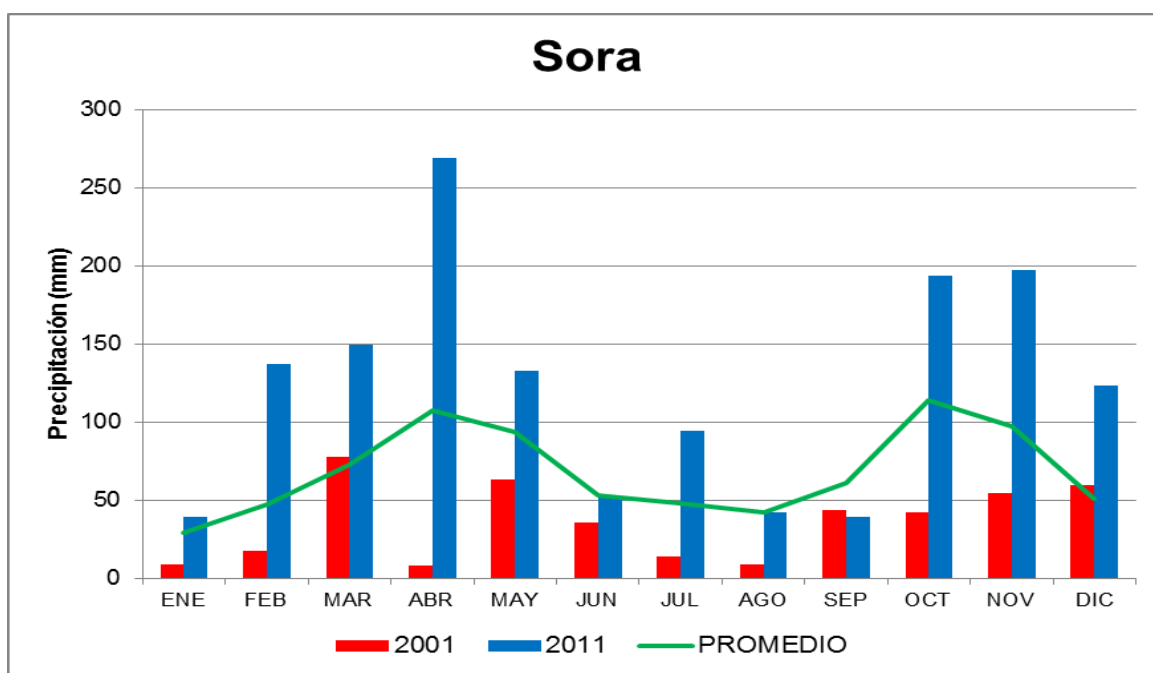


Figura 3. Precipitación en años extremos con respecto al promedio multianual en el periodo 1980-2011. Municipio de Sora (Boyacá).
Fuente: Corpoica (2015a).

Anualmente, en el municipio se registran en promedio 810,6 mm de precipitación, con una distribución bimodal, siendo los trimestres de marzo, abril y mayo (MAM), y septiembre, octubre y noviembre (SON) los de mayores registros de lluvia. En Sora, la máxima reducción de las precipitaciones se presentó en el 2001, con una reducción cercana al 47 % con respecto al promedio multianual, durante todos los meses, exceptuando marzo y diciembre. En abril y octubre se presentan las diferencias más marcadas entre el promedio multianual y la precipitación registrada en el 2001 (evento de *El Niño*). Así, el período más crítico es el segundo semestre, en el que se espera un



incremento en las lluvias luego de la temporada seca de mitad del año, lo cual no se presentó en el año del evento de *El Niño*.

El año con mayor registro pluviométrico fue el 2011, durante el cual hubo un evento de *La Niña*, que ocasionó un aumento de las lluvias en casi un 80 % por encima del promedio multianual. Los mayores aumentos se dieron en los meses de abril, octubre y noviembre, respectivamente, con un aumento de 150 %, 100 % y 90 % con respecto al promedio multianual.

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

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

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

¹ Este índice, que permite conocer el escenario climático que se presentará en la zona, puede monitorearse en la página del Centro de Predicción Climática del Servicio Nacional Meteorológico de Estados Unidos. Consúltelo en:

http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears_ERSSTv3b.shtm.

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

En Sora, durante el evento de *El Niño* de los años 1997-1998, el cual duró 13 meses, se presentó el valor ONI más alto (2,5) y también las mayores disminuciones en la precipitación (-30 %) (Tabla 1).

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

Período	Inicio	May. 1982	Ago. 1986	May. 1991	May. 1994	May. 1997	May. 2002	Jun. 2004	Ago. 2006	Jul. 2009
	Fin	Jun. 1983	Feb. 1988	Jun. 1992	Mar. 1995	May. 1998	Mar. 2003	Feb. 2005	Ene. 2007	Abr. 2010
Duración (meses)		14	19	15	11	13	11	9	6	11
Máximo valor ONI		2,3	1,6	1,8	1,3	2,5	1,5	0,9	1,1	1,8
Anomalía		1 %	-5 %	-23 %	-2 %	-30 %	-29 %	-23 %	-4 %	0 %

Fuente: Corpoica (2015a).

Mientras que para el caso del evento de *La Niña*, fue durante 1988-1989 cuando se presentó el menor valor ONI (-1,9) entre los siete eventos de *La Niña* ocurridos durante el período de evaluación 1980-2011, aunque el mayor aumento de las precipitaciones (66 %) se presentó durante el evento de *La Niña* de los años 2010-2011, el cual tuvo una duración de 10 meses y un valor ONI de -1,4 (Tabla 2).

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

Período	Inicio	Oct. 1984	May. 1988	Sep. 1995	Jul. 1998	Oct. 2000	Sep. 2007	Jul. 2010
	Fin	Sep. 1995	May. 1989	Mar. 1996	Jun. 2000	Feb. 2001	May. 2008	Abr. 2011
Duración (meses)		12	13	7	24	5	9	10
Máximo valor ONI		-1,1	-1,9	-0,7	-1,6	-0,7	-1,4	-1,4
Anomalía		-8 %	16 %	-7 %	2 %	-30 %	23 %	66 %

Fuente: Corpoica (2015a).

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

Susceptibilidad del municipio a amenazas climáticas

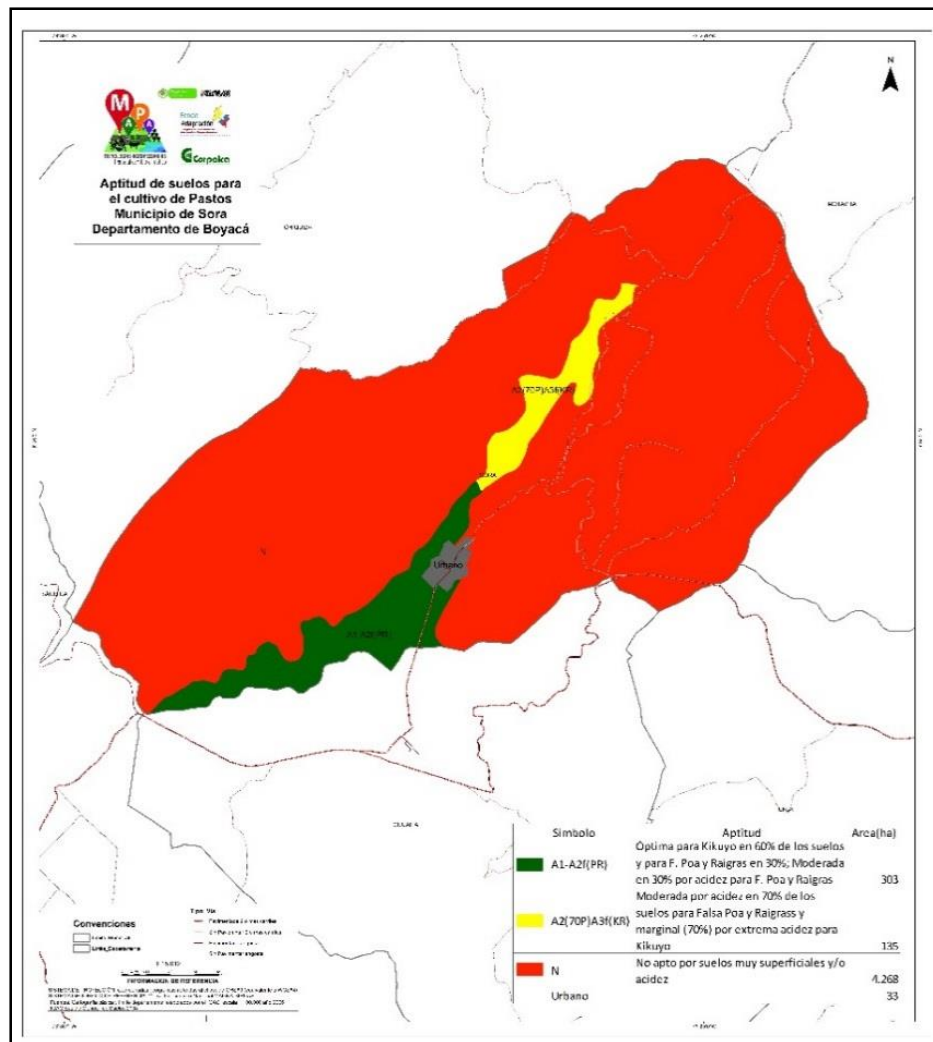
Con la cartografía temática del proyecto MAPA, es posible identificar las áreas del municipio más susceptibles a exceso hídrico durante eventos *La Niña* y las más susceptibles a déficit hídrico durante eventos *El Niño*; la susceptibilidad a inundación, durante el período 2010-2011; la susceptibilidad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

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

Exposición del sistema de ganadería ovina a amenazas derivadas de la variabilidad climática en Sora

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

El presente análisis de aptitud de suelos, ventanas de análisis y zonificación de aptitud agroclimática se realizó para las características de los pastos kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), raigrás (*Lolium perenne*) y falsa poa (*Holcus lanatus*), que son pasturas base del sistema de ganadería ovina en Sora.






