

Percepciones de pequeños productores sobre cambios en el clima y su efecto en sistemas de producción de leche

Perceptions of small producers about changes in climate and their effect on milk production systems

Alexander Navas Panadero^{1,2}

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue conocer la percepción y conocimiento de pequeños productores sobre el comportamiento del clima, su efecto en la producción de leche y las prácticas que permiten la adaptación a este comportamiento. El estudio se desarrolló en Carmen de Carupa y Suesca (Cundinamarca, Colombia) con 40 productores que compartieron su conocimiento a través de una entrevista semiestructurada. Se indagó por las causas del cambio climático, eventos que afectan la producción de leche, cambios en el clima en los últimos años y estrategias que permitan su adaptación. Se determinó el índice temperatura humedad, precipitación, producción de leche y calidad del forraje. Se utilizó el análisis de frecuencia y de componentes principales mediante el programa Infostat®. Los productores consideraron la deforestación como principal causa de cambio climático, percibieron cambios en el clima y reconocieron sequías, heladas y altas temperaturas como eventos de mayor impacto negativo en la producción de leche, percibieron cambios en las épocas de lluvias y menor precipitación, sequías más prolongadas, incremento en la temperatura y heladas durante el año. Asimismo, consideraron importantes las prácticas agroecológicas para adaptarse a la variabilidad climática. La produc-

¹ Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia

² E-mail: anavas@unisalle.edu.co

Proyecto Evaluación de sistemas de lechería especializada en zonas ambientalmente estratégicas de trópico alto. Financiado por la Universidad de La Salle y la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca- CAR. Julio 2019 a marzo de 2021

Recibido: 10 de junio de 2021

Aceptado para publicación: 19 de febrero de 2022

Publicado: 27 de abril de 2022

©Los autores. Este artículo es publicado por la Rev Inv Vet Perú de la Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0) [<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>] que permite el uso, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea debidamente citada de su fuente original

ción de leche presentó una relación positiva con la digestibilidad y proteína cruda, una relación negativa con la fibra detergente neutra y fibra detergente ácida, al igual entre la precipitación con la producción de materia seca y de leche, lo que correspondió con algunas de las percepciones los productores. Se concluye que los pequeños productores de leche tienen percepciones y conocimientos del comportamiento del clima, su impacto en la producción de leche y prácticas que permiten la adaptación a condiciones de estacionalidad y variabilidad climática.

Palabras clave: agroecosistemas, ganadería, prácticas agroecológicas, saberes ancestrales, sistemas de producción

ABSTRACT

The aim of this study was to know the perception and knowledge of small producers about the behavior of the climate, its effect on milk production and the practices that allow adaptation to this behavior. The study was developed in Carmen de Carupa and Suesca (Cundinamarca, Colombia) with 40 producers who shared their knowledge through a semi-structured interview. The causes of climate change, events that affect milk production, changes in the climate in recent years and strategies that allow its adaptation were investigated. The humidity temperature index, precipitation, milk production and forage quality were determined. Frequency and principal component analysis were analysed through the Infostat® program. Producers considered deforestation as the main cause of climate change, perceived changes in climate and recognized droughts, frosts and high temperatures as events with the greatest negative impact on milk production, perceived changes in rainy seasons and less precipitation, longer droughts, increase in temperature and frosts during the year. They also considered agroecological practices important to adapt to climate variability. Milk production presented a positive relationship with digestibility and crude protein, a negative relationship with neutral detergent fibre and acid detergent fibre, as well as between precipitation with dry matter and milk production, which corresponded to some of the producers' perceptions. It is concluded that small milk producers have perceptions and knowledge of climate changes, its impact on milk production and practices that allow adaptation to conditions of seasonality and climate variability.

Key words: agroecosystems, livestock, agroecological practices, ancestral knowledge, production systems

INTRODUCCIÓN

Muchos de los sistemas de producción agropecuaria se han desarrollado a partir del cambio de uso del suelo de ecosistemas estratégicos (Hall *et al.*, 2011), con la consecuente pérdida de servicios ecosistémicos y sus efectos en el corto, mediano y largo pla-

zo. La degradación de los ecosistemas intervenidos por el hombre se acelera por el uso de modelos tecnológicos que simplifican los agroecosistemas, presentan baja rentabilidad en el corto tiempo y pérdida del potencial productivo del suelo, lo que conlleva a ampliar la frontera agrícola (Bohórquez, 2011), cambiando la matriz del paisaje.

