



Plan de Manejo Agroclimático Integrado del Sistema productivo de Ganadería Bovina de leche

Municipio de Buesaco
Departamento de Nariño

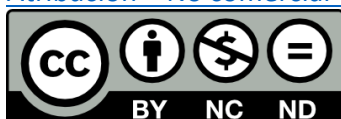


Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria
Fondo Adaptación
Julio de 2016

Este documento presenta información obtenida durante el desarrollo del proyecto MAPA. Se exponen resultados correspondientes al componente 1, “Reducción de la vulnerabilidad de los sistemas de producción agropecuarios a los eventos climáticos extremos, mediante herramientas que permitan tomar decisiones adecuadas para el manejo del riesgo agroclimático”, y al componente 2, “Desarrollo de sistemas de producción resilientes a los impactos de eventos climáticos extremos (inundaciones, sequías y heladas)”.

Los contenidos del texto se distribuyen mediante los términos de la licencia Creative Commons

[Atribución – No comercial – Sin Derivar](#)



La Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria no se hace responsable de la interpretación y uso de estos resultados.



Equipo de trabajo	
Elizabeth Lagos Burbano	Profesional de apoyo a la investigación
Luis Fernando Gómez Gil	Investigador Ph. D.
Michael López Cepeda	Profesional de apoyo a la investigación
Mildred Katherine Pérez Cabrera	Profesional de apoyo a la investigación
Martha Marina Bolaños Benavides	Investigador Ph. D.
Leydi Marcela Pagüatán Tutistar	Profesional de apoyo a la investigación
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. Obonuco, Nariño, que participaron en las diferentes actividades del Plan de Manejo Agroclimático Integrado de los sistemas productivos priorizados.

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

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



TABLA DE CONTENIDO

Índice de figuras.....	VII
Índice de tablas.....	VII
Introducción	1
objetivos	2
Riesgo agroclimático para el sistema productivo de ganadería bovina de leche	3
Sección 1: Factores que definen el riesgo agroclimático en el departamento y en el municipio	4
Amenazas derivadas de la variabilidad climática en el municipio de Buesaco	4
Exposición del sistema de ganadería bovina de leche a amenazas derivadas de la variabilidad climática en el municipio de Buesaco (Nariño).....	9
Zonas del municipio de Buesaco con mayor y menor riesgo de pérdida productiva en el sistema de ganadería bovina de leche.....	14
Gestión de la información agroclimática y agrometeorológica para conocer el riesgo agroclimático en la finca	18
Sección 2: Prácticas que se pueden implementar para reducir la vulnerabilidad del sistema productivo de ganadería bovina de leche ante condiciones de déficit hídrico del suelo en el municipio de Buesaco (Nariño)	19
Ventajas comparativas de las opciones tecnológicas integradas.....	28
Prácticas complementarias para disminuir la vulnerabilidad del sistema de ganadería de leche en Buesaco a condiciones restrictivas de humedad en el suelo.....	31
Sección 3: Implementación de las opciones tecnológicas entre los productores de ganadería de leche en el municipio de Buesaco (Nariño)	41
Dominio de recomendación	41



Determinación de los dominios de recomendación de las opciones tecnológicas para enfrentar los eventos climáticos.....	42
Características de los dominios de recomendación en el sistema productivo de ganadería bovina de leche en Buesaco (Nariño)	42
Referencias	49



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama conceptual del riesgo agroclimático para el sistema productivo de ganadería bovina de leche en el municipio de Buesaco (Nariño), en condiciones de déficit hídrico en el suelo.	3
Figura 2. Mapas de variables biofísicas del municipio de Buesaco (Nariño). Subzonas hidrográficas. Altitud. Paisaje.	5
Figura 3. Precipitación en años extremos respecto al promedio multianual en el municipio de Buesaco (periodo 1980-2011).	6
Figura 4. Aptitud de uso de suelos para el pasto kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i>) en el municipio de Buesaco.	10
Figura 5. Escenarios agroclimáticos mensuales para el pasto kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i>). Sistema de ganadería bovina de leche en el municipio de Buesaco, bajo condiciones de humedad restrictivas por déficit hídrico. Ventana de análisis junio-agosto.	12
Figura 6. Escenarios agroclimáticos mensuales para el pasto kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i>). Sistema de ganadería bovina de leche en el municipio de Buesaco, bajo condiciones de humedad restrictivas por déficit hídrico. Ventanas de análisis noviembre-enero.	14
Figura 7. Aptitud agroclimática para pasto kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i>) en condición de déficit hídrico. Ventana de análisis junio-agosto. Municipio de Buesaco (Nariño).	15
Figura 8. Aptitud agroclimática para pasto kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i>) en condición de déficit hídrico. Ventana de análisis noviembre-enero. Municipio de Buesaco (Nariño).	16
Figura 9. Balance hídrico atmosférico entre los meses de agosto y diciembre de 2014 y entre enero y junio de 2015. Parcela de integración del sistema productivo de ganadería bovina de leche. Buesaco (Nariño).	20



Figura 10. Balance hídrico agrícola entre los meses de agosto y diciembre de 2014 y entre enero y junio de 2015. Parcela de integración del sistema productivo de ganadería bovina de leche. Buesaco (Nariño).....	21
Figura 11. Estolones de kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i>) para propagación. Parcela de integración del sistema productivo de ganadería bovina de leche. Buesaco (Nariño).....	23
Figura 12. Pradera mecanizada mediante un renovador de praderas. Parcela de integración del sistema productivo de ganadería bovina de leche. Buesaco (Nariño).	23
Figura 13. Prueba de consumo de ensilado. Parcela de integración del sistema productivo de ganadería bovina de leche. Buesaco (Nariño).....	26
Figura 14. Preparación del terreno para la siembra de avena cayuse. Parcela de integración del sistema productivo de ganadería bovina de leche. Buesaco (Nariño).	26
Figura 15. Cosecha de la avena forrajera (<i>Avena sativa</i>), picado y proceso de elaboración de ensilado. Parcela de integración del sistema de ganadería bovina de leche. Buesaco (Nariño).	27
Figura 16. Indicadores de sensibilidad (izquierda) y capacidad de adaptación (derecha) para los productores del dominio 1.	44
Figura 17. Indicadores de sensibilidad (izquierda) y capacidad de adaptación (derecha) para los productores del dominio 2.	45
Figura 18. Indicadores de sensibilidad (izquierda) y capacidad de adaptación (derecha) para los productores del dominio 3.	46
Figura 19. Indicadores de sensibilidad (izquierda) y capacidad de adaptación (derecha) para los productores del dominio 4.	47



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Duración, valor del ONI y anomalías de precipitación en el municipio de Buesaco durante los eventos El Niño en el periodo 1980-2011.	7
Tabla 2. Duración, valor del ONI y anomalías de precipitación en el municipio de Buesaco durante eventos La Niña en el periodo 1980-2011.....	8
Tabla 3. Relación de los resultados productivos para dos esquemas de manejo del sistema de ganadería bovina de leche. Buesaco (Nariño).....	29
Tabla 4. Relación de los resultados productivos en un esquema de pastoreo tradicional y uno con renovación de pradera. Parcela de integración de ganadería bovina de leche. Buesaco (Nariño). 29	
Tabla 5. Condiciones biofísicas y edafoclimáticas para el cultivo de botón de oro (Tithonia diversifolia).....	33
Tabla 6. Formulación de los bloques multinutricionales (BMN) para la parcela de integración del municipio de Buesaco (Nariño).	35
Tabla 7. Ventajas y desventajas del biol	37
Tabla 8. Caracterización de los dominios de recomendación para el sistema productivo de ganadería de leche en Buesaco (Nariño).....	43



INTRODUCCIÓN

El Plan de Manejo Agroclimático, construido como concepto novedoso, por el proyecto Reducción del Riesgo y Adaptación al Cambio Climático – Modelos de Adaptación y Prevención Agroclimática (MAPA), contiene herramientas que soportan la toma de decisiones para enfrentar eventos climáticos limitantes para los sistemas productivos y contribuir a la reducción de la vulnerabilidad en el mediano y largo plazo. Esto constituye una propuesta de gestión de técnicas y tecnologías a escala local con proyección municipal, que permiten minimizar los impactos que las condiciones restrictivas de humedad del suelo tienen sobre los sistemas productivos.

Según este enfoque, el proyecto MAPA ha realizado un acercamiento espacial de la exposición a condiciones restrictivas por exceso o déficit hídrico para 54 sistemas de producción en 69 municipios de 18 departamentos del país. Para ello se desarrollaron parcelas de integración en 53 sistemas productivos, cuyo objetivo fue validar opciones tecnológicas seleccionadas participativamente con ganaderos, e integrar experiencias y conocimientos sobre estrategias de adaptación para enfrentar condiciones limitantes de humedad en el suelo a escala local. Para el departamento de Nariño fue priorizado, por el Fondo Adaptación, el sistema productivo de ganadería bovina de leche en el municipio de Buesaco.

El presente documento expone un conjunto de elementos que permiten orientar la planificación de acciones para reducir la vulnerabilidad del sistema productivo de ganadería bovina de leche a condiciones de déficit hídrico en el suelo, en el municipio de Buesaco (departamento de Nariño).



OBJETIVOS

Objetivo general

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

Objetivos específicos

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

Riesgo agroclimático para el sistema productivo de ganadería bovina de leche

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

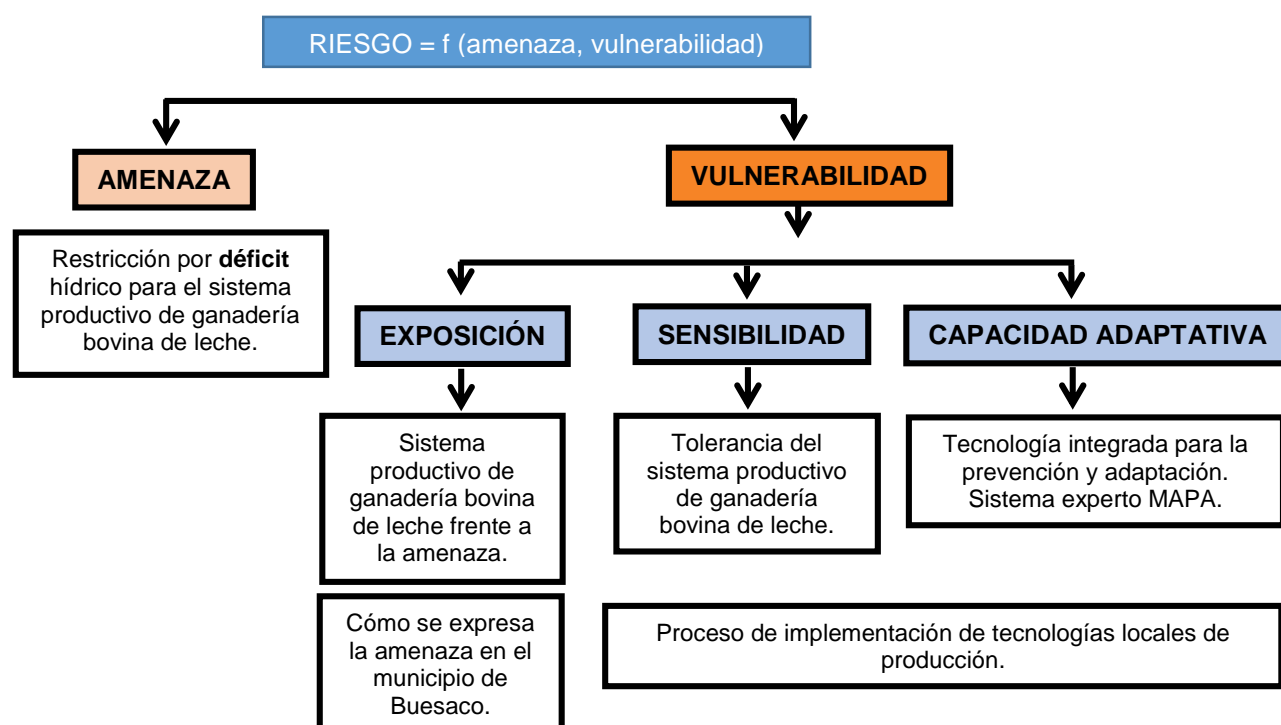


Figura 1. Diagrama conceptual del riesgo agroclimático para el sistema productivo de ganadería bovina de leche en el municipio de Buesaco (Nariño), en condiciones de déficit hídrico en el suelo.



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, variables biofísicas (subzonas hidrográficas) y variables 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, 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 el municipio de Buesaco

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

Buesaco se encuentra en la subcuenca del río Juananbú (5204), el cual nace en el sector conocido como Cascabel en la cordillera Central (figura 2). En el municipio los paisajes predominantes son montañosos y solo algunas zonas del noroeste son altiplanicie. Las

altitudes hacia el norte varían entre 1.500 y 2.000 metros sobre el nivel del mar; en la zona este, entre 2.000 y 2.500 msnm., y hacia el sur, entre 3.000 y 4.000 msnm. Esta diversidad de rangos altitudinales hace que el municipio presente diferentes riesgos agroclimáticos.