Símbolo		Aptitud	Área (ha)	%
	A1-A2f (PR)	Óptima para kikuyo en el 60 % de los suelos y para falsa poa y raigrás en el 30 %; moderada en el 30 % por acidez para falsa poa y raigrás.	303	6
	A2(70P) A3f(KR)	Moderada por acidez en el 70 % de los suelos para falsa poa y raigrás, y marginal (70 %) por extrema acidez para kikuyo.	135	3
	N	No apto, por suelos muy superficiales y acidez.	4268	91
Total			4706	100

Figura 4. Aptitud de uso de suelos para pastos kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), raigrás (*Lolium perenne*) y falsa poa (*Holcus lanatus*), en Sora.

Fuente: Corpoica (2015b)

Para tener en cuenta: en Sora, la mayor parte de los suelos no es apta para pastos. Solo el 4 % presenta condiciones adecuadas para el establecimiento de kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), mientras que para falsa poa (*Holcus lanatus*) y raigrás (*Lolium perenne*) solo el 2 % de los suelos. Por otro lado, se considera de aptitud moderada por acidez el 2 % de los suelos de Sora para sembrar falsa poa y raigrás.

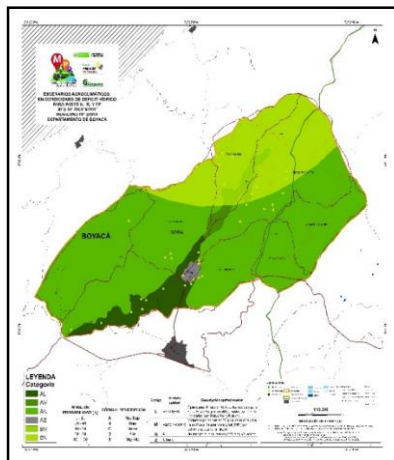
Para kikuyo, el 2 % del municipio presenta aptitud marginal (100 ha) por condiciones de acidez extrema. Un poco más del 90 % de los suelos de Sora no es apto para el establecimiento de pastos, debido a condiciones de altitud, a suelos muy superficiales y a condiciones extremas de acidez.

La principal limitante de los suelos en Sora es la acidez, siendo la toxicidad por el Al^{3+} el efecto más importante de esta condición, lo que limita el desarrollo radicular y favorece la producción de pastos con raíces cortas y deformes. Como consecuencia se presenta una menor absorción de nutrientes y agua (Corpoica, 2015b).

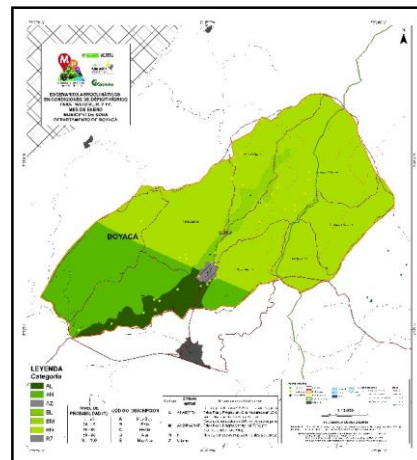
b. En los mapas de escenarios agroclimáticos, la probabilidad de ocurrencia de déficit hídrico en el sistema productivo, de acuerdo con los meses o periodos de ocupación y descanso de los potreros (Figura 5), según el Índice de Palmer (Palmer W. , Meteorological

drought. Department of Commerce. Research Paper No. 45, 1965)². Dicha probabilidad puede ser muy baja (tonos verde oscuro), baja (tonos verde claro), de acuerdo con la etapa de rotación de praderas (Tabla 3). El déficit de agua en el suelo puede impactar las etapas de desarrollo de los pastos y los cultivos forrajeros, por lo que es fundamental realizar una planeación forrajera adecuada. La escala de análisis espacial es 1:100.000.

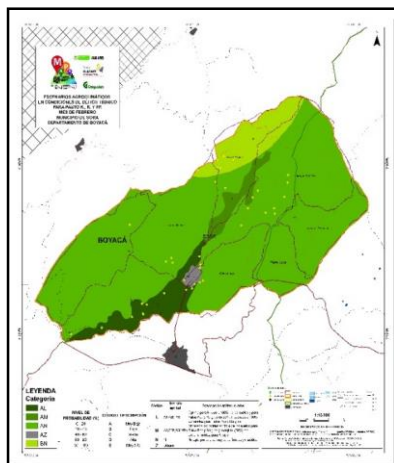
Diciembre



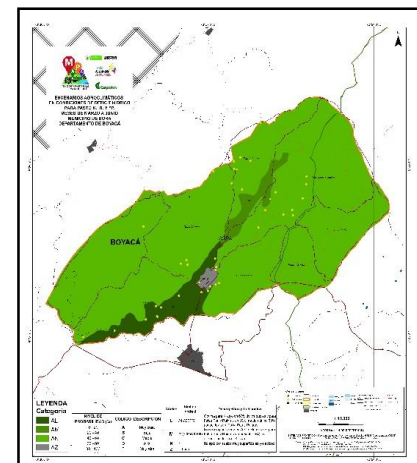
Enero



Febrero



Marzo-Junio



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.

Código	Símbolo aptitud	Descripción de la aptitud de los suelos
L	A1-A2f(PR)	Óptima para kikuyo en el 60 % de los suelos y para falsa poa y raigrás en el 30 %; moderada en el 30 % por acidez, para falsa poa y raigrás.
M	A2(70P)A3f(KR)	Moderada por acidez en el 70 % de los suelos, para falsa poa y raigrás, y marginal (70 %) por extrema acidez, para kikuyo.
N	N	No es apto por suelos muy superficiales y/o acidez.
Z	Urbano	

Nivel de probabilidad (%)	Código	Descripción
0-20	A	Muy baja
20-40	B	Baja
40-60	C	Media
60-80	D	Alta
80-100	E	Muy Alta

LEYENDA	Categoría
	AL
	AM
	AN
	AZ
	BM
	BN

Figura 5. Escenarios agroclimáticos mensuales para los pastos kikuyo, raigrás y falsa poa. Sistema de ganadería ovina de Sora en condiciones de humedad restrictivas por déficit hídrico. Ventana de análisis: diciembre a marzo y marzo a junio.

Fuente: Corpoica (2015b).

Tabla 3. Calendario de rotación de praderas, en la ventana temporal de análisis de diciembre a junio, para el sistema productivo de ganadería ovina en Sora.

Etapas rotación de praderas	Días	Dic.				Ene.				Feb.				Mar.				Abr.				May.				Jun.			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Pastoreo	3-7																												
Período de descanso	90																												

Fuente: Corpoica (2015b).

Para tener en cuenta: se observa que la probabilidad de ocurrencia de condiciones restrictivas del suelo por déficit hídrico, para cada etapa de rotación de las praderas, es baja dentro de la ventana de análisis considerada.

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

Zonas de Sora con mayor o menor riesgo agroclimático para el sistema productivo de ganadería ovina

Se presenta el mapa de aptitud agroclimática de Sora para los pastos utilizados en el sistema productivo ovino (Figura 6), que integra la exposición a deficiencias hídricas para los pastos kikuyo (*P. clandestinum*), raigrás (*L. perenne*) y falsa poa (*H. lanatus*), y la aptitud de los suelos. La escala de análisis espacial es 1:100.000

Las categorías de aptitud agroclimática identificadas por Corpoica (2015b) para el sistema productivo de la ganadería ovina en Sora fueron:

Nicho productivo óptimo o con leves restricciones: esta categoría ocupa el 6,4 % del área total municipal. En los *nichos productivos óptimos o con leves restricciones* se observan suelos sin limitaciones para pastos. Pese a que las condiciones agroclimáticas indican un riesgo bajo para el cultivo en la ventana de análisis en consideración, para obtener éxito en la producción de pastos es necesario implementar un adecuado manejo de alternativas de alimentación (Figura 6).

Nicho productivo condicionado a prácticas de manejo y conservación de suelos: esta categoría ocupa el 2,8 % del área total del municipio. En las áreas catalogadas como *nicho productivo condicionado a prácticas de manejo y/o conservación de suelos* se presenta una aptitud moderada de los suelos por textura (Figura 6).

Área con suelos no aptos: esta categoría ocupa el 90,8 % del área total del municipio. En los resultados de la zonificación se observa un predominio de *áreas con suelos no aptos*, restringidos principalmente por condiciones de altitud, suelos muy superficiales y extrema acidez. A pesar de que la actividad agropecuaria es realizada en zonas con aptitud de los suelos no apta, las consecuencias generadas por la actividad se reflejan en el deterioro de



Para mayor información sobre la aptitud agroclimática para los pastos kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), raigrás (*Lolium perenne*) y falsa poa (*Holcus lanatus*) en Sora (Boyacá), consulte el SE-MAPA.

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

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

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

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



- Observaciones técnicas y procedimientos utilizados en el desarrollo del sistema productivo.

El registro de datos meteorológicos en la finca busca conformar una base de datos agrometeorológicos (temperaturas máxima, mínima y media, precipitación, humedad relativa y radiación) a escala diaria. Estas variables pueden ser analizadas durante el ciclo del sistema productivo y, principalmente, en etapas críticas; además, se pueden relacionar con las exigencias climáticas del sistema productivo, sus necesidades hídricas y sus rendimientos (Pérez, 2012).³

Sección 2. Prácticas que se pueden implementar para reducir la vulnerabilidad del sistema productivo de la ganadería ovina en condiciones de déficit hídrico del suelo en Sora

En esta sección se presentan recomendaciones sobre las opciones tecnológicas integradas-validadas con potencial para mitigar los efectos que el déficit hídrico en el suelo tiene sobre el sistema productivo ovino en Sora.

Estas opciones tecnológicas fueron implementadas entre los meses de marzo y octubre del 2015, época en la cual se presentaron condiciones de déficit hídrico en el suelo. El estado del agua en la atmósfera y el suelo se presenta en el balance hídrico atmosférico (Figura 7) y en el hídrico agrícola (Figura 8), respectivamente.

³ En la *Guía para el uso de la información agroclimática en el manejo de cultivos y frutales* podrá encontrar algunas indicaciones e ideas para llevar a cabo análisis en su sistema productivo. Consúltela en: <http://bit.ly/29P68Zg>.