Las actividades que se desarrollan para modificar los ecosistemas como la deforestación y quemas de los pastizales también generan efectos negativos sobre las condiciones climáticas, acentuando eventos meteorológicos que afectan los sistemas de producción (Velarde, 2012). A esto se suma las prácticas convencionales de los sistemas agropecuarios como la utilización de fertilizantes sintéticos, todo lo cual genera gases con efecto invernadero que contribuyen en el tiempo a modificar el clima (Rousseau 2013).

Los productores organizan diversas actividades en las fincas a partir del conocimiento ancestral o local sobre el comportamiento del clima, lo que les permite tomar decisiones como cuándo sembrar (Zuluaga *et al.*, 2013), cómo conservar forrajes o descartar animales poco productivos. Asimismo, pueden reconocer épocas críticas que afectan la eficiencia de los animales y la rentabilidad, de manera que toman decisiones para manejar condiciones económicas a lo largo del año. Por otro lado, comúnmente se desarrollan iniciativas que buscan mejorar la adaptación de los sistemas ganaderos a las condiciones climáticas extremas, pero pocas veces se consulta a los productores acerca de su percepción del efecto del clima sobre los sistemas de producción (Abayineh y Belay, 2017), menos sobre prácticas que conocen o utilizan que les ha permitido adaptarse a estos impactos climáticos.

En algunos lugares este tipo de conocimiento ancestral o local se ha erosionado o perdido por múltiples factores o dinámicas territoriales, como desplazamiento o migración de las comunidades, y promoción de modelos de producción convencionales que incorporan altos insumos al sistema perdiéndose el conocimiento sobre el uso de prácticas o diversidad local (Cubillos, 2011).

El objetivo de este trabajo fue a partir de procesos de facilitación, conocer la percepción y el conocimiento local de pequeños

productores localizados en zonas ambientalmente estratégicas sobre el comportamiento del clima y su efecto en los sistemas de producción de leche; además, conocer las prácticas que les permite mejorar la adaptación de sus fincas a las condiciones climáticas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló en los municipios de Carmen de Carupa - vereda Alisal (N 5° 19.956' W 73° 51.574') y Suesca (N 05° 11.249' W 073° 45.438'), departamento de Cundinamarca. Las condiciones climáticas de Carmen de Carupa corresponden a una precipitación promedio anual de 610 mm, temperatura media anual de 14 °C y humedad relativa de 65%, mientras que Suesca presenta una precipitación promedio anual de 734 mm, temperatura media anual de 14 °C y humedad relativa de 72% (CAR, 2006).

Se desarrolló un trabajo participativo con pequeños productores de leche, cuyas fincas se encuentran ubicadas entre los 2900 y 3100 msnm, zona considerada ambientalmente estratégica (zona de regulación hídrica). La selección de las fincas y productores se hizo con base al interés del productor de participar activamente en la investigación y compartir conocimientos y experiencias, por lo que se tuvo un consentimiento informado. En total participaron 40 productores (47% mujeres y 53% hombres), a los cuales se le indagó por la percepción sobre las causas que generan cambio en el comportamiento del clima, el conocimiento histórico del clima en la zona, eventos climáticos que afectan la producción de leche y cómo se ven reflejados en las fincas, cambios que perciben en el tiempo atmosférico en los últimos años, estrategias que consideran pueden contribuir a la adaptación de las fincas y la preferencias por la siembra de árboles dentro de las áreas de producción. La información fue colectada a través de entrevista, encuesta semiestructurada y observación en campo.

El trabajo tuvo una duración de 14 meses durante los cuales se realizaron varias visitas para medir diferentes variables con los productores. La encuesta se realizó a través de herramientas de Google (personalmente con cada productor), con preguntas cerradas en su mayoría, con posibilidad de múltiples respuestas y con la posibilidad de incluir observaciones. La elaboración de las preguntas y opciones de respuesta se realizó consultando a expertos en la temática (técnicos y campesinos de la zona que desarrollan este sistema de producción). La encuesta se validó con los productores líderes de las zonas de estudio. Se realizaron 10 preguntas para determinar género y localización del predio, causas que consideraban de los cambios climáticos, eventos climáticos que consideraban afectaban la producción de leche, que tipo de efecto tenían los eventos climáticos presentes en la zona sobre los sistemas de producción de leche, en que meses del año se presentaban los eventos climáticos históricamente, como habían cambiado la presentación de estos eventos con relación a la presentación histórica y que estrategias identificaban para poderse adaptar a estas condiciones.