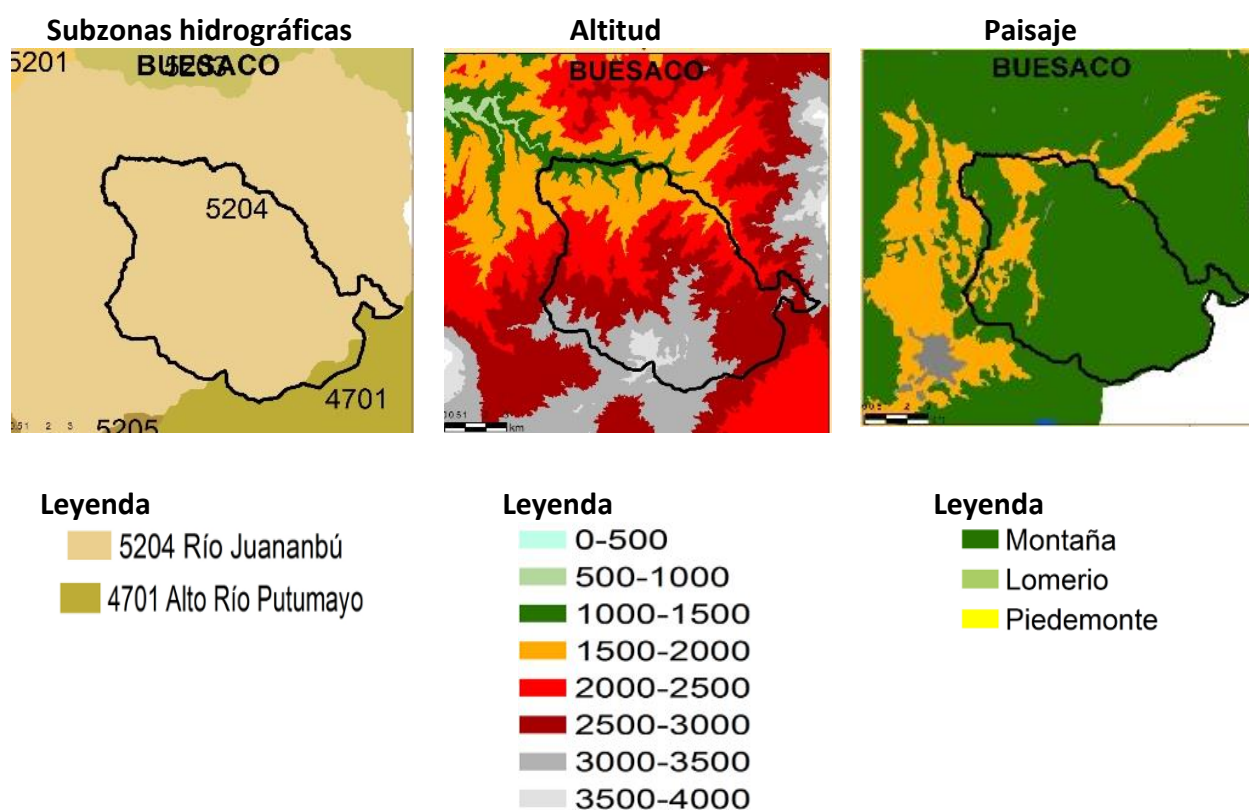


Figura 2. Mapas de variables biofísicas del municipio de Buesaco (Nariño). Subzonas hidrográficas. Altitud. Paisaje.

Fuente: Corpoica (2015a).

Lo segundo por revisar son los análisis disponibles de las series climáticas (1980-2011), con lo cual es posible analizar el impacto de la variabilidad climática en eventos pasados y así conocer los rangos en los cuales pueden cambiar las variables climáticas cuando se presentan nuevamente estos fenómenos. Asimismo, reconocer la intensidad y frecuencia de eventos como el ENSO y ubicar áreas con mayor o menor fluctuación de variables

meteorológicas. En de la información empleada para el análisis climático del municipio de Buesaco (Nariño) se destacan:

Precipitación

La figura 3 muestra la dinámica de precipitación el municipio de Buesaco. La línea verde representa la precipitación promedio, y las barras rojas y azules, la precipitación durante los eventos de variabilidad asociados a ENSO: El Niño (2001) y La Niña (2011) (Corpoica, 2015a). Anualmente en el municipio se registran en promedio 1.275 mm de precipitación.

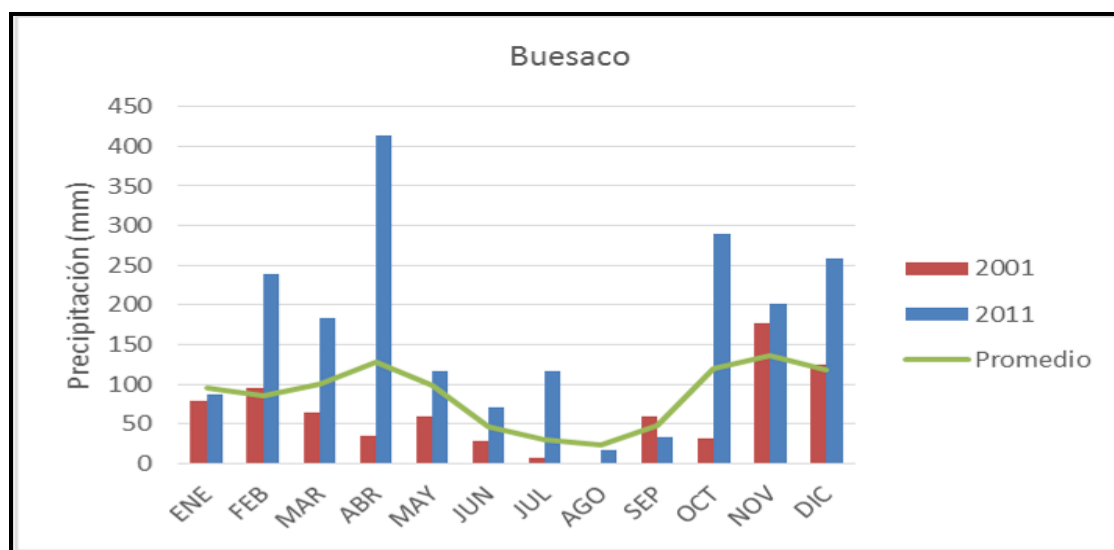


Figura 3. Precipitación en años extremos respecto al promedio multianual en el municipio de Buesaco (periodo 1980-2011).

Fuente: Corpoica (2015a).

Las máximas reducciones de las precipitaciones (2001) se presentaron en el período comprendido entre marzo y octubre, en el que se observa una reducción por debajo del promedio multianual. Por otro lado, el mayor aumento de las precipitaciones (2011) comprendió dos periodos: entre febrero y abril y entre octubre y diciembre, con registros por encima del promedio multianual (figura 3). En consecuencia, los periodos de reducción o aumento de las precipitaciones podrían ser críticos si estos anteceden periodos normalmente secos o lluviosos, respectivamente, aunque el periodo crítico podría ser mayor si el fenómeno de variabilidad se extiende por varios meses.

Valor del índice oceánico El Niño (ONI) y anomalías climáticas en eventos El Niño o La Niña. Permite determinar qué tan fuerte es un fenómeno de variabilidad climática como El Niño o La Niña. Para conocer dichos cambios se debe revisar:

- El valor de la anomalía en porcentaje, que indica en qué porcentaje podría aumentar o disminuir la precipitación.
- El valor del Índice Oceánico El Niño (ONI): 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 El Niño, y cuando los valores son inferiores a -0.5 también de forma consecutiva en cinco meses, se trata de un evento La Niña¹.

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

En el municipio de Buesaco (Nariño), en el periodo comprendido entre mayo de 1994 y marzo de 1995, el máximo valor del índice ONI fue de 1,3 y la disminución de las lluvias fue de hasta un 70 % con respecto al promedio multianual, con una duración de 11 meses. Este evento El Niño fue de mayor intensidad en comparación con el evento El Niño registrado entre junio de 2004 y febrero de 2005, el cual tuvo un valor ONI de 0,9 y una disminución en las lluvias del 31 % (tabla 1).

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

Período	Inicio	May. 1982	Ago. 1986	May. 1991	Mar. 1993	May. 1997	May. 2002	Jun. 2004	Ago. 2006	Jul. 2009
	Fin	Jun. 1983	Feb. 1988	Jun. 1992	May. 1994	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		-7 %	-14 %	-27 %	-70 %	-16 %	-27 %	-31 %	4 %	19 %

Fuente: Corpoica (2015a).

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

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

Durante el evento La Niña que comprendió el periodo entre julio de 2010 y abril de 2011 (10 meses), el mínimo valor ONI fue de -1.4 y el aumento de las lluvias fue de hasta 58 % con respecto al promedio multianual. Este evento La Niña fue de mayor intensidad en comparación con el evento La Niña registrado entre septiembre de 1995 y marzo de 1996, cuyo valor ONI fue de -0,7 y el aumento en las lluvias fue únicamente del 2% (tabla 2).

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

Periodo	Inicio	Oct. 1984	May. 1988	Sep. 1995	Jul. 1998	Oct. 2000	Sep. 2007	Jul. 2010
	Fin	Sep. 1985	May. 1989	Mar. 1996	Jun. 2000	Feb. 2001	May. 2008	Abr. 2011
Duración (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		-7 %	-14 %	2 %	32 %	-46 %	55 %	58 %

Fuente: Corpoica (2015a).

La duración e intensidad de El Niño y La Niña cambian para cada evento, así como las alteraciones climáticas asociadas con estos en cada región (CPC NCEP, 2014). En general, en el municipio de Buesaco se presentaron anomalías negativas (disminución de lluvias) bajo el evento El Niño y anomalías positivas (aumento de lluvias) bajo el evento La Niña, con ciertas particularidades presentes en la magnitud de dichas anomalías.

La temperatura de superficie del océano Pacífico no es el único factor que modula el clima, por lo cual es importante tener en cuenta otros factores, como la zona de convergencia intertropical (ZCIT) y las distintas corrientes oceánicas.

Susceptibilidad del municipio a amenazas climáticas

Con la cartografía temática del proyecto MAPA se pueden identificar las áreas del municipio de mayor susceptibilidad al exceso hídrico durante eventos La Niña, las más susceptibles a déficit hídrico en eventos El Niño; la susceptibilidad a inundación durante el periodo 2010-2011; la susceptibilidad biofísica a inundación; la afectación de la capacidad fotosintética de cubiertas vegetales, analizada mediante el Índice Diferencial de Vegetación Normalizado (NDVI, por sus iniciales en inglés); las áreas afectadas regularmente cuando se presentan



eventos de inundación (expansión de cuerpos de agua) y las áreas susceptibles a afectaciones por sequía (contracción de cuerpos de agua).

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

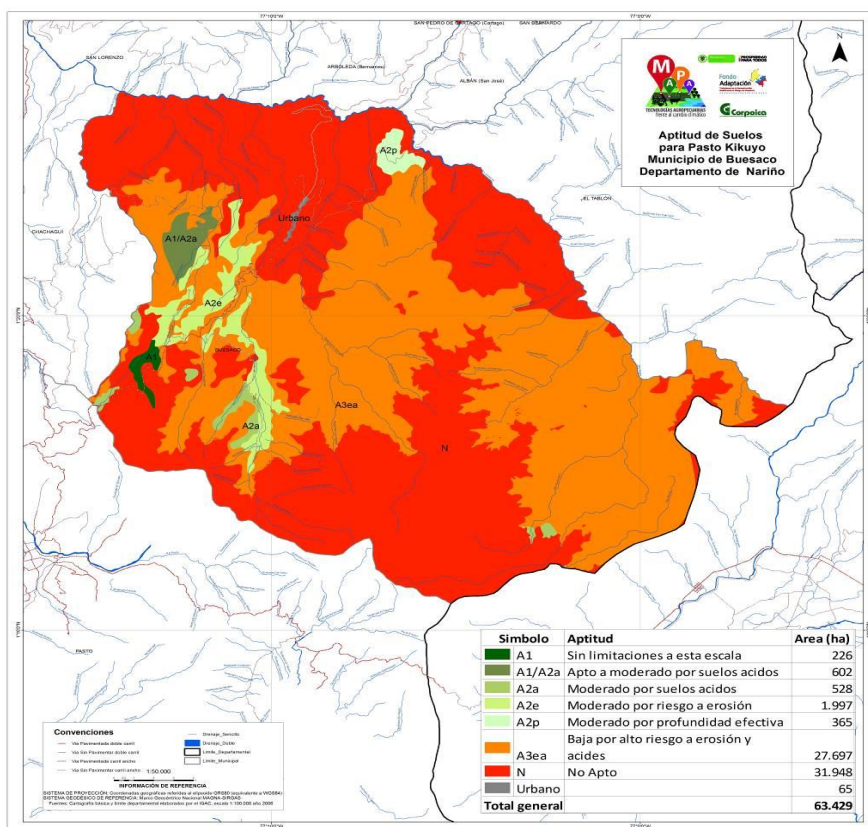
Exposición del sistema de ganadería bovina de leche a amenazas derivadas de la variabilidad climática en el municipio de Buesaco (Nariño)

El sistema de ganadería bovina de leche se basa en sistemas pastoriles (praderas). Se encuentra expuesto a limitantes por características físicas y químicas de suelo 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 sobre las características del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), pastura base del sistema de ganadería bovina de leche en el municipio de Buesaco.