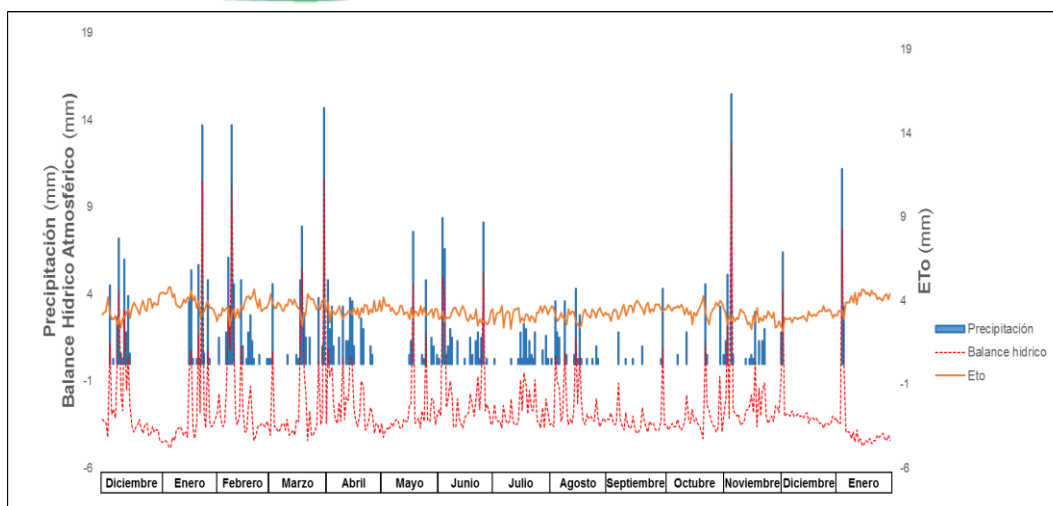


Figura 7. Balance hídrico atmosférico del sistema productivo ovino en Sora, entre los meses de diciembre del 2014 y enero del 2016.

Fuente: Corpoica (2016).

Lo anterior coincide con los datos arrojados por el balance hídrico agrícola (figura 8), en el cual se observa que el agua fácilmente aprovechable (AFA) es superada, en la mayoría de los meses de evaluación de las opciones tecnológicas, por el coeficiente de agotamiento (Dr. Final).

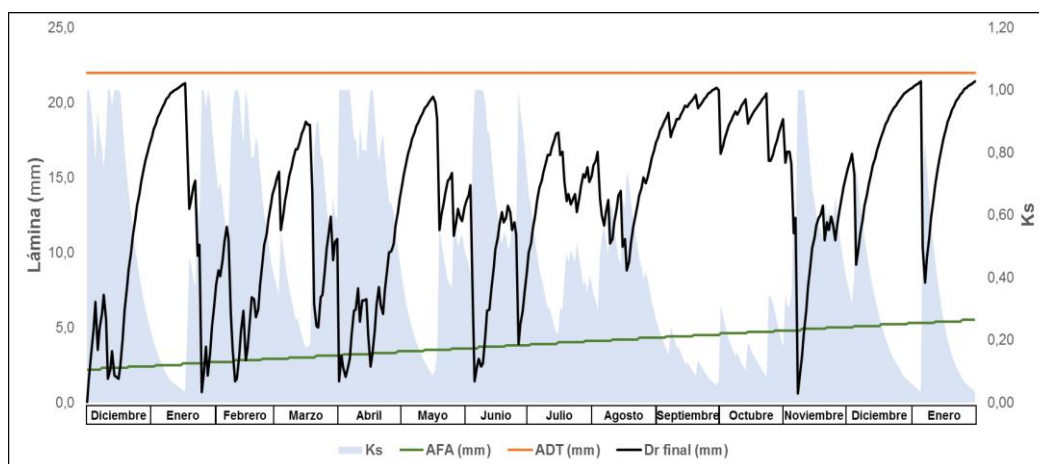


Figura 8. Balance hídrico agrícola desde diciembre del 2014 hasta enero del 2016. Parcela de integración del sistema productivo ovino en Sora.

Fuente: Corpoica (2016).



El coeficiente de estrés hídrico (K_s) indica que, en valores cercanos a 1, como los presentados entre los meses de diciembre, febrero, abril, junio y noviembre de 2014, hay una condición leve de estrés hídrico. En contraste con la tendencia de valores cercanos a 0 que se presenta desde principios de julio hasta octubre de 2015 y enero de 2016, condición que indica un mayor grado de estrés hídrico.

Considerando este comportamiento meteorológico y teniendo en cuenta que el manejo tradicional basado en el pastoreo extensivo de potreros establecidos con pastos kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), raigrás (*Lolium perenne*) y falsa poa (*Holcus lanatus*) 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 ovino en condiciones restrictivas de humedad en el suelo.

1. Suplementación alimenticia en ovinos a través del suministro de bloques multinutricionales (BMN)

Los BMN son un suplemento alimenticio sólido de alta palatabilidad que facilitan el suministro progresivo de sustancias nutritivas, permiten complementar la energía, los minerales y la proteína de los rumiantes, como los ovinos, en los sistemas productivos de economía familiar (Riveros & Salcedo, 2013).

Para la elaboración de un bloque multinutricional, primero se deben seleccionar las materias primas, de consecución local en lo posible, que puedan conferir los siguientes elementos al BMN: energía, minerales, proteína, fibra y aglutinación (Figura 9).



Figura 9. Selección de materias primas en el proceso de elaboración del BMN. Parcela de integración de Sora (Boyacá).
Fuente: Corpoica (2016).

Después se definen las proporciones de cada elemento a incluir dentro de la elaboración del BMN, partiendo de los requerimientos nutricionales de los animales del hato o de sus actuales condiciones deficitarias en energía y/o proteína (Figura 10).



Figura 10. Inclusión y mezcla de materiales para la elaboración de BMN. Parcela de integración de Sora (Boyacá).
Fuente: Corpoica (2016).

La fabricación de los BMN es posible a nivel artesanal y semindustrial. El proceso artesanal se compone de cuatro pasos: preparación de los componentes, mezcla, moldeo y secado; mientras que la semindustrial se distingue de la artesanal en que el proceso de moldeo y consecución de los BMN se realiza a través de una máquina denominada *Cimva RAM*, la cual es usada en labores de construcción para la elaboración de bloques de adobe y que con algunos ajustes permite también el moldeo del BMN (Figura 11).



Figura 11. Proceso de moldeo de un BMN a través de maquina Cimva-RAM. Parcela de integración de Sora (Boyacá).

Fuente: Corpoica (2016).

El tamaño del BMN puede ser de 5, 10 o 25 kg; esto depende del proceso y de los recursos que se utilicen en la finca para moldearlos. Se debe garantizar una dureza adecuada del BMN, y para ello el proceso de secado dura de 8 a 15 días, dependiendo de la humedad ambiental. El sitio de secado deberá tener techo y contar con buena aireación y ventilación.

El consumo del BMN dependerá del tipo de animal, de su peso, de la composición de la dieta, de la oferta y de la calidad forrajera, como también del tiempo de suministro (Albarracín, 2012). Por ejemplo, un ovino adulto con un peso entre 60 y 80 kg puede consumir de 200 a 300 g/día⁻¹.

En la parcela de integración se consideró el esquema de manejo tradicional alimenticio realizado por el productor (pastoreo más consumo de arvenses) como tratamiento control, y como tratamiento experimental al manejo tradicional más la suplementación estratégica vía bloque multinutricional. La validación de esta opción tecnológica se realizó únicamente con corderos. El BMN se suministró en dos momentos del día, uno en la mañana y otro en la tarde (Figura 12).



Figura 12. Consumo de BMN en la parcela de integración de Sora.
Fuente: Corpoica (2016).

En la fabricación de los BMN se buscó la inclusión de las proporciones energético–proteicas adecuadas para el equilibrio dietario deseado y se obtuvo finalmente la formulación que aparece en la Tabla 4.

Tabla 4. Formulación de los bloques multinutricionales (BMN) para la parcela de integración de Sora, Boyacá.

Ingredientes	Porcentaje (%)
Melaza	38
Sal mineralizada al 12 %	10
Torta de soya	10
Cal viva	10
Harina de arroz	6
Harina de maíz	6
Repica de maíz	6
Glicerina cruda	5
Bagazo molido	5
Palmiste	4
Total	100

Fuente: Corpoica (2016).

Previo al ofrecimiento del BMN a los animales y mientras transcurría el proceso de secado, se realizó un análisis bromatológico del BMN, cuyos resultados se presentan en la Tabla 5.

Tabla 5. Resultados del análisis bromatológico de un BMN.

M. seca T. (% MH)	PC (% MS)	Ceniza (% MS)	EE (% MS)	FDN (% MS)	FDA (% MS)	EB (kcal/kg ⁻¹ MS)
82,43	9,66	28,28	1,31	17,73	8,34	3002,85

PC. Proteína cruda. **EE.** Extracto Etéreo. **FDN.** Fibra Detergente Neutra. **FDA.** Fibra Detergente Ácida. **EM.** Energía Metabolizable.

Fuente: Laboratorio de Nutrición Animal. Centro de Investigación Tibaitatá, de Corpoica.

En la Tabla 6 se presenta el costo de fabricación de un BMN de 5 kg. Los valores de los insumos tienen vigencia del año 2015. Los insumos para la elaboración de un BMN de 5 kg suman \$ 4291, mientras que el costo de un kilogramo de BMN equivale a \$ 858.

Tabla 6. Costos de las materias primas para la elaboración de un BMN.

Insumos	Precio (\$/kg)
Melaza	760
Sal mineralizada al 12 %	1350
Torta de soya	2100
Cal viva	190
Harina de arroz	1050
Harina de maíz	750
Repica de maíz	450
Glicerina cruda	700
Bagazo molido	180
Palmiste	550

Fuente: Corpoica (2016).

2. Suplementación alimenticia en ovinos a través del cultivo y conservación de materiales forrajeros-ensilaje

El ensilaje es un método de conservación de pastos y forrajes basado en la fermentación anaeróbica (sin aire) de la masa forrajera mediante el control regulado de una serie de cambios bioquímicos, que permite mantener durante periodos prolongados de tiempo la calidad que tenía el forraje en el momento del corte (Bertoia, 2004).

El valor nutritivo del ensilaje es principalmente energético, aspecto conferido por los carbohidratos solubles presentes en algunos de los componentes del material forrajero, particularmente en los granos (Mejía & Cuadrado, 2013).