Las fincas presentaron praderas conformadas por pasto kikuyo (*Cenchrus clandestinum*), Rye grass (*Lolium spp*) y en menor porcentaje falsa poa (*Holcus lanatus*), trébol blanco (*Trifolium repens*) y trébol rojo (*Trifolium pratense*), bajo pastoreo rotacional o alterno, con periodos de ocupación de 1 a 2 días y de recuperación entre 45 y 120 días, dependiendo la época (precipitación) del año. La suplementación de los animales varió dependiendo de la finca, en general es baja, utilizando mayormente papa, sal mineralizada y balanceado comercial. La raza predominante es Holstein, pero se encuentran, además, cruces con Jersey y Normando. Las fincas realizan dos ordeños al día.

Se determinó en cada zona la precipitación diaria y el número de días con eventos al mes (pluviómetros), temperatura ambiental y humedad relativa cada hora mediante dataloggers (OM-EL-USB-2-LCD). Con los

datos registrados se determinó el índice de temperatura humedad máximo (ITHmax) e índice de temperatura humedad mínimo (ITHmin) por mes (Hahn, 1999), durante el tiempo de estudio (14 meses).

La producción de forraje verde (FV) se determinó en 16 fincas mediante aforos destructivos previos al inicio del pastoreo durante la época de sequía y de lluvia (dos por época). Los muestreos de las fincas se realizaron durante tres días en cada ocasión. Se realizaron recorridos en zigzag en los cuales se lanzó un marco (0.5 x 0.5 m) y se cortó el forraje dentro del marco a 10 cm del suelo. Los potreros muestreados eran pequeños ya que las fincas son de pequeños productores (980-2000 m²). Algunos potreros eran manejados con cerco eléctrico. El lanzamiento de los marcos se realizó al azar en estas áreas evitando las áreas de saladeros y bebederos. Se consideró que el muestreo con base a cinco lanzamientos de marcos capturaba la producción de forraje representativa de la pradera. La muestra colectada fue pesada para determinar la biomasa comestible. Se tomaron cinco puntos al azar por finca en cada muestreo.

Para determinar la calidad nutricional de la pastura durante el estudio se realizaron tres muestreos en cada finca (sequía y lluvias). Las muestras de forraje tomadas en cada finca fueron mezcladas, tomándose 500 g para su envío al laboratorio (AGROSAVIA). Se hizo el análisis de espectroscopia de reflectancia en el infrarrojo cercano (NIRS), y se determinó porcentaje de materia seca (%MS), proteína cruda (PC%), proteína soluble (%PC), proteína B (%PC), proteína C (%PC), fibra en detergente neutro (FDN), fibra en detergente ácido (FDA), digestibilidad, carbohidratos no estructurales, carbohidratos solubles, energía neta de lactancia, cenizas, calcio, fósforo, magnesio y potasio (Ariza *et al.*, 2018). Se utilizó un espectrómetro VIS / NIR de barrido (Foss NIRSystems modelo 6500; www.foss.com). Los espectros se grabaron con WinISI 4.7.0 (www.foss.com). En todas las fincas y du-

rante todo el estudio se midió la producción total de leche diaria mediante el peso en cada ordeño.

Se realizó análisis de frecuencia para las variables asociadas a la percepción y conocimiento local de los productores y análisis de componentes principales con variables climáticas, producción y calidad de forraje para la producción de leche. El análisis de los datos se realizó mediante el programa Infostat®.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El conocimiento y percepción de los productores sobre aspectos climáticos locales y la implicación en los procesos productivos que desarrollan en las fincas y que son base de la economía de la región es fundamental para tomar decisiones y acciones que permitan el desarrollo de las actividades territoriales, conocer la percepción de las comunidades busca entender las maneras de valorar un hecho o un objeto por parte de los individuos o las comunidades y como los afecta (Landini, 2010).

Las principales causas consideradas por los productores que generan el cambio climático (Cuadro 1) están relacionadas con la pérdida de ecosistemas estratégicos (deforestación) y actividades asociadas a modelos de producción convencionales (quemadas, agroquímicos y monocultivos).

Cada vez se percibe mayor conciencia ambiental en los productores, aunque el incremento en la tasa de deforestación sigue en aumento, principalmente para establecer sistemas de producción agropecuarios convencionales. Los productores consultados en otros estudios también coinciden en la deforestación como una de las principales causas de cambio climático (Zuluaga *et al.*, 2013; Córdoba, 2016), percepción posiblemente relacionada con la situación actual de la deforestación que viven estos municipios (DANE, 2020).