Para evaluar la exposición se deben identificar:

a. En el mapa de aptitud de suelos: las limitaciones de los suelos en el municipio. Es importante tener en cuenta que algunas limitaciones pueden manejarse con relativa facilidad (características químicas, mediante acondicionamiento o fertilización), mientras que otras no pueden modificarse (altitud, pendientes excesivamente inclinadas, texturas). La escala de análisis espacial es 1:100.000 (figura 4).



Símbolo	Aptitud	Área (ha)
A1	Sin limitaciones a esta escala	226
A1/A2a	Apta a moderada por suelos ácidos	602
A2a	Moderada por suelos ácidos	528
A2e	Moderada por riesgo de erosión	1.997
A2p	Moderada por profundidad efectiva	365
A3ea	Baja por alto riesgo de erosión y acidez	27.697
N	No apta	31.948
Urbano		65
Total general		63.429

Figura 4. Aptitud de uso de suelos para el pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) en el municipio de Buesaco.

Fuente: Corpoica (2015b).



Para tener en cuenta: el municipio de Buesaco tiene un área de 63.429 ha, de las cuales 31.426 son potencialmente utilizables para el cultivo de pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*). Estas 31.426 ha se encuentran condicionadas a prácticas de manejo y conservación de suelos, además de que agrupa suelos con leves restricciones por características edafológicas moderadas (Figura 4).

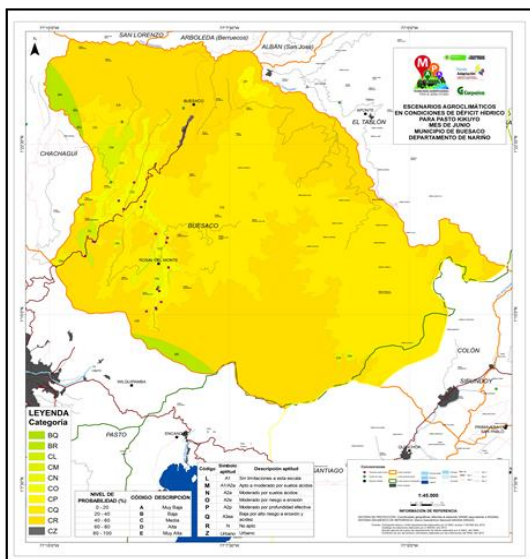
Solamente el 0,36 % del área total del municipio de Buesaco presenta suelos sin limitaciones para pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), los cuales se encuentran distribuidos en una pequeña área hacia el oeste y representan 226 ha. El 0,95 % del área total (602 ha) posee suelos entre aptos y moderados por la acidez, y están ubicados hacia el oeste del municipio. El 0,83 % (528 ha) presenta una aptitud moderada por suelos ácidos, y estos están ubicados hacia el oeste y la parte sur del municipio. El 3,1 % (1.997 ha) muestra una aptitud de suelos moderada por riesgo de erosión, y estos están ubicados hacia el oeste y la parte sur del municipio. El 43,7 % (27.697 ha) presenta una aptitud de suelos baja por alto riesgo de erosión y acidez, y estos se encuentran ubicados a lo largo de todo el municipio. El 50,4 % (31.948 ha) restante del municipio presenta suelos no aptos para pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), ubicados hacia el sur, suroeste, norte y noreste del municipio (Figura 4).

b. En los mapas de escenarios agroclimáticos del municipio: estos mapas representan la probabilidad de déficit hídrico para el cultivo de pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), y sus valores se presentan de acuerdo con el Índice de Palmer (Palmer, 1965)² según los meses o periodos de ocupación y descanso de los potreros. Dicha probabilidad de condiciones de déficit hídrico puede ser baja (tonos verdes), media (tonos amarillos) o alta (tonos naranja). El déficit de agua en el suelo puede impactar las etapas de desarrollo de los pastos y/o cultivos forrajeros, por lo que es fundamental realizar una planeación forrajera y conocer en qué época y en qué sectores del municipio se debe sembrar antes de que ocurra una condición restrictiva. Es importante mencionar que la escala de análisis espacial es 1:100.000.

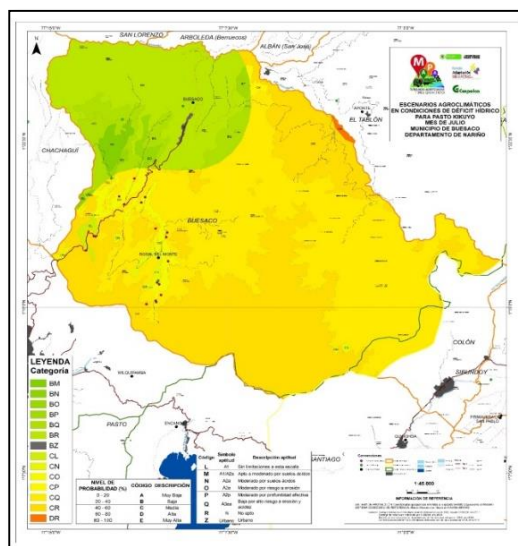
En la figura 5 se presentan los escenarios agroclimáticos mensuales para el pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) bajo condiciones de humedad restrictivas por déficit hídrico, en una ventana de análisis que comprende los meses de junio, julio y agosto.

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.

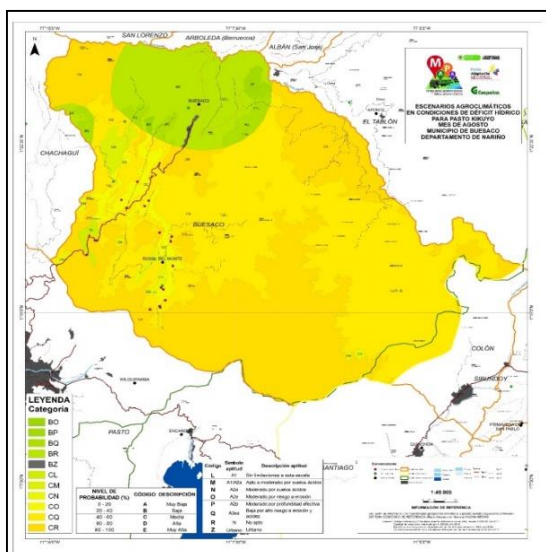
Junio



Julio



Agosto



**LEYENDA
Categoría**

BM	CM
BN	CO
BO	CP
BP	CQ
BQ	CR
BR	CZ
BZ	DL
CL	DN
CN	DO
	DQ
	DR

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

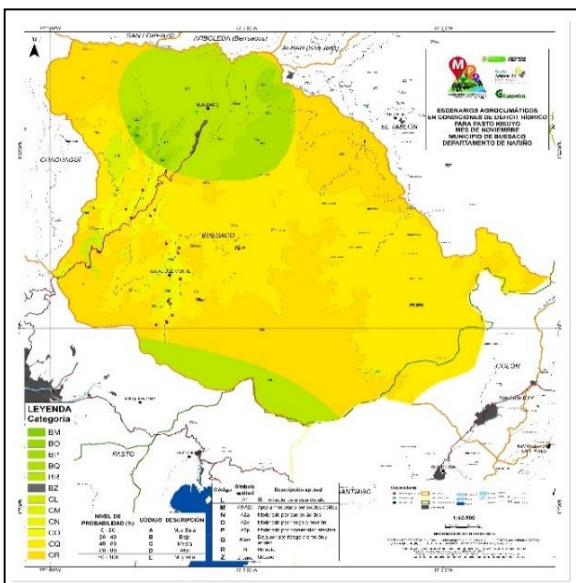
Código	Símbolo Aptitud	Descripción aptitud
L	A1	Sin limitaciones a esta escala
M	A1/A2a	Apta a moderada por suelos ácidos
N	A2a	Moderada por suelos ácidos
O	A2e	Moderada por riesgo de erosión
P	A2p	Moderada por profundidad efectiva
Q	A3ea	Baja por alto riesgo de erosión y acidez
R	N	No apta
Z	Urbano	Urbano

Figura 5. Escenarios agroclimáticos mensuales para el pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*). Sistema de ganadería bovina de leche en el municipio de Buesaco, bajo condiciones de humedad restrictivas por déficit hídrico. Ventana de análisis junio-agosto.

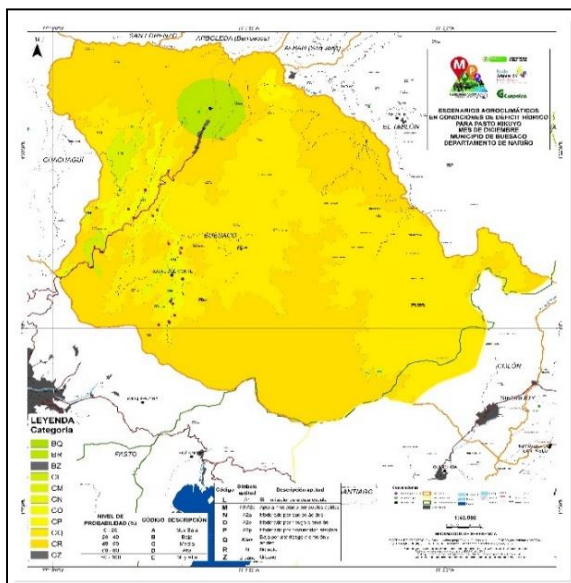
Fuente: Corpoica (2015b).

En la figura 6 se representan los escenarios agroclimáticos mensuales para el pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) bajo condiciones de humedad restrictivas por déficit hídrico, en una ventana de análisis que comprende los meses de noviembre, diciembre y enero.

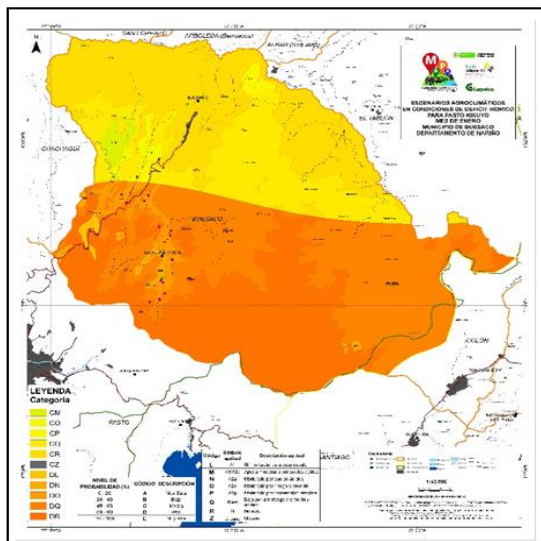
Noviembre



Diciembre



Enero



LEYENDA Categoría

BM	CM
BN	CO
BO	CP
BP	CQ
BQ	CR
BR	CZ
BZ	DL
CL	DN
CN	DO
	DQ
	DR

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

Código	Símbolo Aptitud	Descripción aptitud
L	A1	Sin limitaciones a esta escala
M	A1/A2a	Apta a moderada por suelos ácidos
N	A2a	Moderada por suelos ácidos
O	A2e	Moderada por riesgo de erosión
P	A2p	Moderada por profundidad efectiva
Q	A3ea	Baja por alto riesgo de erosión y acidez
R	N	No apta
Z	Urbano	Urbano

Figura 6. Escenarios agroclimáticos mensuales para el pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*). Sistema de ganadería bovina de leche en el municipio de Buesaco, bajo condiciones de humedad restrictivas por déficit hídrico. Ventanas de análisis noviembre-enero.