El proceso productivo de la avena forrajera para elaborar el ensilaje se inicia con la medición del lote y con la toma de muestra de suelos para el análisis. De igual forma, se recomienda considerar la caracterización de la variabilidad climática y la zonificación de la susceptibilidad territorial a los eventos climáticos extremos; con esta información es posible verificar el inicio de las precipitaciones de acuerdo con los registros históricos

promedio para la zona, permitiendo que el suelo alcance la capacidad de campo⁴ requerida para una buena germinación de las semillas sembradas.

Previo al proceso de siembra se recomienda realizar una prueba de germinación, en este caso de avena forrajera, con el objetivo de verificar la viabilidad de las semillas, evitando pérdidas de tiempo y dinero. Luego se debe demarcar el lote, para luego, y de acuerdo con la disponibilidad y la necesidad, realizar labores de mecanización (arado de disco, rastra tipo californiana, rotovator, etc.) que garanticen condiciones adecuadas en el suelo para la implantación y germinación de la semilla (Figura 13).



Figura 13. Preparación del suelo para la siembra de avena forrajera (*Avena sativa*). Parcela de integración del sistema productivo de la ganadería ovina, en Sora (Boyacá).
Fuente: Corpoica (2016).

El método de siembra recomendado es al voleo, mientras que la densidad sugerida de siembra es de 85 kg/ha⁻¹ de semilla de avena forrajera (*Avena sativa*). El tapado de la semilla se puede realizar con el tractor a través de un pase de rastra, evitando la deshidratación o el consumo de la semilla por parte de pájaros e insectos.

⁴ Capacidad de campo: contenido de agua que retiene el suelo después de ser saturado con agua lluvia y está disponible para las plantas (Lambers *et al.*, 1998, citado por Mariño, 2006).

El ensilaje ofrece la posibilidad de asegurar alimentos durante épocas de alta producción y conservarlos para su empleo futuro, especialmente en períodos de escasez por condiciones restrictivas de déficit hídrico en el suelo. A través del suministro de ensilaje se puede incrementar la capacidad de carga en los sistemas productivos ganaderos bovinos, generando además mejores rendimientos económicos (Gavilanes, 2011).

De acuerdo con el análisis de suelos y según las recomendaciones de fertilización, se deben considerar aplicaciones de enmiendas y/o fertilizantes al momento de la siembra, 30 días después y durante el desarrollo del cultivo.

También, e igual que cualquier cultivo, la avena forrajera requiere de un control fitosanitario (arvenses, plagas y enfermedades), para lo cual es importante adelantar labores de prevención, monitoreo y control con el apoyo de un asistente técnico.

Con la finalidad de determinar el punto óptimo de cosecha, aproximadamente a los 100 días después de la siembra, se monitorea el estado de madurez de las espigas de la avena (Figura 14), confirmando el estado lechoso del grano (Bolaños, González, & Apráez, 2003).



Figura 14. Punto óptimo de cosecha y madurez de las espigas de avena forrajera.
Parcela de integración del sistema productivo de la ganadería ovina, en Sora (Boyacá).
Fuente: Corpoica (2016).

Luego de confirmada la maduración, mediante una hoz o una macaneadora se realiza la cosecha (Figura 15).



Figura 15. Cosecha de avena forrajera mediante hoz y macaneadora. Parcela de integración del sistema productivo de la ganadería ovina, en Sora (Boyacá).
Fuente: Corpoica (2016).

Después se transporta el material cosechado, por ejemplo, mediante una carretilla, al sitio de picado. Allí, utilizando una pica-pasto, se pica la avena, garantizando un tamaño de picado aproximado a los 1,5 cm, con el material bien partido, que tenga entre un 7 y un 12 % de partículas de más de 2,5 cm, pero nunca mayor a 8-10 cm.



Figura 16. Transporte y picado de la avena forrajera cosechada. Parcela de integración del sistema productivo de la ganadería ovina, en Sora (Boyacá).
Fuente: Corpoica (2016).

El proceso de empaque del material se realiza en bolsas para ensilaje calibre siete, de forma manual o a través de una máquina ensiladora (Silo Pack J401®). El material a ensilar se puede diluir utilizando melaza, la cual se mezcla con agua en una proporción de 30 kg de melaza por 60 l de agua (Figura 17).



Figura 17. Empaque del material picado de avena forrajera para la obtención del ensilaje. Parcela de integración del sistema productivo de la ganadería ovina, en Sora (Boyacá).

Fuente: Corpoica (2016).

Finalmente, las bolsas se almacenan en un lugar, en lo posible cubierto y libre del daño por roedores (Figura 18). Esperar al menos de unos 25 a 40 días antes de abrir el silo para utilizar el ensilaje, así se asegura que el proceso de ensilado ha alcanzado la fase de estabilización (Arreaza, Amado, Londoño, & Ballesteros, 2012).



Figura 18. Lugar para el almacenamiento del ensilaje. Parcela de integración del sistema productivo de la ganadería ovina, en Sora (Boyacá).

Fuente: Corpoica (2016).

Una vez se le da apertura al ensilaje, se puede suministrar a los corderos de levante a razón de 2 kg/día (Figura 19).



Figura 19. Apertura y ofrecimiento de ensilaje a los ovinos. Parcela de integración del sistema productivo de la ganadería ovina, en Sora (Boyacá).

Fuente: Corpoica (2016).

**Para mayor información sobre las opciones tecnológicas descritas,
consulte el SE (MAPA).**



Ventajas comparativas de las opciones tecnológicas integradas

Las ventajas comparativas de los suplementos alimenticios, BMN y ensilaje de avena forrajera, como un componente adicional a este sistema productivo, están presentadas bajo una condición restrictiva por déficit hídrico en el suelo. Las opciones tecnológicas descritas anteriormente se validaron en un nicho productivo óptimo o con leves restricciones, por lo que es un marco de referencia, y su eventual implementación en otro predio del municipio de Sora con un sistema productivo de ganadería ovina, se debe ajustar a la zonificación de aptitud agroclimática.

El BMN no reemplaza la dieta base de los rebaños, ni sustituye la falta de biomasa forrajera, y se debe contar con él únicamente para fines suplementarios, ya que su uso como única fuente de la dieta de un rebaño perjudica los índices productivos de los animales. El consumo promedio diario de este suplemento por parte de un cordero es de hasta 200 g.

En la Figura 20 se observa que la ganancia de peso promedio de corderos suplementados con BMN fue 2,6 veces mayor a la ganancia de peso promedio de los corderos que únicamente pastorearon en potreros con pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), es decir, los corderos suplementados alcanzaron ganancias de tres kg ($66,7 \text{ gr/día}^{-1}$) en un periodo de 45 días, mientras que durante el mismo tiempo los otros corderos ganaron 1,1 kg (25 gr/día^{-1}).

Se evidencia que el BMN permite mantener ganancias de peso a pesar de la baja disponibilidad de forraje en las praderas.

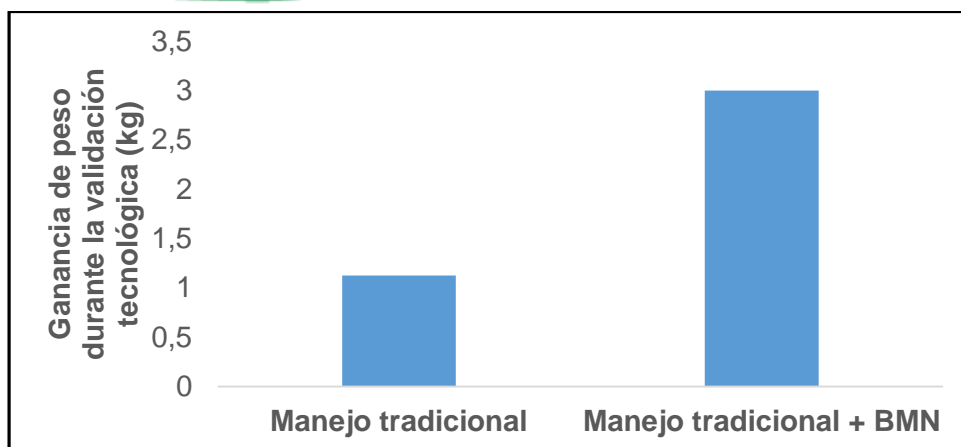


Figura 20. Resultados encontrados con relación a la ganancia de peso en ovinos con la opción BMN. Parcela de integración del sistema productivo ovino, en Sora (Boyacá).

Fuente: Corpoica (2016).

Con respecto a la opción tecnológica del ensilaje de avena forrajera, cada cordero diariamente consumió en promedio 613 gr de ensilaje. Transcurrido el periodo de validación, las ganancias de peso de los corderos suplementados con ensilaje fue 2,2 veces mayor, en comparación con los corderos que únicamente pastorearon en potreros con pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*). En la figura 21 se observa que los corderos suplementados ganaron en promedio 2,65 kg ($58,9 \text{ gr/día}^{-1}$), mientras que los mantenidos en el esquema tradicional alcanzaron en promedio 1,2 kg ($26,7 \text{ gr/día}^{-1}$) (Figura 21).

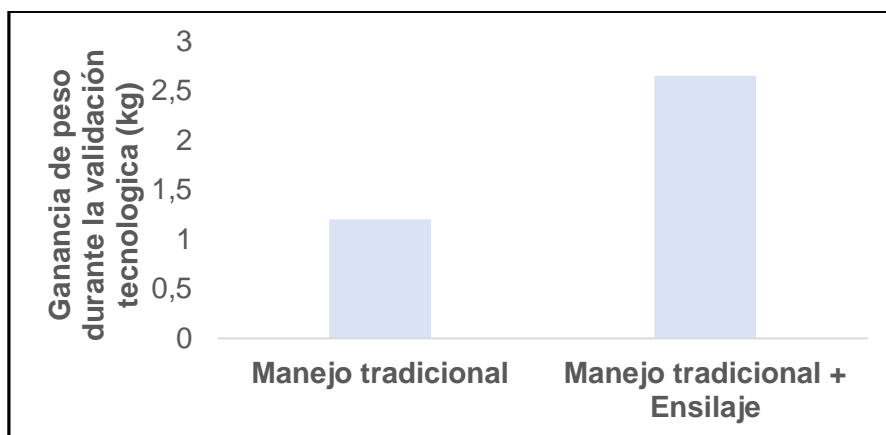


Figura 21. Resultados encontrados con relación a la ganancia de peso de ovinos con la opción de ensilaje de avena forrajera. Parcela de integración del sistema productivo ovino, en Sora (Boyacá).