Cuadro 1. Percepción de pequeños productores de leche sobre las causas que generan cambios en las condiciones climáticas en zonas ambientalmente estratégicas de trópico alto (Cundinamarca)


Causa	Productores (%)
Deforestación	86
Quemas	69
Uso de agroquímicos	61
Agricultura industrial	39
Contaminación del aire	50
Uso de monocultivos	53
Deterioro del medio ambiente	47
Otra	4

Los productores consideran, asimismo, que el forzamiento al cambio climático está muy relacionado con las actividades que realiza el hombre (Pinilla *et al.*, 2012), entre las que se encuentran actividades directas o indirectas del sector agropecuario (Zuluaga *et al.*, 2013; Córdoba, 2016). Se reporta que Colombia emite el 0.36% de las emisiones totales mundiales, de las cuales 36% corresponden a los sistemas agropecuarios (Nieves y Olarte, 2008), aunque otros estudios indican 53% de las emisiones nacionales, incluyendo el cambio de uso del suelo y la actividad silvícola (IDEAM, 2016).

El conocimiento local con relación al comportamiento climático confluyó en identificar participativamente los meses en el año dentro de los cuales se presenta con mayor probabilidad diferentes eventos que afectan positiva o negativamente los procesos productivos en los sistemas de lechería especializada. Los productores definieron un comportamiento bimodal de las precipitaciones, el cual se inicia a mediados de marzo y termina en junio, en tanto que la siguiente época

Cuadro 2. Conocimiento del comportamiento climático durante el año de pequeños productores de leche en zonas ambientalmente estratégicas de trópico alto (Cundinamarca)

Mes	Sequía	Helada	Viento	Lluvia	Temp. alta	Temp. baja
	(Productores [%])					
Enero	86	69	11	6	56	28
Febrero	86	56	14	8	44	17
Marzo	47	31	14	44	25	19
Abril	17	11	11	83	17	11
Mayo	17	11	19	75	19	11
Junio	33	17	14	53	25	25
Julio	42	11	33	36	28	31
Agosto	42	11	86	19	31	8
Septiembre	36	11	39	50	19	14
Octubre	8	11	17	72	17	17
Noviembre	25	11	11	67	14	19
Diciembre	61	31	8	31	50	25

 Meses considerados por la mayoría de los productores como de presentación del evento

de lluvias se inicia a mediados de septiembre y finaliza a inicios de diciembre. Las épocas de sequía fueron identificadas entre inicios de diciembre hasta mediados de marzo y la segunda es más corta entre julio a inicios de septiembre. Los vientos con mayor fuerza y velocidad los identifican en el mes de agosto, mientras que la época de heladas se presenta en los meses de enero y febrero. Por otro lado, las mayores temperaturas durante el día las percibieron en diciembre, enero y febrero, mientras que no hubo un consenso sobre los meses donde históricamente se presentan las temperaturas más bajas (Cuadro 2).

La siembra de nuevas áreas para pastoreo o la renovación de praderas está relacionada con los periodos de lluvias, de tal manera que las semillas tengan las condiciones ideales para su germinación y un adecuado establecimiento de la pradera (Portillo

et al., 2019). La distribución y cantidad (mm) de las lluvias permite determinar el momento óptimo en el cual se recuperan las pasturas y definir el sistema de pastoreo, también determinar la producción de forraje y la carga animal durante el año determinando la necesidad de conservar forraje para los periodos secos (Navas y Montaña, 2019). En agroecosistemas de trópico alto la dinámica poblacional de algunos parásitos y vectores de enfermedades está relacionada con las épocas de lluvia, lo que le permite al ganadero ajustar el plan de desparasitación y controlar problemas sanitarios en los animales (Rodríguez *et al.*, 2013); asimismo, cambios en las épocas de lluvias y sequía, sumado a inundaciones de las áreas de pastoreo pueden favorecer incrementos de nitratos y nitritos en las plantas y causar intoxicación de los animales al consumir el forraje (Benavides, 2004).