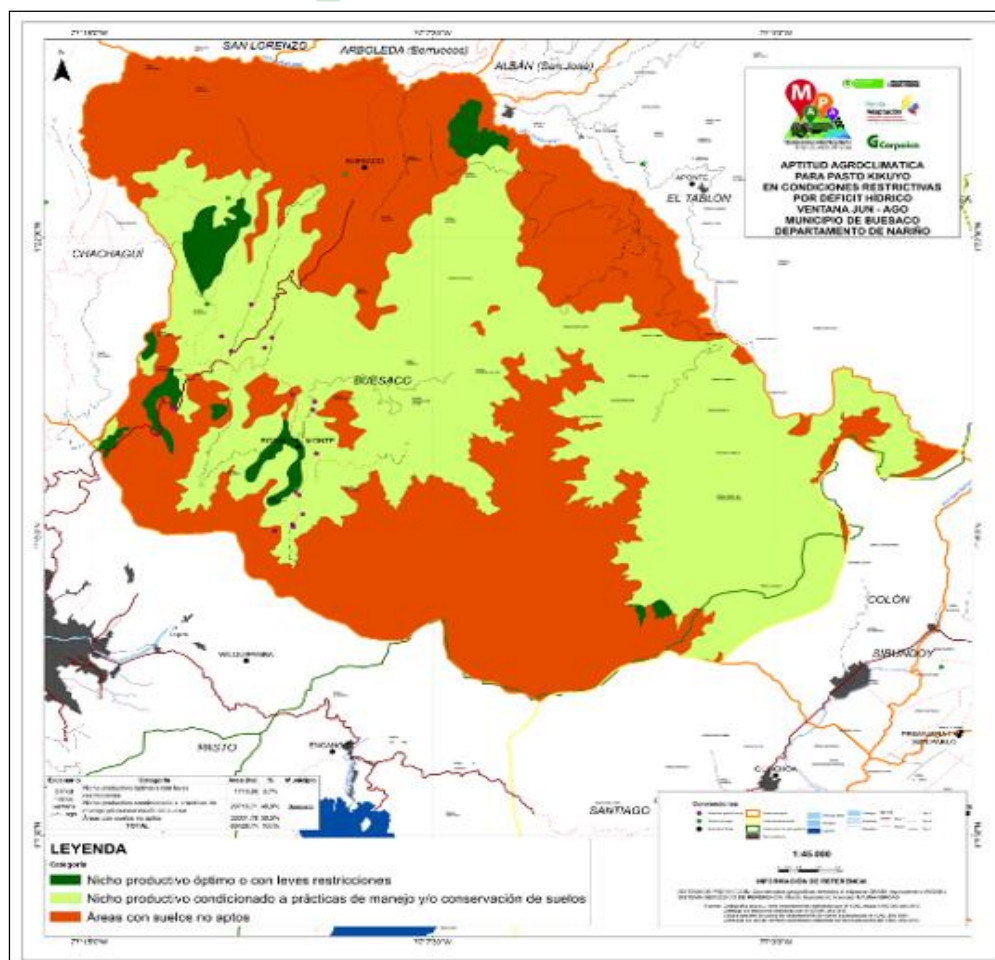
Fuente: Corpoica (2015b)

Para tener en cuenta: en la primera ventana (figura 5), para el mes de julio, hacia el noroeste del municipio es posible identificar un área en la que persisten probabilidades bajas —menores al 40 %— de deficiencias hídricas en el suelo. En la segunda ventana (Figura 6), para el mes de enero, hacia el centro y toda la parte sur del municipio, es posible identificar un área en la que persisten las probabilidades altas —entre el 60 y el 80 %— de deficiencias hídricas en el suelo. En general, en la mayor parte de los meses, en las dos ventanas predomina una probabilidad media de deficiencias hídricas para el pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*).

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 fenológica específica de acuerdo con los calendarios fenológicos locales; sin embargo, deben ser entendidos como marcos de referencia (Corpoica, 2015b).

Zonas del municipio de Buesaco con mayor y menor riesgo de pérdida productiva en el sistema de ganadería bovina de leche

Para determinar cuáles son estas zonas debe tenerse en cuenta la información anterior y observar los mapas de aptitud agroclimática del municipio de Buesaco para el pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) utilizado en el sistema productivo de ganadería bovina de leche. Los mapas representan respectivamente las ventanas de análisis para los meses de junio, julio y agosto (figura 7) y para los meses de noviembre, diciembre y enero (figura 8). Asimismo, integran la exposición a deficiencias hídricas para este pasto y la aptitud de los suelos. Es importante mencionar que la escala de análisis espacial es 1:100.000.



- Nicho productivo óptimo o con leves restricciones
- Nicho productivo condicionado a prácticas de manejo y/o conservación de suelos
- Áreas con suelos no aptos

Figura 7. Aptitud agroclimática para pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) en condición de déficit hídrico. Ventana de análisis junio-agosto. Municipio de Buesaco (Nariño). Fuente: Corpoica (2015b).

Para la ventana de análisis junio-agosto (figura 7), solamente el 2,7 % (1.710 ha) del área total del municipio (63.429 ha) presenta nicho productivo óptimo o con leves restricciones para el establecimiento de pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), y está distribuida en pequeños grupos a lo largo del municipio. El 46,8 % (29.716 ha) del área del municipio hace

parte del nicho productivo condicionado a prácticas de manejo y/o conservación de suelos, mientras que un poco más de la mitad del área del municipio, (50,5 %, 32.001 ha) presenta condiciones no aptas para el establecimiento de pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*). Las principales limitaciones de estos suelos se relacionan con altitud, excesiva acidez y baja profundidad efectiva.

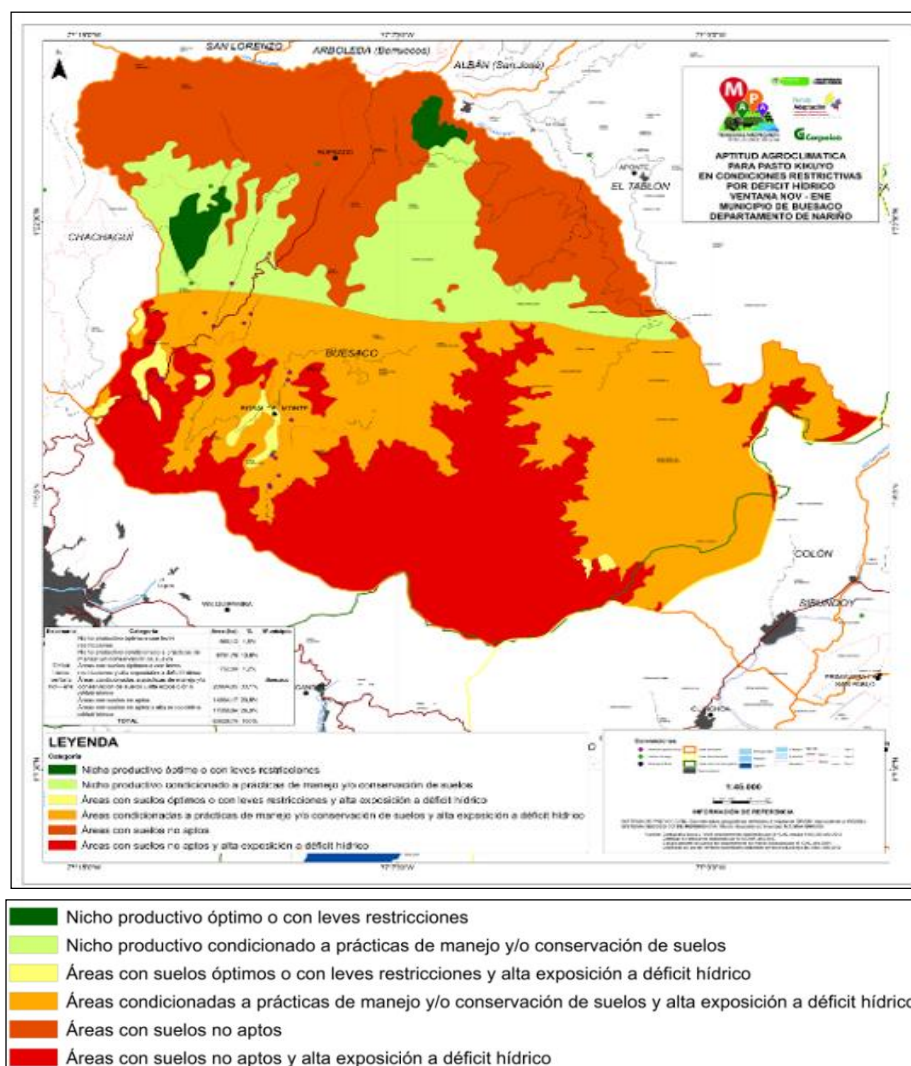


Figura 8. Aptitud agroclimática para pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) en condición de déficit hídrico. Ventana de análisis noviembre-enero. Municipio de Buesaco (Nariño).
Fuente: Corpoica (2015b).



Para la ventana de análisis noviembre-enero (figura 8), solamente un 1,5 % (966 ha) del área del municipio de Buesaco (63.429 ha) presenta nicho productivo óptimo o con leves restricciones para el establecimiento del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), suelos ubicados hacia el oeste y noreste del municipio. El 13,8 % (8.751 ha) del área del municipio (hacia el oeste y centro) corresponde a nicho productivo condicionado a prácticas de manejo y/o conservación de suelo. Los suelos óptimos o con leves restricciones y alta exposición a déficit hídrico abarcan el 1,2 % (752 ha) del área total del municipio y se encuentran ubicados hacia el centro, oeste y sur. Las áreas condicionadas a prácticas de manejo y/o conservación de suelos y alta exposición a déficit hídrico representan el 33,1 % (20.964 ha) del área total y se encuentran ubicadas hacia el centro, sur y sureste del municipio. Las áreas con suelos no aptos representan el 23,5 % (14.934 ha) y se encuentran ubicadas hacia el norte y noreste del municipio. Las áreas con suelos no aptos y alta exposición a déficit hídrico representan el 26,9 % (17.058 ha) del área total del municipio y se encuentran ubicadas hacia las zonas central y sur.

Las áreas con suelos óptimos, con leves restricciones o condicionadas a prácticas para el establecimiento de pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) tienen una probabilidad >60% de déficit hídrico en el mes enero. Esta condición deficitaria podría eventualmente afectar la disponibilidad forrajera en las praderas.

Para mayor información sobre aptitud agroclimática para el pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) en el municipio de Buesaco (Nariño), 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 sistemas productivos bovinos, 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:

Por otro lado, la información puede emplearse para mejorar la toma de decisiones en el manejo de sistemas productivos. La *Guía de Prácticas Agrometeorológicas* de la Organización Meteorológica Mundial (OMM, 2011) indica que la información que debe ser proporcionada a los productores agropecuarios para mejorar la toma de decisiones es la siguiente:

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



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

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

En esta sección se presentan recomendaciones para implementar opciones tecnológicas integradas con potencial para reducir los efectos que el déficit hídrico en el suelo tiene sobre el sistema de ganadería bovina de leche en el municipio de Buesaco (Nariño). Estas opciones tecnológicas fueron implementadas entre los meses de agosto de 2014 y julio de 2015, períodos en los cuales se presentaron condiciones tanto de déficit como de exceso hídrico en el suelo, como aparece en la figura 9.

Con respecto a la evapotranspiración de referencia (ET_0), se observa que los excesos hídricos se presentaron en los meses de octubre, noviembre y diciembre de 2014. En enero de 2015 se registró un déficit hídrico, mientras que en febrero y marzo y hasta mediados de abril hubo un incremento en la precipitación, la cual fue evapotranspirada durante los meses secos de mayo, junio y julio (figura 9). El mes de julio de 2015 fue el más crítico en términos de disponibilidad hídrica para las praderas, ya que la precipitación no superó los 3 mm, factor que suscitó el periodo prolongado de recuperación de los potreros y, por ende, una baja disponibilidad de forraje.

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

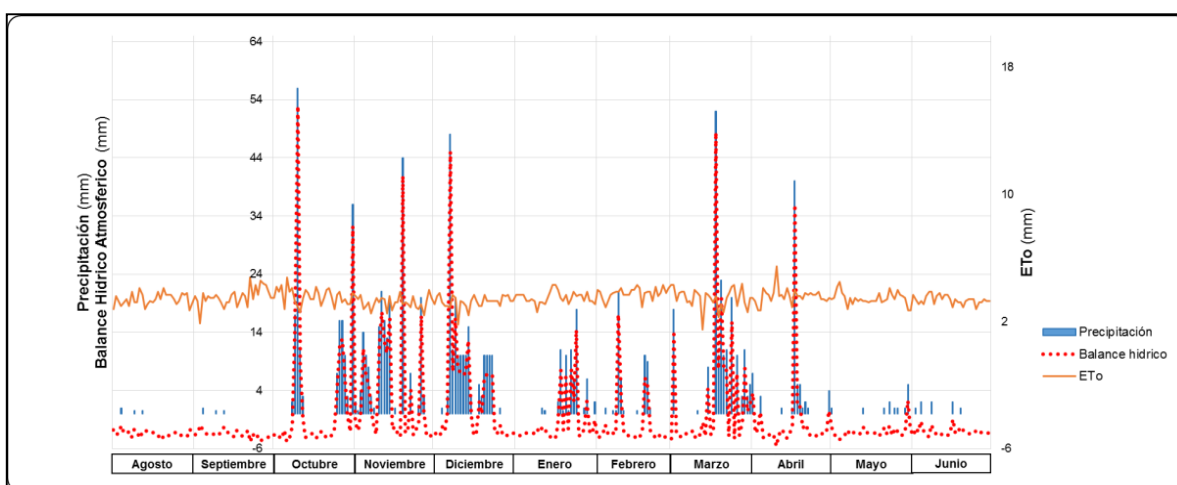


Figura 9. Balance hídrico atmosférico entre los meses de agosto y diciembre de 2014 y entre enero y junio de 2015. Parcela de integración del sistema productivo de ganadería bovina de leche. Buesaco (Nariño).
Fuente: Corpoica (2015b).

Los datos anteriores coinciden con los encontrados en el balance hídrico agrícola (figura 10), en el que se observa que el agua fácilmente aprovechable (AFA) es inferior al coeficiente de agotamiento (D_r final) desde agosto hasta principios de octubre de 2014. Similar comportamiento fue registrado durante el mes de enero de 2015 y también desde mediados de abril hasta julio de 2015. Lo anterior evidencia déficit hídrico en el suelo en dichos periodos. En los periodos octubre-diciembre y febrero-abril la dinámica fue inversa, observándose agotamientos inferiores al AFA, lo cual es un indicativo de exceso hídrico.