Fuente: Corpoica (2016).

Las ventajas comparativas son presentadas bajo una condición restrictiva por déficit hídrico en el suelo. Las opciones tecnológicas anteriormente mencionadas representan el esquema de manejo mejorado, en comparación con un esquema de manejo tradicional basado en el pastoreo intensivo de potreros establecidos con pasto kikuyo, entre otros.

Prácticas complementarias para disminuir la vulnerabilidad del sistema productivo ovino en Sora a condiciones restrictivas de humedad en el suelo

Con el propósito de disminuir la vulnerabilidad del sistema de ganadería ovina en Sora (Boyacá), se pueden desarrollar prácticas culturales, técnicas y tecnológicas que aumenten la capacidad adaptativa del sistema.

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

a. Recuperación de praderas degradadas

La recuperación o rehabilitación de praderas es una práctica agronómica que consiste en mejorar la productividad de una pradera, aprovechando el material vegetal con el que se cuenta y partiendo de los resultados de un análisis de suelos (Holmann, Argel, Rivas, White, & Estrada, 2004).

Esta opción tecnológica está relacionada principalmente con procesos de fertilización o mecanización. Su inclusión en sistemas pecuarios como el ovino parte de la necesidad de mejorar la relación entre las ovejas, los materiales forrajeros y el suelo, la cual impacta productivamente hablando en aspectos como: pérdida de cobertura y/o invasión de malezas, déficit de minerales, extracción de minerales, pisoteo, sobrepastoreo, baja disponibilidad y calidad del forraje, baja productividad animal, baja fertilidad y alta compactación (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza [Catie], 2009).

Se evidencia, por tanto, la importancia de planear cuidadosamente cualquier actividad que tenga que ver con la preparación del suelo, definiendo acertadamente el método y el

implemento de labranza a utilizar, de acuerdo con las condiciones de humedad, textura y topografía del suelo, principalmente. Además de lo mencionado, es importante tener en cuenta un balance de nutrientes que aseguren la calidad forrajera a través de adecuadas fertilizaciones y del uso de abonos obtenidos en la finca, evitando así las pérdidas medioambientales, desbalances energético-proteicos del rebaño y costos innecesarios. Dicha fertilización debe ir compuesta, como mínimo, de muy buenas fuentes de nitrógeno, fósforo, potasio y calcio (Food and Agriculture Organization [FAO], 2014).

La intervención mecánica para mejorar la condición productiva de una pradera degradada puede desarrollarse mediante varias operaciones, las cuales dependen del estado de la pastura, del suelo y de las condiciones agroclimáticas del lugar. Aunque normalmente se usan rastras de discos y otros implementos tradicionales para la renovación, algunos equipos que no intervienen el perfil del suelo y que están basados en herramientas verticales consiguen mejores resultados.

Por ejemplo, a través de la guadaña se obtiene una actividad de prelabranza que fundamenta su operación en el corte de la pradera; visualmente se reconoce por el segado casi a ras del pasto (Figura 22).



Figura 22. Uso de la guadaña en las actividades de recuperación de praderas degradadas.
Fuente: Corpoica (2016).

El rotovator de cuchilla lineal realiza una rotura del suelo de aproximadamente de 10 a 25 cm de profundidad sin estropear la superficie del potrero, lo que se logra por el corte de los estolones del pasto cada 20 cm entre cuerpo, distinguiéndose visualmente por las líneas continuas que quedan sobre el terreno (Figura 23).



Figura 23. Uso del rotovator de cuchilla lineal en las actividades de recuperación de praderas degradadas.

Fuente: Corpoica (2016).

Por otro lado, el renovador de praderas hace una rotura del suelo a nivel interno, estropeando al mínimo la superficie, dado que su cuerpo está precedido de un disco plano delantero que corta los estolones del pasto cada 60-70 cm entre línea (Noreña, 2011). La profundidad que alcanza es de 40 cm, y dado que el disco cortador es basculante, le permite compensar las irregularidades del terreno; se distingue visualmente por las líneas continuas que quedan sobre el terreno (Figura 24).



Figura 24. Uso del renovador de praderas en las actividades de recuperación de praderas degradadas.

Fuente: Corpoica (2016).

Finalmente, el cincel invierte levemente la superficie del suelo, cada cuerpo está separado entre 60 y 70 cm, y permite aumentar la porosidad del suelo y romper estratos impermeables compactos (Figura 25).



Figura 25. Uso del cincel en actividades de recuperación de praderas degradadas.
Fuente: Corpoica (2016).

Esta opción tecnológica posee las siguientes ventajas:

1. Evita que los pastizales pierdan capacidad productiva.
2. Disminuye la erosión del suelo, conserva la calidad del agua y del suelo, y mejora la captura de carbono de los pastizales existentes.
3. Permite restaurar el hábitat de muchas especies de plantas y animales, incluso de aquellas en peligro de extinción.
4. Mejora la calidad y el rendimiento del forraje, y la cantidad de biomasa.
5. Evita que especies no deseadas se establezcan en la pradera.
6. Garantiza la salud de los pastizales al proporcionar un hábitat propicio para los animales que se alimentan de los insectos plaga, además para aquellas especies polinizadoras como las abejas, de las cuales dependen algunos cultivos.
7. Previene la formación de cárcavas dentro de los potreros, las cuales normalmente requieren medidas correctivas costosas.
8. Es una alternativa de bajo costo para el crecimiento de materiales forrajeros de calidad.

b. Control parasitario en ovinos a través de la metodología de tratamiento parasitológico selectivo dirigido

Las actuales condiciones climáticas y las inapropiadas prácticas de manejo son algunas de las razones que no han permitido que la ovinocultura se involucre en la industria alimenticia de origen animal en el país, y en cambio aún se reconozca como una actividad de subsistencia desarrollada en pequeños predios. Según (Oyhantcabal & Vitale, 2010), la productividad ovina puede verse afectada por la variabilidad climática por los siguientes factores: cambios en la cantidad, la intensidad y la distribución de la lluvia inter e intra anual; aumentos medios en la temperatura y olas de calor, lo cual afecta a los ovinos por estrés térmico y a los cultivos asociados al sistema en etapas fenológicas sensibles; ocurrencia de eventos climáticos extremos más frecuentes y más intensos.

Con respecto a la sanidad en los rebaños, en muchas partes del mundo los parásitos gastrointestinales (PGI) se han establecido como la principal problemática, ya que pueden causar cambios sistémicos y metabólicos que afectan el crecimiento de los animales y la producción de carne, leche y/o lana (De Souza, Pimentel, & Santos, 2013). De ahí que uno de los principales desafíos, tanto para los gestores de la asistencia técnica como para los productores ovinos, es la designación de la más apropiada práctica de manejo para la promoción de la sanidad animal en los rebaños, en particular generando estrategias nuevas y sustentables para el control efectivo de las helmintiasis en rumiantes (Morgan, et al., 2013).

La metodología de tratamiento parasitológico selectivo dirigido consiste en la evaluación periódica (cada 15 días) y hasta por seis meses como mínimo, de una serie de variables de los animales, las cuales se relacionan con el fin de definir la necesidad de instaurar algún tratamiento antiparasitario.

Se parte del uso de valores de referencia para cada variable; luego de correlacionados los resultados se identifican los animales problema, a los cuales se les someterá a un tratamiento parasitológico particular, evitando así alterar el ambiente del rebaño con desparasitaciones generalizadas e innecesarias.

En la Tabla 7 se presentan las variables de seguimiento sanitario ovino y sus correspondientes criterios de evaluación:

Tabla 7. Variables de seguimiento sanitario ovino. Parcela de integración del sistema productivo ovino.

Variable de seguimiento	Criterio de evaluación
Famacha	Escala de clasificación por color de la mucosa ocular de, 1 a 5, en la que 1 corresponde a individuos no anémicos, y gradualmente se llega a 5, que corresponde a animales severamente anémicos.
Dag Score Diarrhea Assessment Guide	Escala de 1 a 5, en la que 1 se refiere a un individuo que no presenta ninguna contaminación fecal en su contorno trasero, mientras que 5 es aquel animal que tiene una extensiva contaminación fecal de sus extremidades y del contorno del ano.
Hematocrito	El valor del hematocrito normal en ovinos está dentro del rango 29-38.
Huevos Por Gramo (HPG)	Huevos por gramo de materia fecal. Animales con conteos mayores a 2000 hpg son considerados como infestados.
Condición corporal	Escala de 1 a 5, en la que 1 indica un deficiente estado físico-nutricional, y 5, sobrepeso.
Ganancia de peso	La variación quincenal en el peso de cada animal expresado en kilogramos.

Fuente: Corpoica (2016).

Para la implementación de la metodología se recomienda considerar lo siguiente:

- Inicialmente, y como mínimo, se debe conocer cuál ha sido el manejo antiparasitario en el rebaño: principio activo y nombre comercial utilizado, frecuencia de uso, rotación de productos y dosificación.
- Luego se debe verificar el estatus sanitario por animal en dos vías: la primera correspondiente a variables internas así: toma de muestra de material fecal directamente del recto del animal para el recuento de huevos de parásitos por gramo y muestreo sanguíneo en tubo vacutainer con anticoagulante EDTA para realizar en el primer muestreo cuadro hemático y durante las siguientes tomas determinación del % de hematocrito. La segunda vía corresponde a la evaluación externa por animal, que involucra: el test Famacha®, el test Dag Score y la evaluación de la condición corporal, todos con una escala de clasificación de 1 a 5 (Tabla 7).
- Cada 15 días, además de controlar el peso de los animales, se debe hacer el seguimiento de las variables reseñadas, verificando la eficacia de los productos administrados si se llegase a vermifugar alguno de los animales del rebaño.
- La necesidad de tratamiento antihelmíntico por animal dependerá de la correlación entre las variables internas y externas evaluadas, decisión que inicialmente es producto de la asesoría veterinaria local.

Este control permite establecer un estatus confiable de la resistencia antihelmíntica en el rebaño, se disminuyen considerablemente las aplicaciones anuales de antihelmínticos por animal, favoreciendo la eficacia en el tiempo de los principios activos tipo Ivermectina, Moxidectina, Albendazol, Fenbendazol o Levamisol, etc., y reduciendo los costos productivos por concepto de control parasitario.