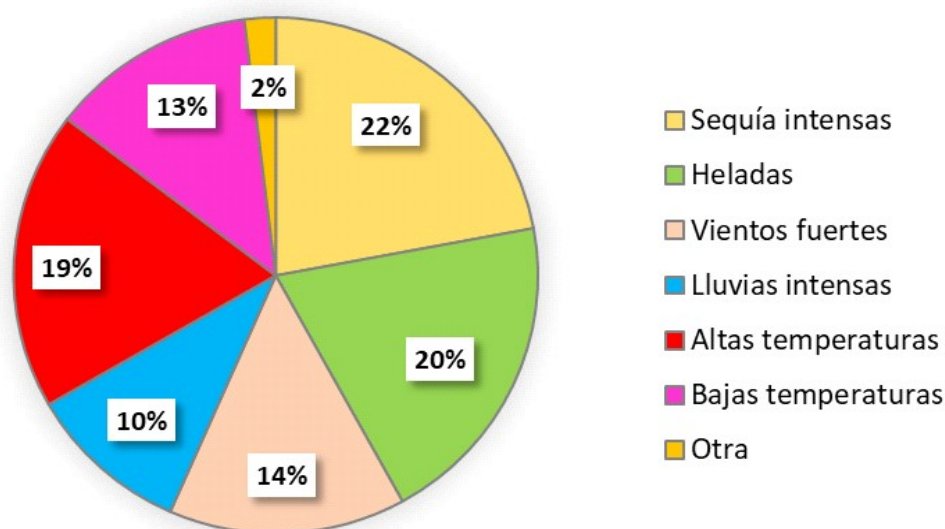


Figura 1. Percepción de pequeños productores (%) sobre los eventos climáticos que afectan la producción de leche en zonas ambientalmente estratégicas de trópico alto (Cundinamarca)

Los productores de la región consideran que las épocas de sequía, las heladas y las altas temperaturas son los eventos de mayor impacto sobre los sistemas ganaderos en la región (Figura 1), los cuales confluyen en algunos meses del año. Los vientos en la zona son también considerados de importancia porque confluyen con la época seca, generando pérdida de la humedad del suelo y secando rápidamente el forraje lo que incrementa el riesgo de incendios en la región.

Los productores perciben que las condiciones climáticas afectan la producción de leche, teniendo algunas variables mayor impacto que otras. Estos conocimientos son de importancia donde las predicciones en las épocas de sequía o lluvias determinan los ciclos productivos (Ulloa, 2011). Los productores consideran que en ciertas condiciones climáticas se reduce la producción de pasto (sequías, heladas, temperaturas altas y vientos), los animales enferman (sequías), se reduce la producción de leche (sequías, heladas,

temperaturas altas), se afecta la reproducción de las vacas (sequías, heladas, temperaturas altas), se reduce la disponibilidad de agua para los requerimientos del sistema (sequía), incrementan las plagas en los potreros (sequía), y se reducen los ingresos económicos (sequía, heladas, vientos) (Cuadro 3). Estas condiciones incrementan la vulnerabilidad de los pequeños productores de leche ya que las condiciones económicas no les permiten establecer acciones de adaptación (Dounias, 2011).

La percepción sobre el cambio del clima en la región es generalizada por parte los productores. Se percibe una sensación de desconcierto, desorientación y vulnerabilidad, porque el conocimiento ancestral y local que les permitió tomar decisiones de una manera más segura, los nuevos escenarios de variabilidad y cambio climático están tomando decisiones con un alto nivel de incertidumbre. Los cambios en el clima no solo tienen efectos biológicos, también impactan la cultura al generar procesos de pérdida de conocimien-

Cuadro 3. Efectos de los eventos climáticos sobre los sistemas de producción de leche en zonas ambientalmente estratégicas de trópico alto (Cundinamarca), según la percepción de pequeños productores

Efecto	Sequías intensas	Heladas	Vientos fuertes	Lluvias intensas	Temp. altas	Temp. bajas
	(Productores [%])					
Reducción de producción de pasto	92	83	50	19	53	28
Los animales se enferman	75	28	14	47	42	36
Reducción de la producción de leche	94	78	42	28	56	36
Reduce la reproducción de vacas	72	53	28	33	50	31
Perdida de suelo	75	39	69	53	33	17
Reducción en la disponibilidad de agua	94	31	42	8	44	14
Incremento de plagas en potreros	72	19	19	42	44	36
Disminución de ingresos económicos	94	81	58	39	44	39

Impacto: **Bajo**, **Medio**, **Alto**

tos y nuevas apropiaciones y adaptaciones (Orlove *et al.*, 2011).