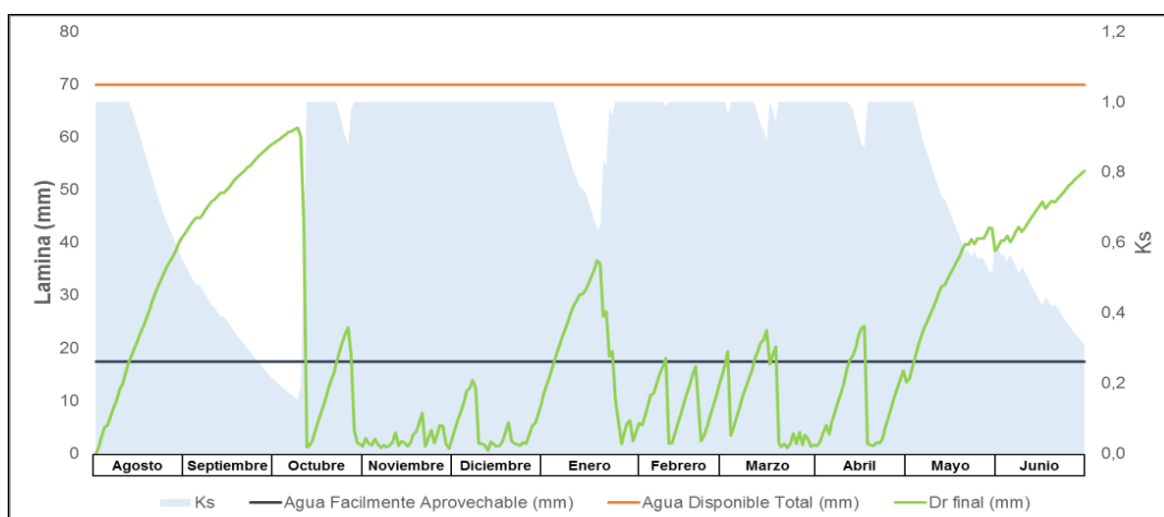


Figura 10. Balance hídrico agrícola entre los meses de agosto y diciembre de 2014 y entre enero y junio de 2015. Parcela de integración del sistema productivo de ganadería bovina de leche. Buesaco (Nariño).
Fuente: Corpoica (2015c).

El índice de estrés hídrico (Ks), indicado en la Figura 10 por el área sombreada en azul claro, señala que valores cercanos a 1, como los presentados desde octubre de 2014 hasta mediados de enero de 2015 y luego desde febrero hasta abril de 2015, representan una condición leve o nula de estrés hídrico, en contraste con aquellos valores cercanos a 0, que en la Figura 10 aparecen desde principios de agosto hasta mediados de octubre de 2014 y desde principios de mayo hasta julio de 2015 y señalan un mayor grado de estrés hídrico en el suelo.

Considerando este comportamiento meteorológico y que el manejo tradicional basado en el pastoreo intensivo de potreros establecidos con pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) es afectado por condiciones de déficit y exceso hídrico, a continuación se presentan recomendaciones para implementar opciones tecnológicas integradas, con el fin de reducir la vulnerabilidad del sistema de ganadería bovina de leche a condiciones restrictivas de humedad en el suelo.

1. Mejoramiento o renovación de praderas con inclusión de la leguminosa trébol rojo (*Trifolium pratense*)

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

- Reconocimiento de las condiciones agroecológicas del predio. Además del análisis agroclimático descrito en la sección 1, es importante conocer las condiciones agroecológicas de la parcela. El sitio en el cual se validó esta tecnología fue la finca Estoraque El Porvenir; esta se encuentra ubicada a 2.467 msnm, presenta una temperatura mínima promedio de 9,9 °C, máxima promedio de 20,8 °C y media promedio de 15 °C, una precipitación anual de 904 mm, topografía ondulada y suelos franco - arenosos con pH de 5,25 (fuerte a extremadamente ácido) y contenido medio de materia orgánica.

- Especies a establecer. Considerando lo anteriormente mencionado, las condiciones agroclimáticas y las características físicas y químicas de los suelos de la zona, se realiza la interseembra del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) con trébol rojo.

El kikuyo se caracteriza por su rusticidad, persistencia y buena adaptación al medio. Se le encuentra entre los 1.000 y los 3.000 msnm y presenta un amplio rango de adaptación a temperaturas que van desde los 9 hasta los 22 °C. Se obtienen buenos rendimientos con un mínimo de 750 mm de precipitación.

El trébol rojo (*Trifolium pratense*) se comporta bien en asocio con el kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) y se adapta a pisos térmicos fríos y moderadamente fríos (por encima de los 1.800 m s. n. m). Asimismo da buen rendimiento y su recuperación es considerable debido a la acumulación de reservas en sus raíces pivotantes.

- Material de siembra. Para propagar el pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) se utilizan estolones de 20 cm ($1.000 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$), debido a que los estolones forman raíces en los nudos y esto facilita su rápido establecimiento (figura 11). El trébol rojo (*Trifolium pratense*) se siembra por semilla ($3 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$). Esta debe ser certificada para garantizar que el porcentaje

de germinación supere el 90%. Para corroborar esto se puede realizar una prueba de germinación.



Figura 11. Estolones de kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) para propagación. Parcela de integración del sistema productivo de ganadería bovina de leche. Buesaco (Nariño).

Fuente: Corpoica (2015c).

- Mecanización. El suelo debe brindar condiciones físicas, químicas y biológicas óptimas para el desarrollo del sistema radicular de las plantas y el transporte de los nutrientes, por lo cual las operaciones de mecanización son indispensables en el proceso de renovación y dependerán del grado de compactación del suelo, del tipo de pradera a renovar y de su estado productivo. Es bueno utilizar un renovador de praderas y cortar los estolones del pasto en dos direcciones formando rombos (figura 12).



Figura 12. Pradera mecanizada mediante un renovador de praderas. Parcela de integración del sistema productivo de ganadería bovina de leche. Buesaco (Nariño).

Fuente: Corpoica (2015c).

El renovador de praderas rompe las capas compactadas del suelo y lo airea para favorecer el flujo de los nutrientes, la infiltración del agua y el desarrollo del sistema radicular, sin levantar la capa de pasto. El implemento logra producir un efecto de estallido de aproximadamente 30 cm de profundidad.

- Fertilización. Para un manejo adecuado de la fertilización es necesario contar con el análisis químico del suelo, herramienta diagnóstica que permite hacer planes de manejo de las praderas en el corto, mediano y largo plazo. Con base en este análisis se pueden identificar los contenidos de nutrientes y determinar las cantidades necesarias a aplicar mediante fertilización. Aunque cada parcela varía en sus contenidos de nutrientes, se pueden incorporar alrededor de 300 kg.ha⁻¹ de nitrógeno (Urea), 80 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ (DAP) y 2 kg.ha⁻¹ de microelementos (Vicor).

- Control de arvenses. Antes del establecimiento de la parcela es importante realizar un reconocimiento de arvenses en el lote para determinar su manejo o erradicación. En la pradera renovada se permite la presencia de arvenses consumibles por los animales, mientras que aquellas no recomendables para ser consumidas se erradican mecánicamente (guadaña) para evitar que compitan por espacio y luz con las especies forrajeras sembradas.

- Control de plagas. El pasto kikuyo es afectado por diferentes especies del orden Ortóptera conocidos comúnmente como chapules, insectos que en sus estados inmaduros se alimentan del follaje y de los tallos tiernos de las plantas forrajeras. Otro importante insecto que causa daños severos en las pasturas es el chinche de los pastos (*Collaria scenica*).

Para el tratamiento de estas plagas, y antes de considerar la aplicación de algún tipo de insecticida, se recomienda establecer un manejo integrado que considere como mínimo:

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



- La confirmación de la presencia de los estados inmaduros de los insectos-plagas al inicio de las lluvias, de forma que a través de prácticas agronómicas se despeje o aclare la superficie de los suelos para que la acción del sol elimine eficazmente estos estados inmaduros.

En caso de gran infestación de estas plagas en los potreros, se recomienda su control con los siguientes insecticidas químicos: si se trata de chapules se puede utilizar un insecticida no sistémico que actúe por contacto y acción estomacal, mientras que para el control del chinche una opción es el uso de insecticidas fosforados. Para determinar este tipo de control se debe consultar con un asistente técnico.

La renovación de praderas tiene como propósito mejorar las condiciones físicas y químicas del suelo, con el fin de promover un ambiente favorable para el crecimiento y desarrollo vigoroso de las especies forrajeras, favorecer la estabilidad de las especies sembradas y reducir la incidencia de malezas, aspectos que contribuyen a mejorar la productividad y persistencia de las praderas.

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

- Lo primero que se tiene en cuenta es la selección de la especie y los requerimientos de clima y suelo. La avena forrajera (*Avena sativa*) variedad cayuse tiene altos rendimientos de forraje por unidad de superficie y elevada proporción de hojas y contenidos de azúcares solubles; además, se cosecha fácilmente con métodos manuales o mecánicos. Se debe usar semilla certificada y verificar su calidad mediante una prueba de germinación.

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

- Área a sembrar. Para determinar la cantidad a sembrar se debe tener en cuenta el número de vacas en producción y un consumo de ensilado promedio por vaca de 12 kg/día. Para

ajustar este valor es importante realizar una prueba previa de consumo (figura 13). En la zona, el rendimiento promedio de forraje de avena es de 25,5 t.ha⁻¹ de forraje verde (Bolaños, González, Apráez & Moncayo, 2003).



Figura 13. Prueba de consumo de ensilado. Parcela de integración del sistema productivo de ganadería bovina de leche. Buesaco (Nariño).
Fuente: Corpoica (2015c).

- Época de siembra y preparación del suelo. Se recomienda hacer la siembra al inicio de la temporada de lluvias, con el fin de garantizar una adecuada germinación, un debido establecimiento y buenos rendimientos. Se puede realizar mecanización mediante dos pases con arado de cincel y uno de rastrillo (figura 14). Esta última práctica incrementa la infiltración del agua a través del perfil del suelo.



Figura 14. Preparación del terreno para la siembra de avena cayuse. Parcela de integración del sistema productivo de ganadería bovina de leche. Buesaco (Nariño).

Fuente: Corpoica (2015c).

- Dosis y método de siembra. La dosis óptima depende del tipo de avena y su utilización. En siembras de avena para corte se recomienda 80 kg.ha^{-1} . Se siembra al voleo, lo que permite una adecuada distribución de la semilla en el lote. Posteriormente, la semilla se tapa para evitar la pérdida por consumo de las aves.

- Fertilización. También se determina con base en el análisis de suelos y el requerimiento de la especie. Se pueden utilizar fuentes simples para suplir las deficiencias de nitrógeno (aproximadamente 170 kg.ha^{-1} Urea), fósforo (45 kg.ha^{-1} DAP) y microelementos (Vicor a razón de 2 kg.ha^{-1}).

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

- Elaboración de ensilado. Se debe cosechar la avena en estado lechoso. Posteriormente se corta, se pica y se le agrega un aditivo o inoculante para promover el proceso de fermentación y conservación. Por ejemplo, si se usa melaza, esta se debe diluir en agua, de 3% a 5% por tonelada de forraje verde, hasta obtener un producto homogéneo. Luego se empaca en bolsas de polietileno calibre 6 a 8 y se almacena (Figura 15). Después de 20 días puede ser suministrado a los animales (Arreaza, Amado, Londoño, Ballesteros & Henao, 2012).



Figura 15. Cosecha de la avena forrajera (*Avena sativa*), picado y proceso de elaboración de ensilado. Parcela de integración del sistema de ganadería bovina de leche. Buesaco (Nariño).



Fuente: Corpoica (2015c).

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

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

Ventajas comparativas de las opciones tecnológicas integradas

Lo expuesto representa el esquema de manejo mejorado, en comparación con un esquema de manejo tradicional basado en el pastoreo intensivo de potreros establecidos con pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*). Las opciones pueden ser adaptativas también ante condiciones restrictivas de humedad en el suelo. Estas tecnologías son un marco general de referencia, validadas en un nicho productivo condicionado a prácticas de manejo y/o conservación de suelos y alta exposición a déficit hídrico, y su eventual implementación en otro predio del municipio de Buesaco se debe ajustar de acuerdo con la zonificación de aptitud agroclimática.

En la tabla 3 se muestran los resultados de producción de leche en un esquema de pastoreo tradicional comparado con pastoreo complementado con ensilado de avena forrajera.

Tabla 3. Relación de los resultados productivos para dos esquemas de manejo del sistema de ganadería bovina de leche. Buesaco (Nariño).

Manejo	l vaca ⁻¹ .día ⁻¹	l hato ^{*-1} .día ⁻¹	l ha ⁻¹ .año ⁻¹
Pastoreo tradicional**	4	16	307
Pastoreo tradicional + ensilado de avena	4,6	18,4	353

* Para un hato de cuatro vacas en lactancia

** 7 días de ocupación y de 14 a 114 días de descanso

Fuente: Corpoica (2015c).

El suplemento con ensilado de avena forrajera genera aumento en la producción diaria de leche de 0,06 litros por animal con respecto al manejo tradicional sin suplementación.