El seguimiento parasitario individual permite el aumento gradual de la productividad de los rebaños, se mantienen en refugio en los potreros (sin exposición a algún tratamiento antihelmíntico) un buen porcentaje de nematodos y también se previene la selección para la resistencia antihelmíntica.

Esta metodología permite la integralidad y sostenibilidad del rebaño, al involucrar aspectos nutricionales, calidad de las pasturas y demás aspectos productivos en la decisión de un control parasitario, y no solamente partiendo de la necesidad de un tratamiento rutinario, muchas veces innecesario (Figura 26).





Figura 26. Desarrollo de la metodología del tratamiento parasitológico selectivo dirigido. Parcela de integración del sistema productivo ganadería ovina, en Sora (Boyacá).
Fuente: Corpoica (2016).

La habilidad de optimizar tratamientos va a cambiar la manera en que los antihelmínticos son usados. A la mayoría de los rebaños se le realizan tratamientos simultáneos a todos los animales, en cambio de desparasitar únicamente a aquellos animales que realmente necesitan tratamiento, propósito enmarcado dentro de la metodología de tratamiento parasitológico selectivo dirigido (Morgan et al., 2013).

c. Construcción, mantenimiento y adecuación de fuentes para el abastecimiento seguro del agua para sistemas productivos de ganadería ovina

El almacenamiento de agua lluvia para los periodos con déficit de humedad en el suelo representa una alternativa eficiente para la provisión de agua para los ovinos. Los reservorios deben establecerse en zonas de pendiente, de tal forma que el represamiento de agua sea suficiente para luego ser distribuido a través del sistema; se aclara que si la zona cumple con las condiciones de precipitación media anual mínima, el reservorio puede ser adaptado a casi cualquier condición de relieve en el terreno (Domínguez, 2009).

Para su construcción son necesarias algunas condiciones como: seguridad y estabilidad de la obra, fuentes de recolección de agua (microcuenca, precipitación promedio), así como el acondicionamiento de un vertedor para drenar y controlar los niveles máximos de agua (Molina et al., 2009).

Suelos como los de Sora, que son de textura franco arcillosa, son propicios para este tipo de construcciones, ya que así se puede asegurar un grado de impermeabilidad adecuado (Figura 27). De otra forma, y en el caso de suelos arenosos, se debe considerar invertir en el sellado o impermeabilización con arcillas expansivas, en la colocación de plásticos o en el uso de geomembranas.

Es clave tener en cuenta las siguientes consideraciones para el establecimiento:

- Hacer una pared sobre la zona de pendiente y utilizar la tierra removida para la construcción del dique. El agua se acumulará consecuentemente hacia la parte de tierra firme (zona de recarga).
- Es importante notar que por cada metro de alto del dique se deben establecer 2,5 m de base hacia el lado del reservorio y 1,5 m hacia el lado opuesto.

- Por cada 10 cm de altura del dique se debe hacer compactación de la tierra hasta alcanzar la altura deseada. Es importante, además, establecer un desagüe para que circule el agua y no se produzca resquebrajamiento del reservorio, de esta forma la durabilidad de la construcción será mayor, habrá una mejor calidad y disposición de agua.
- Su construcción puede hacerse con cualquier máquina que facilite el movimiento masivo de tierra, por ejemplo, un buldócer o una retroexcavadora.



Figura 27. Fuente para el abastecimiento seguro del agua. Parcela de integración del sistema productivo de la ganadería ovina, en Sora (Boyacá).
Fuente: Corpoica (2016).

La adecuación del reservorio está basada en limpieza y purificación. Se recomienda realizar tres limpiezas totales del reservorio durante el año, procurando contar con elementos que purifiquen el agua y eviten la creación de microorganismos, como las pastillas limpia-agua, el azufre o el hipoclorito de calcio al 70 %.

Para el mantenimiento de la construcción se recomienda dedicar un espacio a la plantación de especies arbóreas alrededor, pero no especies como eucalipto, porque se absorbería el agua, en cambio se deben sembrar plantas como tilo (*Tilia platyphyllos*),

nacedero (*Trichanthera gigantea*), matarraton (*Gliricidia sepium*) o cajeto (*Citharexylum subflavescens*). También se debe procurar incluir una cerca alrededor del reservorio, de tal forma que se evite deterioro o contaminación por parte de los animales de la finca. Además, para evitar la acumulación de azolves (lodo y basura) se deberían construir pequeñas estructuras que retengan los sedimentos (Contexto, 2014).

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 (SE) MAPA.

Para mayor información sobre opciones tecnológicas con aplicabilidad en el sistema productivo ovino en Sora (Boyacá), consulte el SE-MAPA.

Como se expuso en las secciones 1 y 2, son dos los determinantes del riesgo agroclimático: la amenaza y la vulnerabilidad. La primera se refiere a la probabilidad de ocurrencia de condiciones climáticas restrictivas, y la segunda, a la interacción entre el grado de exposición a la amenaza, la sensibilidad del sistema productivo y su capacidad adaptativa. Esta última se aumenta con la implementación de opciones tecnológicas integradas, que reducen la vulnerabilidad del sistema productivo ante el riesgo agroclimático. Es 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 técnico-económicos para la implementación de las opciones tecnológicas presentadas en la primera parte de la sección 2, basados en dominios de recomendación:

Sección 3. Implementación de las opciones tecnológicas entre los productores ovinos de Sora, Boyacá

Dominio de recomendación

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

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

Determinación de los dominios de recomendación de las opciones tecnológicas para enfrentar los eventos climáticos

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

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

Características de los dominios de recomendación en el sistema productivo de ovinos, en Sora (Boyacá)

En la Tabla 8 se presentan los dominios de recomendación con sus respectivas características de agrupación. En las columnas dos, tres y cuatro se muestran el grado de exposición, el grado sensibilidad (del cultivo) y la capacidad adaptativa (del productor) ante una condición de déficit hídrico para cada dominio.

Se puede apreciar que la exposición a la condición climática de déficit hídrico es muy baja para el dominio uno, y alta para todos los demás productores, esto es para los dominios dos, tres y cuatro. El grado de sensibilidad que presenta el sistema de producción ovino ante una condición de déficit hídrico es alta para los productores del dominio uno, media para los que pertenecen al dominio dos y muy alta para los productores de los dominios tres y cuatro. Por su parte, la capacidad adaptativa es baja para el dominio uno y dos, y media para los dominios tres y cuatro.

Finalmente, la última columna de la tabla muestra los resultados del modelo microeconómico, el cual evalúa la viabilidad financiera de la opción tecnológica seleccionada, en este caso, renovación y manejo de pradera más ensilaje de avena forrajera (sección dos del documento). De acuerdo con ciertas características tecnológicas del sistema productivo, socioeconómicas y de exposición agroclimática de los productores

de cada dominio, se establecen proporciones y restricciones para la implementación. Para este caso, la implementación de este esquema de producción es viable con restricciones para los productores del dominio dos, y no viable para los productores de los dominios tres y cuatro. Para los productores del dominio uno, por formar un grupo heterogéneo, es recomendable únicamente para aquellos productores que cuenten con disponibilidad de agua y mano de obra familiar.

Tabla 8. Caracterización de los dominios de recomendación para el sistema productivo ovino de Sora (Boyacá)

Dominio	Exposición	Sensibilidad	Capacidad de adaptación	Viabilidad financiera de opción tecnológica
1. Productores con características socioeconómicas heterogéneas y con muy baja exposición a eventos de déficit hídrico.	Muy Baja	Alta	Baja	Viable con restricciones para productores de este dominio que compartan características con los del dominio 2
2. Productores con alta exposición a déficit hídrico, cuentan con mano de obra familiar y disponibilidad de agua para riego de pastos. La mitad hace uso de crédito y la otra mitad no. Tienen entre 1 y 10 ovinos.	Alta	Media	Baja	Viable con restricciones
3. Productores con alta exposición a déficit hídrico, cuentan con mano de obra familiar, no tienen disponibilidad de agua para riego de pastos y hacen uso de crédito. Tienen entre 3 y 14 ovinos.	Alta	Muy Alta	Media	No viable
4. Productores con alta exposición a déficit hídrico, contratan mano de obra, no tienen disponibilidad de agua para riego de pastos y no utilizan crédito. Tienen entre 2 y 19 ovinos.	Alta	Muy Alta	Media	No viable



Implementación de las opciones tecnológicas en cada dominio de recomendación

Dominio 1

Los productores del dominio uno, se encuentran ubicados en zonas consideradas como nichos productivos óptimos o con leves restricciones lo que indica que presentan un nivel de exposición agroclimática muy baja a eventos de déficit hídrico, por lo tanto, la implementación de las tecnologías no se propone como una medida de adaptación a épocas de déficit hídrico sino como una iniciativa que al llevarse a cabo puede ayudarles a mejorar su sistema productivo.

De acuerdo con los resultados de los indicadores de vulnerabilidad, la sensibilidad del sistema productivo a eventos de sequía es alta, esto debido a las deficientes prácticas para la adecuación de los suelos, a la poca infraestructura para el mantenimiento de los ovinos, a la falta de agua para riego de pastos y la poca diversidad en las opciones utilizadas para la alimentación de los animales.

Así mismo el número de ovinos que poseen, aumenta la sensibilidad del sistema en grado medio, ya que no poseen las condiciones adecuadas para su mantenimiento.

La capacidad de adaptación es baja, esto se debe a que poseen en conjunto una baja disponibilidad de mano de obra familiar por número de animales en la finca, a la deficiente asistencia técnica, así como la alta dependencia económica por las actividades agropecuarias (Figura 28). Presentan un nivel medio de activos líquidos, de acceso a crédito e información climática y buenos acuerdos de compra.