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

En la tabla 4 se comparan los resultados de variables evaluadas en el sistema de ganadería de leche en un esquema de pastoreo tradicional y uno mejorado basado en la renovación de pradera, en dos condiciones restrictivas de humedad en suelo.

Tabla 4. Relación de los resultados productivos en un esquema de pastoreo tradicional y uno con renovación de pradera. Parcela de integración de ganadería bovina de leche. Buesaco (Nariño).

Variables productivas	Manejo tradicional		Renovación de pradera	
	Déficit hídrico	Exceso hídrico	Déficit hídrico	Exceso hídrico
Producción de materia seca (MS)				
Oferta forrajera (kg MS ha/año)	1.620	2.664	9.654	14.832
Demanda forrajera (kg MS vaca/año)	3.980	3.922	4.226	3.983

Capacidad de carga animal				
Capacidad de carga (animal/ha)	0,4	0,7	2,2	3,7

Valor nutritivo del forraje				
Proteína bruta (%)	5,8	5,8	13,6	13,1
Fibra detergente neutra (FDN) (%)	58,4	60,0	32,7	18,7
Fibra detergente ácido (FDA) (%)	38,8	38,7	18,7	24,7

Producción de leche		
Diariamente (l vaca/día)	4	6,1
Diariamente (l hato/día)	16	24,4
Anualmente (l ha/año)	307	469

Fuente: Corpoica (2015c).

La renovación de praderas y aquellas actividades culturales incluidas durante el desarrollo de esta opción tecnológica (labranza mecánica, fertilización, riego, registro meteorológico, aforos, división de potreros y determinación de capacidad de carga animal, entre otros) mejoran las condiciones productivas del sistema productivo ganadería de leche en condiciones restrictivas de humedad en el suelo.

- Se incrementa la producción de materia seca en un 200%, representada en el aumento de la capacidad de carga (2,9 animales/ha, comparado con el promedio de 0,6 animales/ha obtenido con el sistema tradicional).
- Como producto de la implementación del sistema rotacional en la pradera renovada, se reduce el porcentaje de desperdicio de forraje influenciado por factores como pisoteo, densidad de animales, área de pastoreo y especie forrajera, y pasa del 40% al 20%.
- Se mejora el valor nutritivo del forraje al mejorar la habilidad ruminal del animal para digerir y aprovechar el forraje.
- Dichas mejoras nutricionales y de manejo se reflejan en la producción de leche, la cual tiene un incremento diario ($2,1 \text{ l vaca}^{-1} \cdot \text{día}^{-1}$) y anual ($162 \text{ l ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$) del 34,5% a favor del esquema de manejo mejorado con respecto al manejo tradicional de los potreros.
- Se incrementan las proporciones de kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), el cual pasó de 20% a 34%, y de trébol rojo (*Trifolium pratense*) (33%) en la composición botánica de la pradera, y se reduce la proporción de grama (*Cynodon dactylon*) y chicharrón



(*Comocladia dodonea*), dos especies de bajo valor nutricional y no palatables para los animales.

Prácticas complementarias para disminuir la vulnerabilidad del sistema de ganadería de leche en Buesaco a condiciones restrictivas de humedad en el suelo.

Con el fin de disminuir la vulnerabilidad del sistema de ganadería de leche en el municipio de Buesaco (Nariño), se pueden desarrollar prácticas culturales, técnicas y tecnológicas que aumenten la capacidad adaptativa del sistema.

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

a. División de potreros

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

Esta práctica permite:

- Un mayor control del pastoreo.
- Designar el momento óptimo de ofrecimiento del pasto a los animales.
- Obtener una mayor eficiencia por unidad de superficie al regular el nivel de defoliación y el tiempo de descanso de los potreros.
- Una mejor recuperación y crecimiento de las especies forrajeras involucradas.
- Establecer un control estratégico de parásitos internos y externos.
- Contar con potreros más homogéneos en topografía o vegetación.
- Una distribución más uniforme de las excretas y mejor supervisión de los animales (Reinoso & Soto, 2006).



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

El tiempo de permanencia no debe superar los siete días, siendo preferentemente de tres a cuatro días. El tiempo de recuperación dependerá de la especie, de la intensidad de defoliación y de los factores ambientales, especialmente de la precipitación. Para el caso del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), el periodo de recuperación puede ser de 40 a 45 días durante la temporada lluviosa o cuando se aplica riego, mientras que durante el periodo de déficit hídrico los períodos se amplían a 60-75 días (Cuesta & Villaneda, 2015).

Cuanto más exigente es la categoría animal en cantidad y calidad de forraje, tanto más importante es proporcionar tiempos breves de permanencia de los animales en cada uno de los potreros.

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

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

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

b. Banco de proteína

Es un área sembrada con especies que pueden ser rastreras, herbáceas o arbustivas, con un contenido de proteína mayor del 15%, que pueden ser utilizadas para corte o pastoreo

directo por animales rumiantes, como complemento del pastoreo de praderas en regiones tropicales establecidas con gramíneas o leguminosas.

El botón de oro (*Tithonia diversifolia* [Hemsl.] Gray) ha venido ganándose un lugar importante dentro de los forrajes utilizados por los productores lecheros del municipio de Buesaco gracias a su reconocido valor nutricional, rápida recuperación después del ramoneo y amplio rango de adaptación (tabla 5).

Tabla 5. Condiciones biofísicas y edafoclimáticas para el cultivo de botón de oro (*Tithonia diversifolia*).

Condiciones	Valores
Rango altitudinal (m. s. n. m.)	0 a 2.500
Precipitación (mm.año ⁻¹)	800 a 5.000
Temperatura (°C)	14 a 30
pH del suelo	4.5 a 8.0

La producción de biomasa puede variar entre 30 y 70 t.ha⁻¹ de forraje verde, dependiendo de la densidad de siembra, con un contenido promedio de proteína bruta de 28,5 %; además, es una importante fuente de calcio y fósforo.

Para el establecimiento de una hectárea de botón de oro (*Tithonia diversifolia*) es importante tener en cuenta:

- Contar con material vegetativo compuesto de estacas cortadas de 20 a 30 cm de largo por 2,0 a 3,5 cm de diámetro y con 3 a 5 yemas.
- A las estacas se les debe descartar el tercio inferior leñoso y el superior blando delgado de la rama.
- Estas estacas no deben sobrepasar las 12 horas de cortadas para ser sembradas.
- La densidad de siembra recomendada es de 5.000 estacas/ha.
- Se deben sembrar a una distancia de 1 m entre plantas y 2 m entre surcos.
- Se recomienda enriquecer el arreglo de banco de proteína asociando leguminosas arbustivas comúnmente utilizadas en la zona, como el quillotoco (*Tecoma stans*) o pichuelo (*Senna pistacifolia*) a una distancia de 10 m × 10 m.



Para el mantenimiento del arreglo de banco de proteína debe tenerse en cuenta lo siguiente:

- Si se presentan pérdidas superiores al 10 %, es necesario resembrar.
- Realizar control de arvenses, preferiblemente manual.
- Fertilizar con abono orgánico a razón de 1 lb/planta; también es posible hacerlo con abono foliar, que puede elaborarse a partir de estiércol.
- Sobre el cultivo se debe hacer la primera poda de formación antes del primer pastoreo, entre 0,4 y 1,0 m de altura.
- El primer pastoreo se debe realizar a los seis o siete meses de establecido el sistema de banco de proteína, preferiblemente con animales jóvenes. El período de descanso o recuperación debe ser de 34 a 40 días (Solarte, Murgueitio, González, Uribe & Manzano, 2013).

c. Bloques multinutricionales

El bloque multinutricional (BMN) es un suplemento alimenticio balanceado que facilita el suministro de diversas sustancias nutritivas en forma lenta. Se presenta en forma sólida y contiene una alta concentración de energía, proteína y minerales (Arteaga, 2009). En su elaboración se pueden utilizar diferentes materias primas disponibles en la zona, tales como:

- Urea: es una importante fuente de nitrógeno no proteico. No debe exceder el 10 % en vacas lactantes.

La Urea suministrada directamente, sin una regulación del consumo, puede ser mortal para los animales, por lo que su inclusión en la formulación de un bloque multinutricional debe hacerse con precaución.

- Melaza o glicerina: son fuentes energéticas que pueden constituir desde un 35 % hasta un 50 % de la mezcla.
- Sales minerales: se incluyen en la elaboración debido a que aportan nutrimentos como calcio, fósforo y azufre, entre otros. Estas sales dan palatabilidad y actúan como saborizantes y preservantes; generalmente constituyen un 5 % de la mezcla.

- Cal: esta puede ser viva, apagada o aglutinante. Componente encargado de dar dureza al bloque, los niveles utilizados afectan la resistencia: a mayor nivel de cal, mayor resistencia. Experiencias han demostrado que la cantidad óptima de este material no debe ser superior al 10 % del total de la mezcla; cuando se usa en una concentración mayor, causa disminución en el consumo del bloque.

- Salvados, harinas, tortas y cascarillas: son subproductos de molinería, importantes fuentes de fibra. Su función en el bloque es absorber la humedad, además de darle firmeza y amarre, y su proporción debe estar entre el 20 % y el 35 %, dependiendo de la materia utilizada.

- Fuentes de fibra larga: como los henos de diferentes plantas forrajeras. En la zona se pueden utilizar hojas secas de botón de oro (*Tithonia diversifolia*), cajeto o fresno (*Citharexylum subflavescens*), caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), maíz (*Zea mays*), bagazo de fique (*Furcraea bedinghausii*) y quillototo (*Tecoma stans*), en una proporción del 25 %.

- Azufre: en algunos casos se adiciona para constituir un 5 % de la mezcla. En la tabla 6 se presenta una formulación ejemplo, normalmente utilizada en la zona para la elaboración de bloques multinutricionales.

Tabla 6. Formulación de los bloques multinutricionales (BMN) para la parcela de integración del municipio de Buesaco (Nariño).

Ingredientes	Porcentaje de inclusión (%)
Melaza	40
Urea	10
Maralfalfa	10
Sal mineralizada	5
Cogollo	15
Cal viva	5
Repica de maíz	5
Bagazo molido	5
Palmiste	5



Total formulación	100
-------------------	-----

Estos productos se deben seleccionar teniendo en cuenta la disponibilidad y los costos. El balance de la mezcla debe llegar al 100%, considerando los aportes nutricionales de cada material y los requerimientos nutricionales de los animales.

Para la elaboración de un BMN se deben seguir estos pasos:

- Alistar los ingredientes, incluyendo las proporciones energéticas, proteicas y fibrosas correspondientes para un balance adecuado del BMN.
- Prever la disponibilidad de un peso, una mezcladora, baldes para alistar las cantidades definidas de cada producto, moldes (caneca plástica, molde de madera, CINVA Ram) para el vaciado y prensado de la mezcla, y definir un lugar para el secado y mantenimiento de los BMN.
- Se comienza con el pesaje de los ingredientes. Una primera mezcla corresponde a la Urea (molida o pulverizada) y la melaza, realizando una completa homogeneización.
- La segunda mezcla la conforman los demás ingredientes, agregando por último las fibras cortas o largas hasta lograr la contextura deseada. Según la cantidad, la mezcla puede hacerse a mano o utilizando una mezcladora mecánica.
- Se continúa con el pesaje del material mezclado para proceder con el prensado.
- Luego se vacía la mezcla en el molde, el cual puede ser artesanal (caneca plástica, recipiente metálico con boca más ancha que el fondo) o semi-industrial (CINVA Ram).
- Una vez prensado el BMN y verificada la conformación del molde, los bloques se llevan al lugar dispuesto para el secado.
- El material estará listo para ser suministrado al ganado 8 o 15 después de la elaboración, 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, su peso, la composición de la dieta, la oferta y la calidad forrajera, como también del tiempo de suministro (Albarracín & Londoño, 2012). Por ejemplo, una vaca adulta con un peso entre 360 y 560 kg puede consumir de 400 a 800 g.día⁻¹.

d. Bioles

El biol es un abono orgánico líquido que se origina a partir de la descomposición de materiales orgánicos, como estiércoles de animales, plantas verdes y frutos, entre otros, en ausencia de oxígeno. Es una especie de vida (bio), muy fértil (fertilizante), rentable ecológica y económicamente. Contiene nutrientes que son asimilados fácilmente por las plantas, haciéndolas más vigorosas y resistentes. (Álvarez, 2010).

El biol es el resultado de la fermentación de estiércol y agua por la descomposición y transformaciones químicas de residuos orgánicos en un ambiente anaerobio. Por lo general se aplica al follaje (hojas y tallos) en potreros empujados o con especies forrajeras arbustivas.

El biol estimula el crecimiento de las plantas y las protege contra plagas y enfermedades; además, las ayuda a mantener el vigor y a soportar eventos extremos del clima. Es especialmente útil luego de heladas y granizadas.

En la Tabla 7 se presentan ventajas y desventajas del biol.

Tabla 7. Ventajas y desventajas del biol

Ventajas	Desventajas
No contamina el suelo, el agua, el aire ni los cultivos.	No contar con insumos suficientes para su preparación.
Es de fácil preparación y puede adecuarse a diversos tipos de envase.	Su preparación es lenta: se lleva entre tres y cuatro meses.
Es de bajo costo: se produce en la misma finca, empleando insumos locales.	Necesita un ambiente oscuro y fresco para el almacenaje, de lo contrario pierde sus propiedades biológicas y nutritivas.
Ayuda a incrementar la producción, ya que tiene sustancias (fitohormonas) que aceleran el crecimiento de la planta.	Una vez que se pueda usar, deberán pasar solamente cuatro meses para su consumo, ya que después de este tiempo sus propiedades disminuyen.
Revitaliza las plantas que tienen estrés por ataque de plagas, enfermedades, sequías, heladas o granizadas.	El mal manejo durante su aplicación puede quemar las plantas.



Para la elaboración de biol en un recipiente de 50 litros se debe contar con los siguientes materiales e insumos:

- Materiales: bidón de plástico de 50 l con cierre hermético, una botella de plástico de 1 l, 1 m de manguera transparente de $\frac{1}{4}$ de pulgada y silicona.
- Insumos: hojas verdes de trébol, melaza, materia fecal de gallina, leche o suero, (cada uno aporta 2 % a la mezcla), materia fecal de vaca (19 %), ceniza (3 %) y 45 l de agua (correspondientes al 70 % de la mezcla).

Para la elaboración del biol se deben seguir los siguientes pasos:

- El recipiente de plástico (bidón) se llena con agua hasta la mitad, luego se agregan todos los insumos sin ningún orden específico, se mezclan bien y finalmente se completa el volumen del recipiente con agua hasta los 45 l.
- Se perfora la tapa del bidón para insertar la manguera plástica de $\frac{1}{4}$ de pulgada; por allí saldrán los gases producidos durante la fermentación.
- Por precaución, se pega la manguera con silicona.
- El otro extremo de la manguera se pone en el fondo de la botella plástica que contiene 1 l de agua, para evitar que ingrese aire en el bidón.
- Se debe asegurar el sellado total del envase que contiene el biol para impedir la entrada de aire, promover el proceso fermentativo y garantizar un producto de buena calidad.
- En zonas frías, como el municipio de Buesaco, el proceso fermentativo dura entre 45 y 60 días.
- Un indicador de que el biol está listo es que ya no salen burbujas en la botella con agua.

Los signos de un buen resultado en la preparación del biol son un olor agradable (jugo de caña) y un color amarillo. Un color verde azulado y malos olores indican contaminación en la fermentación y el biol deberá descartarse.

Para la cosecha y uso del biol se debe considerar lo siguiente:



- El biol se cosecha con una malla o colador a fin de separar el líquido de la parte sólida o pastosa.
- La sustancia pastosa producto del cernido se puede aplicar directamente al pie de las especies arbustivas que se encuentren en la finca.
- La forma de aplicación en los pastos es foliar, y es aconsejable aplicarlo a primeras horas de la mañana o después de las cuatro de la tarde.
- La dosis de aplicación recomendada es de uno a dos litros por bomba de 20 litros (Herrán, Sañudo, Rojo, Martínez & Olalde, 2008, pp. 57-67).
- En buenas condiciones de almacenamiento, el biol puede durar hasta cuatro meses.

e. Plan de manejo sanitario animal

El plan sanitario para sistemas bovinos de leche debe abarcar como mínimo los siguientes aspectos:

1. Plan preventivo. Aplica para las enfermedades que no están presentes en el hato y de las cuales se quiere evitar la entrada a la finca. Para ello se toman medidas de bioseguridad que reduzcan la exposición de los animales, por ejemplo, un plan de vacunación, un control parasitario estratégico o un diagnóstico preventivo subclínico de mastitis.
2. Plan de control sanitario. Va dirigido a controlar enfermedades que están presentes en el hato o que se presentan de manera esporádica en casos aislados. Este plan requiere metodologías adecuadas de diagnóstico y tratamiento.
3. Plan de erradicación. Finalmente, 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.

En la zona que comprende el municipio de Buesaco, el manejo sanitario debe contemplar como mínimo la vacunación contra algunas enfermedades de control oficial, por ejemplo, la fiebre aftosa, vacunación que se hace en todos los animales desde los tres meses y medio, con una segunda dosis a los seis meses. Otras vacunaciones que deben realizarse son: contra la brucelosis, a las hembras entre los tres y los ocho meses de edad, y la antirrábica, que se aplica a los cuatro y medio meses con revacunación a los 10 meses de edad. El control



de otras enfermedades, como la tuberculosis y el carbón, debe tenerse en cuenta dentro del plan preventivo.

El plan de control de ectoparásitos debe considerar la época del año, así: durante exceso de humedad, contra garrapata, tábano, mosca del establo, nuche y piojos; y durante déficit hídrico, contra garrapata, mosca de los cuernos y mosca del establo especialmente. El plan de control de endoparásitos debe considerar un examen coprológico previo, que determine la necesidad de desparasitar y evite el uso indiscriminado de productos antihelmínticos. El plan de control debe contemplar también enfermedades como mastitis, diarreas, cojeras, anemias e intoxicaciones, entre otras posibles condiciones que deriven en disminución de la productividad (Betancourt & Yepes, 2012).

Las opciones tecnológicas complementarias descritas tienen uso potencial también en condiciones de exceso hídrico en el suelo. Sin embargo, su consideración debe estar provista del análisis del riesgo agroclimático basado en la ruta metodológica del presente plan y apoyado en el Sistema Experto MAPA.

Para mayor información sobre opciones tecnológicas con aplicabilidad en el sistema productivo ganadería bovina de leche en Buesaco (Nariño), consulte el SE – MAPA.

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



sistema productivo está determinado, además, por las características socioeconómicas de los productores.

A continuación se presentan algunos criterios técnico-económicos para la implementación de la opción tecnológica presentada en la primera parte de la sección 2, basados en dominios de recomendación.

Sección 3: Implementación de las opciones tecnológicas entre los productores de ganadería de leche en el municipio de Buesaco (Nariño)

Dominio de recomendación

Un dominio de recomendación corresponde a un grupo de agricultores con características socioeconómicas relativamente uniformes, para quienes se pueden hacer más o menos las mismas recomendaciones tecnológicas (Lores, Leyva & Varela, 2008, pp. 5-10). A partir de los dominios de recomendación se pueden diseñar modelos de optimización productiva en los cuales se proponga un plan de producción en función de los recursos disponibles en cada grupo. En el marco del proyecto MAPA, la recomendación sobre la adopción de las tecnologías propuestas para cada tipo de productores o dominio se basa en los resultados de viabilidad de los modelos microeconómicos, 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 y deben ser ajustadas a las particularidades de cada caso.



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

Para determinar los dominios de recomendación se usa la información obtenida de encuestas aplicadas a productores. Primero se hace un proceso de agrupamiento estadístico o tipificación (agrupamiento por tipos) de productores con características socioeconómicas y productivas similares. Luego se hace 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 desarrolla un modelo microeconómico para evaluar la viabilidad financiera de las opciones tecnológicas que se proponen para enfrentar la condición climática limitante, el cual se calcula para cada uno de los grupos resultantes de la tipificación y genera diferentes soluciones de viabilidad dependiendo de las características de cada grupo. A partir de información climática de los municipios, se elaboran mapas de exposición a los riesgos agroclimáticos de déficit o exceso hídrico y esta información se cruza con la tipificación y los resultados de la modelación. Los dominios, entonces, se definen teniendo en cuenta el grado de exposición al evento climático y el grupo de la tipificación socioeconómica y técnica al que pertenece cada productor. La recomendación para cada dominio respecto a la adopción de las tecnologías se basa en el análisis de vulnerabilidad y la solución del modelo, dando como resultado la viabilidad de las tecnologías, la prioridad de su implementación y la forma de implementarse en el tiempo (Corpoica-CIAT, 2015).

Características de los dominios de recomendación en el sistema productivo de ganadería bovina de leche en Buesaco (Nariño)

En la Tabla 8 aparecen los dominios de recomendación con sus respectivas características de agrupación. En las columnas 2, 3 y 4 se presentan, respectivamente, el grado de exposición, el grado de sensibilidad y la capacidad de adaptación ante una condición de déficit hídrico para cada dominio.

Se puede apreciar que la exposición a la condición climática de déficit hídrico es en general baja para los productores de este sistema, exceptuando el dominio 2, para el cual es alta.

La capacidad adaptativa y el grado de sensibilidad que presenta la producción de ganadería de leche en Buesaco ante un evento de exceso hídrico son medias para todos los dominios.

La última columna de la tabla muestra los resultados del modelo microeconómico, el cual evalúa la viabilidad financiera de la renovación de praderas y la elaboración de ensilado, de acuerdo con las características de los productores de cada dominio; además, establece proporciones y posibles restricciones para la implementación. Para este caso se hizo el modelamiento para cinco años y se encontró que resulta viable el uso de estas opciones tecnológicas para todos los productores, con algunas restricciones en los dominios 2 y 4.

Tabla 8. Caracterización de los dominios de recomendación para el sistema productivo de ganadería de leche en Buesaco (Nariño).

Dominio	Exposición	Sensibilidad	Capacidad de adaptación	Viabilidad financiera de opción tecnológica
1. Productores grandes con más de 20 ha en pasturas, <u>alta exposición a déficit hídrico</u> y pastoreo mixto, entre continuo y rotacional.	Alta	Media	Baja	Viable
2. Productores pequeños con 5 ha en pasturas, <u>alta exposición a déficit hídrico</u> y con pastoreo continuo.	Alta	Baja	Alta	Viable con restricciones
3. Productores medianos con 3 hasta 9 ha en pasturas, <u>baja exposición a déficit hídrico</u> y con pastoreo continuo.	Baja	Alta	Baja	Viable
4. Productores medianos con 5 ha en pasturas, <u>baja exposición a déficit hídrico</u> y con pastoreo rotacional.	Baja	Media	Baja	Viable con restricciones

Dominio 1

Las áreas del municipio de Buesaco donde se encuentran localizados los productores de este dominio corresponden a un nicho productivo condicionado a prácticas de manejo y/o conservación de suelos, en una condición de déficit hídrico (Figura 8). Son productores con un grado de exposición alto a esta condición climática. La sensibilidad del sistema productivo de este dominio es media, en los predios no hay diversidad de pasturas y las existentes son particularmente sensibles a la falta de agua; los productores no realizan ningún tipo de suplementación alimenticia y el tipo de pastoreo es mixto, entre continuo y rotacional. La capacidad adaptativa de estos productores es baja, destacándose

únicamente la alta tenencia sobre la tierra y alguna posibilidad de acceso a crédito, mientras que se evidencia la poca asistencia técnica, el débil sistema de comercialización y el bajo nivel de asociatividad (figura 16).

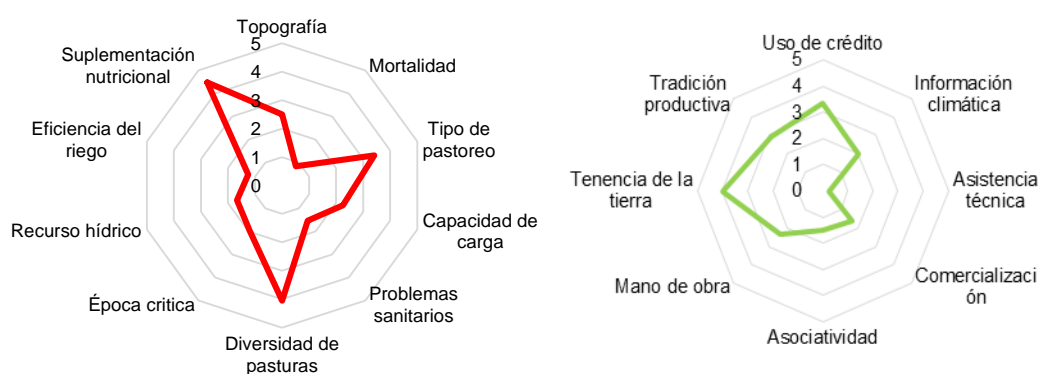


Figura 16. Indicadores de sensibilidad (izquierda) y capacidad de adaptación (derecha) para los productores del dominio 1.

De acuerdo con el análisis socioeconómico, la implementación del cultivo de avena forrajera, su conservación a través de ensilado y la renovación de praderas pueden suplir las deficiencias de forraje asociadas a las condiciones restrictivas por déficit hídrico en el suelo y contribuir así a mejorar la productividad del sistema.

Para ello, los productores de este dominio deben implementar la renovación de praderas en al menos 3,8 ha y realizar siembras anuales (durante cinco años) de avena forrajera en un área que en cada siembra involucre 3 ha. Con este esquema la disponibilidad de forraje es creciente y la producción resulta sostenible en el tiempo, de acuerdo con el comportamiento del capital financiero asociado, que puede incluso llegar a triplicarse luego de los cinco años de implementación (acumulación de dinero). Se recomienda que, en caso de resultar necesario, el productor adquiera un crédito que, se prevé, no supere el 40% del costo total de la implementación.