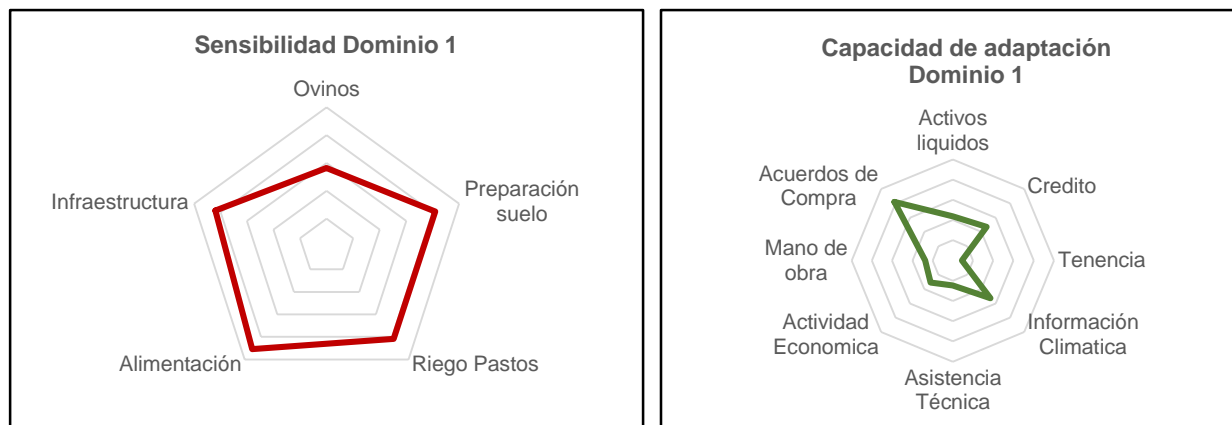


Figura 28. Indicadores de sensibilidad (Izquierda) y capacidad de adaptación (derecha), para los productores del dominio uno.

Este dominio posee características socioeconómicas heterogéneas, ya que se encuentra conformado por productores de los dominios dos, tres y cuatro. La implementación de la tecnología requiere que se cuente con disponibilidad de agua para riego de pastos y de mano de obra familiar. Dicha implementación debe llevarse a cabo únicamente para productores de este grupo que compartan las características del dominio dos, para ello se debe tener en cuenta las recomendaciones que para este último se presentan a continuación.

Dominio 2

Estos productores se encuentran ubicados en zonas con un grado de exposición agroclimática alta, es decir en suelos no aptos (suelos restringidos principalmente por condiciones de altitud, suelos muy superficiales y condiciones extremas de acidez) (Corpoica, 2015). De esta manera, estos productores demandan de manera prioritaria la implementación de medidas que mitiguen los efectos negativos asociados a la condición de déficit hídrico.

De acuerdo con los resultados de los indicadores de vulnerabilidad, la sensibilidad del sistema productivo a eventos de déficit hídrico es media, a diferencia de los productores de los demás dominios, este grupo es el que presenta menor grado de sensibilidad, esto se debe principalmente a que cuentan con disponibilidad de agua para riego de pastos y

realizan labores de preparación de suelo. No obstante, carecen de infraestructura para mantenimiento de los ovinos y hay poca variedad en las opciones utilizadas para la alimentación de los animales. Así mismo, el número de ovinos que poseen aumenta la sensibilidad del sistema en grado medio, ya que no poseen las condiciones adecuadas para su mantenimiento.

Finalmente, la capacidad de adaptación es baja, lo cual se explica por una alta dependencia económica de actividades agropecuarias y una baja asistencia técnica. No obstante, estos productores poseen un nivel medio de mano de obra familiar disponible por animal, de activos líquidos, de acceso a crédito e información climática, así como acuerdos de compra favorables en épocas de déficit hídrico (Figura 29).

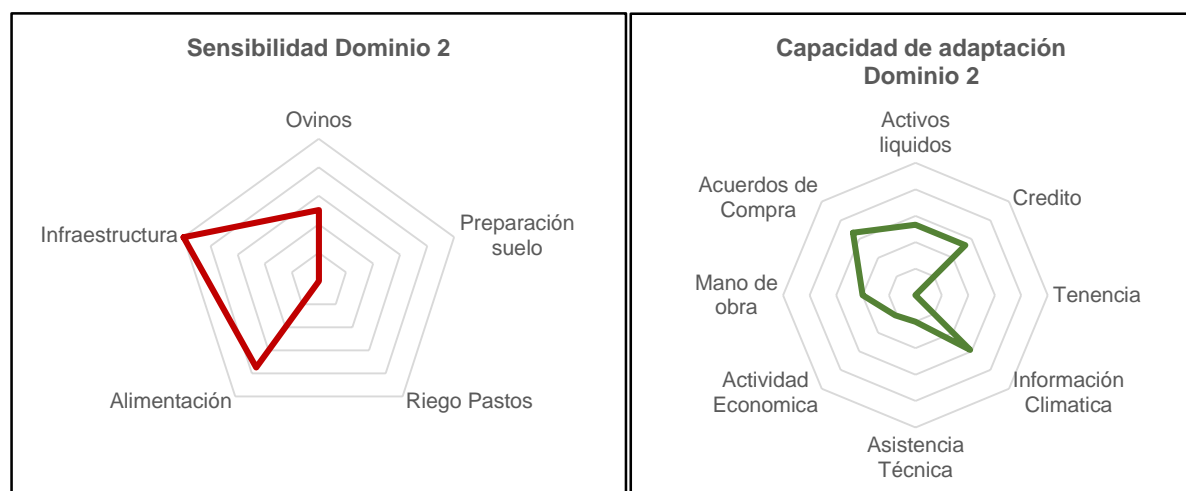


Figura 29. Indicadores de sensibilidad (izquierda) y capacidad de adaptación (derecha), para los productores del dominio dos.

Para el caso de los productores de este dominio, la adopción de la tecnología es viable en la medida en que este grupo cuenta con disponibilidad de mano de obra familiar, esto debido a que se disminuyen los costos de su implementación, haciendo rentable el sistema productivo. Así mismo, se destaca el hecho de que la disponibilidad de mano de obra familiar junto con la disponibilidad de activos líquidos hace sostenible esta tecnología en el tiempo, esto debido a que se ofertan jornales familiares que quedan en el proceso de la implementación de la tecnología, y que se pueden usar en otras actividades productivas que permitan financiar los costos de la tecnología y en conjunto con esta el gasto familiar. Este esquema de soporte económico favorece al largo plazo la



consolidación del sistema productivo ovino. Así, se puede aumentar el potencial productivo y comercial, generando mejores condiciones de comercialización y una mejor calidad del producto ofertado, reflejado en un precio más justo por kilogramo de cordero vendido.

Se recomienda aumentar la carga animal a 14 corderos por ciclo (seis meses), ya que esto favorece la disminución del costo unitario de producción. Los corderos se compran de dos meses de edad.

Ante condiciones de humedad restrictivas por déficit hídrico en el suelo, se espera suplir el 30 % de la dieta de los corderos con pasturas, y el otro 70 % a través de la siembra en el periodo más lluvioso (marzo-abril) de avena forrajera y su posterior conservación como ensilaje. De esta manera se alimentan los 14 corderos durante cada periodo de sequía.

Dado que son productores ubicados en suelos no aptos para la explotación de corderos, se debe tener presente que al implementar la renovación de pradera, debe llevarse a cabo cuidadosamente el plan de fertilización y manejo del cultivo de acuerdo con la recomendación y la asistencia técnica, esto también debe realizarse para el cultivo de avena forrajera. Así mismo, las labores de preparación de suelo deben llevarse a cabo cuidadosamente, evitando el deterioro de la calidad de los suelos.

Dominio 3

Los productores de este dominio están ubicados en zonas de exposición alta, ante una condición de déficit hídrico, es decir se encuentran ubicados en suelos no aptos (suelos restringidos principalmente por condiciones de altitud, suelos muy superficiales y condiciones extremas de acidez) (Corpoica, 2015). De esta manera, estos productores demandan de manera prioritaria la implementación de medidas que mitiguen los efectos negativos asociados a la condición de déficit hídrico.

De acuerdo con los resultados de los indicadores de vulnerabilidad, la sensibilidad del sistema productivo a eventos de sequía es muy alta, esto debido a la nula preparación del suelo, la falta de infraestructura para mantenimiento de los ovinos, una nula disponibilidad de agua para riego de pastos y muy poca variedad en las opciones utilizadas para la alimentación de los animales. Así mismo, el número de ovinos que poseen

aumenta la sensibilidad del sistema en un alto grado, ya que no hay condiciones adecuadas para su mantenimiento.

La capacidad de adaptación es media, esto debido a que poseen un nivel alto de activos líquidos y de acceso a crédito e información climática y buenos acuerdos de compra en épocas de déficit hídrico. No obstante, hay una baja disponibilidad de mano de obra familiar por animal y de asistencia técnica (Figura 30).

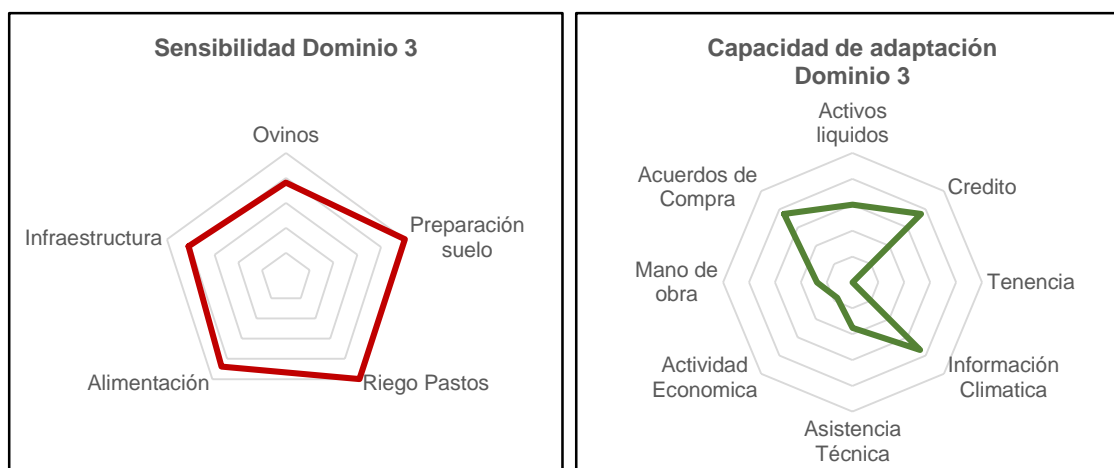


Figura 30. Indicadores de sensibilidad (izquierda) y capacidad de adaptación (derecha), para los productores del dominio tres.

Este grupo de productores cuenta con las condiciones socioeconómicas para implementar la opción tecnológica, esto por su disponibilidad de activos líquidos en animales, de mano de obra familiar y acceso a crédito, lo cual puede dar flexibilidad económica al momento de implementarla.

Sin embargo, la inviabilidad de la opción tecnológica se debe a que la mayoría de estos predios no cuentan con disponibilidad de agua para riego de pastos, la cual es fundamental para asegurar el éxito de la implementación.

Se recomienda revisar y considerar la implementación de algún sistema para el aprovisionamiento y recolección de agua, por ejemplo a través del aprovechamiento de las aguas lluvias, especialmente con la adecuación y/o construcción de reservorios con los cuales se pueda almacenar suficiente agua.



Dominio 4

Los productores que conforman este dominio se encuentran ubicados en zonas que presentan un nivel de exposición alta a sequía, es decir en suelos no aptos (suelos restringidos principalmente por condiciones de altitud, suelos muy superficiales y condiciones extremas de acidez) (Corpoica, 2015). Por lo tanto, es prioritaria la implementación de las tecnologías como una medida de adaptación a épocas de déficit hídrico.

De acuerdo con los resultados de los indicadores de vulnerabilidad, la sensibilidad del sistema productivo a eventos de sequía es muy alta, esto se debe a la nula preparación del suelo y de disponibilidad de agua para riego de pastos, la falta de infraestructura para mantenimiento de los ovinos y una muy poca variedad en las opciones de alimentación ofrecidas a los animales. Así mismo, en estas condiciones a medida que aumenta el número de ovinos aumenta la sensibilidad del sistema en grado medio ya que en su mayoría no están en las mejores condiciones.

La capacidad de adaptación es media, esto se debe a que los productores poseen un nivel alto de activos líquidos, y un nivel medio de acceso a crédito e información climática, así mismo los acuerdos de compra son favorables en épocas de déficit hídrico. No obstante, hay una baja disponibilidad de mano de obra familiar y de asistencia técnica y una alta dependencia económica de actividades agropecuarias (Figura 31).

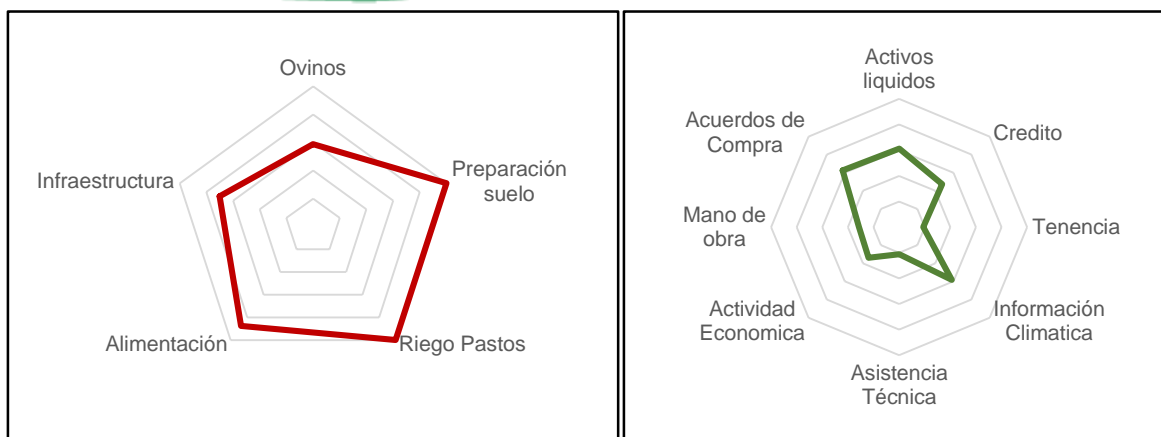


Figura 31. Indicadores de sensibilidad (izquierda) y capacidad de adaptación (derecha), para los productores del dominio cuatro.

La opción tecnológica propuesta no es viable para este grupo de productores, esto se debe a que estos no cuentan con disponibilidad de agua para riego de pastos, la cual es necesaria para la implementación de la tecnología. Adicionalmente este sistema requiere de mano de obra familiar ya que ello reduce el costo de la implementación de la tecnología, por lo que no se alcanza a generar un aumento de capital financiero sostenible en el tiempo.



REFERENCIAS

- Albarracín, L. &. (2012). *Elaboración de bloques nutricionales*. Tibaitatá: Corpoica.
- Arreaza, L., Amado, G., Londoño, C., & Ballesteros, D. &. (2012). *Recomendaciones para la fabricación de ensilajes con cereales en climas fríos*. Bogotá: Corpoica, Produmedios.
- Bernal E, J. (1994). *Pastos y Forrajes Tropicales 1era Parte*. Recuperado el 13 de Junio de 2014, de [file:///D:/2.%20Formatos%20b%C3%A1sicos%20Producto%202/PASTO%20CUNDI NAMARCA_BOYACA/Bernal%201994.htm](file:///D:/2.%20Formatos%20b%C3%A1sicos%20Producto%202/PASTO%20CUNDI%20NAMARCA_BOYACA/Bernal%201994.htm)
- Bertoia, L. (2004). *Algunos conceptos sobre ensilaje*. Buenos Aires, Argentina: Universidad Nacioual de las lomas de Zamora, 20 p.
- Bolaños, A., González, B., & Apráez, J. &. (2003). *Nueva variedad mejorada de avena forrajera para la alimentación de bovinos de los sistemas de producción del altiplano de Nariño*. San Juan de Pasto: Corpoica. Comité editorial regional 5, Palmira.
- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (Catie). (2009). *Algunas lecciones aprendidas por el proyecto pasturas degradadas. 2003-2008*. Catie y gobierno de Noruega.
- Contexto, g. (2014). *Contexto ganadero*. Obtenido de <http://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/reservorios-de-agua-ventajas-consejos-y-mantenimiento>
- Corpoica. (2015a). *Componente 1: Caracterización de la variabilidad climática y zonificación de la susceptibilidad territorial a los eventos climáticos extremos. Departamento de Boyacá*. Mosquera, Cundinamarca, 88 p.: Proyecto de Reducción del riesgo y adaptación al cambio climático.
- Corpoica. (2015b). *Producto 2: Mapas de actitud agroclimática e identificación de nichos productivos por eventos de variabilidad climática de pastos para ovinos (Sora)*,



pastos para ganadería de leche (Tibasosa) y coliflor (Paipa). Mosquera, Cundinamarca, 79 p.: Proyecto: Reducción del riesgo y adaptación al cambio climático.

Corpoica. (2016). *Informe final de la parcela de integración del sistema productivo de ovinos, municipio de Sora, departamento de Boyacá*. Mosquera, Cundinamarca, 16 p.: Proyecto: Reducción del riesgo y adaptación al cambio climático.

Corpoica-CIAT. (2015). *Informe: Dominios de recomendación para los sistemas productivos de Antioquia y Chocó en el marco de la carta de entendimiento 002-2013 1806-1 entre Corpoica y CIAT, derivado del convenio entre el Fondo de Adaptación y Corpoica No. 002-2013*. Mosquera, Cundinamarca: Corpoica.

e Souza, M., Pimentel, M., & Santos, A. e. (2013). Seasonal distribution of gastrointestinal nematode infections in sheep in a semiard region, northeastern Brazil. *Revista Bras. Parasitol. Vet., Jaboticabal*. V. 22, No. 3, 351-359.

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 (FAO). (2014). [www.fao.org](http://www.fao.org/americas/programas-y-proyectos/tcprla3405/es/). Obtenido de <http://www.fao.org/americas/programas-y-proyectos/tcprla3405/es/>

Gavilanes, C. (2011). Ensilaje, una alternativa para la ganadería en Colombia. *El Cerealista. Edición 98. Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas, Fenalce*.

Holmann, F., Argel, P., Rivas, L., White, D., & Estrada, R. &. (2004). *¿Vale la pena recuperar pasturas degradadas? Una evaluación desde la perspectiva de los productores y extensionistas de Honduras*. Tegucigalpa, Honduras: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (Dicta) e International Livestock Research Institute (ILRI). Documento de trabajo 196. 34 p.

Huang, B. (1999). Water relations and root activities of *Buchloe dactyloides* and *Zoysia japonica* in response to localized soil drying. *Plant and Soil*, 208, 179-186.



- IPCC. (2012). *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate*. Cambridge, Gran Bretaña: Cambridge University Press.
- Lambers, H., Chapin, III & Pons, T. (1998). *Plant Physiological Ecology*. Springer Verlag. Berlin. 384 p.
- Mejía, S., & Cuadrado, H. &. (2013). *Manejo agronómico de algunos cultivos forrajeros y técnicas para su conservación en la región Caribe colombiana*. Mosquera, Cundinamarca: Corpoica.
- Morgan, E., Charlier, J., Hendrickx, G., Annibale, B., Catalan, D., Samson-Himmelstjerna, v., & Demeler, J. e. (2013). Global change and helminth infections in grazing ruminants in Europe: impacts, trends and sustainable solutions. *Agriculture No. 3*, 484-502.
- Noreña, J. (2011). Rehabilitación de paderas degradadas de kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) Hocsht. Ex. Chiov. con equipos de labranza vertical. *Revista Colanta Pecuaria. Edición No. 33. Medellín, Colombia*, 29-38.
- OMM. (2011). *Guía de prácticas climatológicas*. Ginebra, Suiza: Organización Meteorológica Mundial.
- Oyhantcabal, W., & Vitale, E. &. (2010). *El cambio climático y su relación con las enfermedades animales y la producción animal*. Montevideo, Uruguay: Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca de Uruguay. Conf. OIE 2010. 169-177 p.
- Palmer, W. (1965). *Meteorological drought*. Department of Commerce. Research Paper No. 45. Washington, D.C.: Weather Bureau.
- Pérez, C. C. (2012). <http://agrolimatico.minagri.gob.cl-content/uploads/sites/26/2013/11/04-Guia-uso-inf-agroclimatica-vp.pdf>. Obtenido de Guía para el uso de la información agroclimática en el manejo de cultivos y frutales: www.agroclimatico.minagri.gob.cl
- Riveros, T., & Salcedo, E. &. (2013). *Elaboración de bloques nutricionales (BMN) para la alimentación de rumiantes de la región Caribe*. Mosquera, Cundinamarca: Corpoica, 28 p.



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>