Para los productores del dominio 1 la implementación de estas tecnologías suple las deficiencias de alimento y maximizan la producción del hato. Una vez implementadas las opciones, la producción de forraje expresada en materia seca mantiene la producción promedio de leche por animal (5,4 l/día) de los productores de este dominio.

Dominio 2

Los productores pertenecientes a este dominio se encuentran localizados en áreas con alta exposición a déficit hídrico. La sensibilidad ante esta condición es baja. Sus predios cuentan con diversidad de pasturas y se ejerce pastoreo continuo sobre sus potreros, pero durante épocas secas no se realiza suplementación alimenticia. La capacidad adaptativa de estos productores es alta, fortalecida por la alta tenencia de la tierra, la disponibilidad de mano de obra de origen familiar y el acceso a recursos hídricos (figura 17).

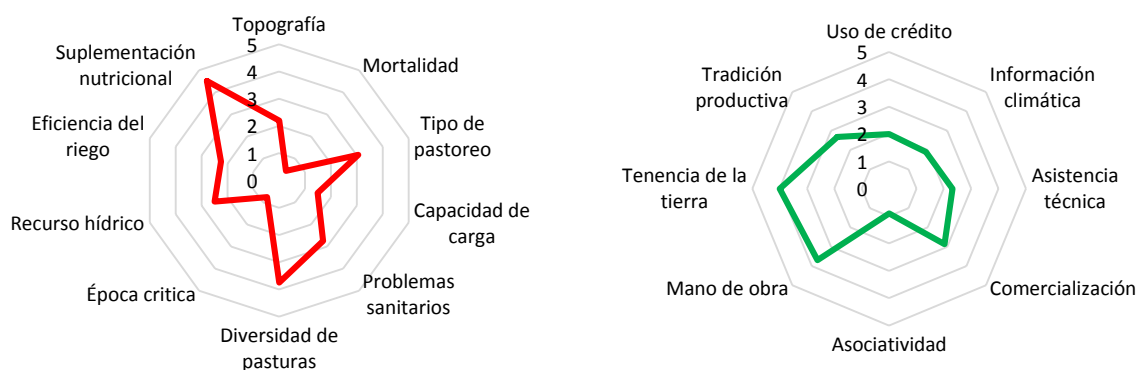


Figura 17. Indicadores de sensibilidad (izquierda) y capacidad de adaptación (derecha) para los productores del dominio 2.

De acuerdo con el análisis socioeconómico, es viable la implementación de las opciones tecnológicas; no obstante, estas constituyen una medida de soporte temporal ante una condición de déficit hídrico y no una estrategia de fortalecimiento financiero del sistema. Por ello, se deben buscar prácticas que mejoren la productividad del sistema y minimicen la disminución de capital.

La renovación de pradera se debe hacer sobre 1,8 ha, mientras que 0,3 ha deben ser destinadas al cultivo de avena forrajera en el primer año. El área para el cultivo forrajero deberá aumentar progresivamente hasta el tercer año, cuando se deberán dedicar 0,6 ha. Se debe promover, durante todos los años, la conservación de la avena a través de ensilado, para satisfacer la demanda de alimento para el hato, sobre todo en los meses de sequía. De esta forma se mantendrá un promedio de producción de leche de 9,5 l/día por animal.

Dominio 3

Los productores pertenecientes a este dominio se encuentran localizados en nichos productivos condicionados a prácticas de manejo y/o conservación de suelos. Además, son productores altamente sensibles debido a que tienen baja diversidad de pasturas y las especies forrajeras utilizadas son muy susceptibles al déficit hídrico. Por otra parte, no realizan suplementación alimenticia y el tipo de pastoreo es predominantemente continuo. La capacidad de adaptación de los productores de este dominio es baja debido a que, aunque en su mayoría son propietarios, cuentan con una comercialización estable y tienen acceso a crédito bancario, carecen de esquemas de asociatividad y de asistencia técnica de calidad en campo (figura 18).

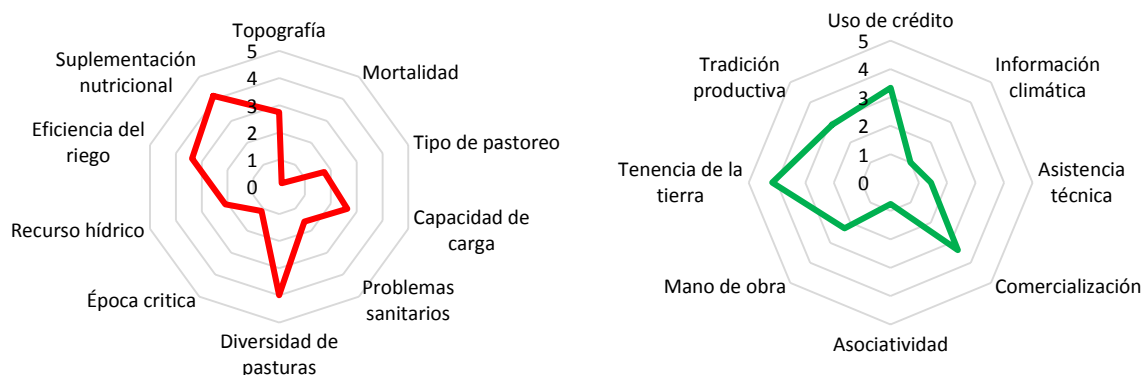


Figura 18. Indicadores de sensibilidad (izquierda) y capacidad de adaptación (derecha) para los productores del dominio 3.

De acuerdo con el análisis socioeconómico, se determinó que, para que sea económicamente viable, se requiere que el área cultivada sea de al menos 7 ha; por lo tanto, para aquellos productores con predios de menor tamaño debe replantearse la implementación y es necesario considerar otra opción tecnológica alimenticia, como alguna de las propuestas en la Sección 2 del presente documento.

Para los productores que implementen la tecnología se prevé que necesitarían hacer uso de un crédito bancario que no supere el 20% del costo total del montaje de la inversión propuesta, para que logren suplir las deficiencias de forraje en épocas de disminución productiva asociada a déficit hídrico. De esta manera se evitará la disminución en la

producción de leche del hato en el tiempo, la cual registra el promedio productivo por animal más bajo entre todos los dominios, con tan solo 3,8 l/día.

Dominio 4

Los productores de este dominio se encuentran en nichos productivos condicionados a prácticas de manejo y/o conservación de suelos que hacen que su grado de exposición sea bajo. La sensibilidad del sistema productivo al déficit hídrico es media y está condicionada por la escasa suplementación nutricional, la poca diversidad de pasturas y la baja eficiencia del riego. La capacidad de adaptación de los productores es baja, limitada por variables como la asistencia técnica, la asociatividad y el uso de información agroclimática (Figura 19).

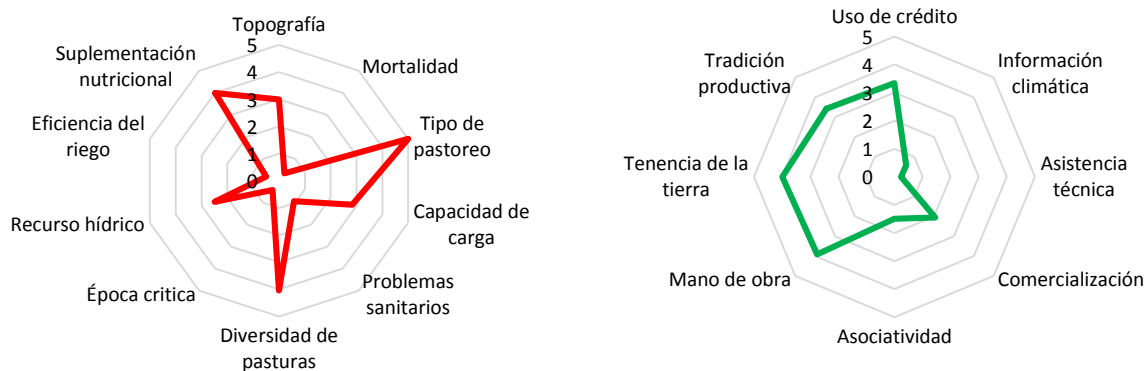


Figura 19. Indicadores de sensibilidad (izquierda) y capacidad de adaptación (derecha) para los productores del dominio 4.

De acuerdo con el análisis socioeconómico, la viabilidad financiera se ve limitada para los productores de este dominio debido al bajo nivel de producción y al forraje insuficiente. Se determinó que para hacer factible el modelo de producción en estas condiciones es necesario incrementar la producción a 5,3 litros de leche diarios por cada vaca, lo que implica considerar la implementación de la opción tecnológica de renovación de pradera, que permite aumentar tanto la oferta forrajera como la capacidad de carga animal.

En caso de no renovar la pradera, el productor tendrá que disponer de al menos 8 ha para aumentar la disponibilidad forrajera. Por lo tanto, dentro de este dominio la implementación tecnológica (sin renovar pradera) solo es viable para aquellos productores



con al menos 8 ha. En esta situación, el comportamiento del capital muestra que la inclusión de ensilado de avena forrajera como suplemento alimenticio dentro del esquema de manejo tradicional permite suplir las deficiencias de forraje en épocas de déficit hídrico.

En conclusión, para aquellos productores con predios de menor tamaño debe replantearse la implementación orientándola hacia la renovación de pradera, o se debe considerar una opción tecnológica alimenticia como alguna de las propuestas en la Sección 2 del presente documento.



REFERENCIAS

- Albarracín, L., & Londoño, C. (2012). *Elaboración de bloques nutricionales*. Tibaitatá: Corpoica.
- Álvarez, F. (2010). *Preparación y uso del biol*. Lima: Soluciones Prácticas ITDG.
- Arreaza, L., Amado, G., Londoño, C., Ballesteros, D., & Herrera, J. (2012). *Recomendaciones para la fabricación de ensilajes con cereales en climas fríos*. Bogotá: Corpoica, Produmedios.
- Arteaga, S. (2009). *Elaboración de un bloque multinutricional a partir de los subproductos generados por la industria panelera, destinado para la alimentación de ganado bovino productor de carne, en el municipio de Sandona-Nariño*. (Tesis). Universidad de Nariño, Pasto, Colombia.
- Betancourt, E., & Yepes, B. (2012). *Seguimiento a problemas sanitarios en Bovinos y fincas del departamento de Nariño asociados con encharcamientos*. Bogotá: Corpoica.
- Bolaños, A., González, B., Apráez, J., & Moncayo, O. (2003). *Nueva variedad mejorada de avena forrajera para la alimentación de bovinos de los sistemas de producción del altiplano de Nariño*. San Juan de Pasto: Corpoica, Comité editorial regional 5 Palmira.
- Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica). (2005). Análisis de suelos y recomendaciones de fertilización para la producción ganadera. En: *Manual técnico. Producción y utilización de recursos forrajeros en sistemas de producción bovina de las regiones de caribe y valles interandinos* (págs. 1-10). Mosquera: Produmedios.
- 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 Nariño. 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 cebolla (Ocaña y La Playa), lulo (Ábrego y Teorama) y papa (Silos y Mutiscua). Proyecto Reducción del Riesgo y Adaptación Al Cambio Climático.*

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica). (2015c). *Informe Final de la Parcela de Integración del Sistema Productivo de Lulo Municipio de Teorama, Departamento de Norte de Santander. Proyecto Reducción del Riesgo y Adaptación Al Cambio Climático.*

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica). (2015d). *Informe de resultados del análisis químico de suelo de la finca El Estoraque-Porvenir, Buesaco (Nariño).* Bogotá: Laboratorio de química de suelos, aguas y plantas.

Corpoica-CIAT. (2015). *Informe de Dominios de recomendación para los sistemas productivos de Norte de Santander y Nariño en el marco de la Carta de Entendimiento 002-2013 1806-1 entre CORPOICA y el CIAT derivado del convenio entre Fondo Adaptación y CORPOICA No. 002 – 2013.*

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica). (2014). *Informe Mapas de susceptibilidad territorial a Eventos Climáticos Extremos. Mapas de nichos productivos por sistemas de producción y escenarios de vulnerabilidad climática, Departamento de Nariño.* Bogotá: Corpoica.

CPC-NCEP. (2014). Climate Prediction Center. Recuperado de <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/>

Cuesta, P., & Villaneda, E. (2015). Academia. Recuperado de <http://bit.ly/2aUKz81>

Herrán, J., Sañudo, R., Rojo, G., Martínez, R., & Olalde, V. (2008). Importancia de los abonos orgánicos. *Ra Ximhai*, 57-67.

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.
- Mejía, S., Cuadrado, H., & Rivero, T. (2013). *Manejo agronómico de algunos cultivos forrajeros y técnicas para su conservación en la región caribe colombiana*. Manual técnico. Cereté: Corpoica.
- Organización Meteorológica Mundial (OMM). (2011). *Guía de prácticas climatológicas*. Ginebra: OMM.
- Palmer, W. (1965). *Meteorological Drought*. Research Paper, 45. U.S. Department of Commerce.
- Reinoso, V., & Soto, C. (2006). Cálculo y manejo en pastoreo controlado. *Revista veterinaria*, 11.
- Solarte, L., Murgueitio, E., González, 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*. Recuperado de <http://bit.ly/2aws8Hu>



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>