La mayoría de los productores coinciden en el cambio de la época de lluvias, las cuales presentan menores niveles de precipitación, sequías más prolongadas, incremento en la temperatura máxima y cambios de la época de heladas, eventos extremos que mencionan presentarse en la actualidad en cualquier mes del año (Cuadro 4). El conocimiento empírico sobre predicciones de eventos meteorológicos ha sido reconocido como un potencial para mejorar las predicciones científicas (Granderson, 2014). Estudios sobre percepciones del clima por parte de las comunidades han determinado el impacto sobre los procesos productivos, pero sus mayores amenazas muchas veces son otras re-

laciones económicas o políticas que se presentan en el territorio (Dinero, 2013), de allí la necesidad de contar con políticas públicas enfocadas en adaptación ante el cambio climático (López y Hernández, 2016).

La temperatura ambiental, humedad relativa, velocidad del viento y radiación solar influyen en la eficiencia de los sistemas ganaderos (Arias *et al.*, 2008). Las épocas secas causan reducción de la producción de alimento en los potreros lo que genera que los animales deban tener mayores desplazamientos en busca de forraje. Este comportamiento incrementa la compactación del suelo que tiene efectos negativos en el crecimiento del forraje, reducción de la cobertura del suelo y mayor exposición a procesos de erosión (Medina, 2016).

Cuadro 4. Percepción de pequeños productores de leche, sobre los cambios en el comportamiento climático en zonas estratégicamente ambientales de trópico alto (Cundinamarca)

Cambios en el comportamiento meteorológico	(%)
Cambios en las épocas de lluvias	67
Mayor cantidad de lluvia	17
Menor cantidad de lluvia	67
Mayor temperatura a día (temperatura máxima)	78
Menor temperatura a día (temperatura mínima)	25
Sequías más largas	81
Sequías más cortas	8
Cambio en épocas de heladas	58
Otra	3

Los incrementos de temperatura y la variabilidad en los patrones de lluvia tienen un efecto negativo en el crecimiento de las plantas y, por tanto, de la productividad de biomasa total del sistema (Oyhantcabal *et al.*, 2010). Los ganaderos mencionan que el cambio climático reduce la disponibilidad de pasto, especialmente durante la sequía (Angel *et al.*, 2014) lo que representa una limitación más para los animales (Nardone *et al.*, 2006).

La alta temperatura junto a alta humedad relativa genera estrés calórico en los animales al reducir la capacidad de disipar el calor por sudoración o respiración (Brown-Brandl *et al.*, 2006; Keren y Olson 2006). Los animales reducen el consumo de alimento (Leyva *et al.*, 2015), perdiendo nutrientes y energía para los procesos productivos (Cañas *et al.*, 2003). Por el contrario, la presencia de viento durante las épocas de lluvia también tiene un efecto negativo, ya que incrementa la pérdida de calor (Keren y Olson, 2006) y los animales deben invertir más nutrientes en la termoregulación. El estrés

calórico por frío o calor reduce el desempeño productivo (Ruiz *et al.*, 2019; González y Wing Ching, 2018) y reproductivo (Montiel *et al.*, 2019; Honig *et al.*, 2016).

Además del conocimiento científico se deben considerar las percepciones y saberes locales ya que muchas estrategias y alternativas provenientes de la experiencia y conocimiento territorial de las poblaciones locales han probado históricamente su efectividad (Zuluaga *et al.*, 2013). El conocimiento y las percepciones de los productores de Carmen de Carupa y Suesca les permite adaptarse a condiciones de estacionalidad, variabilidad y cambio climático. Los productores reconocen la importancia de las prácticas agroecológicas para reducir la vulnerabilidad y mejorar la resiliencia de los sistemas de producción de leche (Cuadro 5).

Cuadro 5. Estrategias de adaptación (prácticas agroecológicas) a condiciones de estacionalidad, variabilidad y cambio climático, según la percepción de pequeños productores de leche en zonas ambientalmente estratégicas de trópico alto (Cundinamarca)

Estrategias de adaptación	(%)
Uso de variedades de pastos en potreros	75
Siembra de árboles en los potreros	97
Cobertura del suelo	78
Pastoreo rotacional	78
Uso de abonos orgánicos	83
Zanjas de infiltración	61
Uso de abonos verdes	94
Uso de arado de cincel	53
Conservación de forrajes	72
Suplementación con residuos de cosecha	56
Cosecha de agua lluvia	78
Otra	6

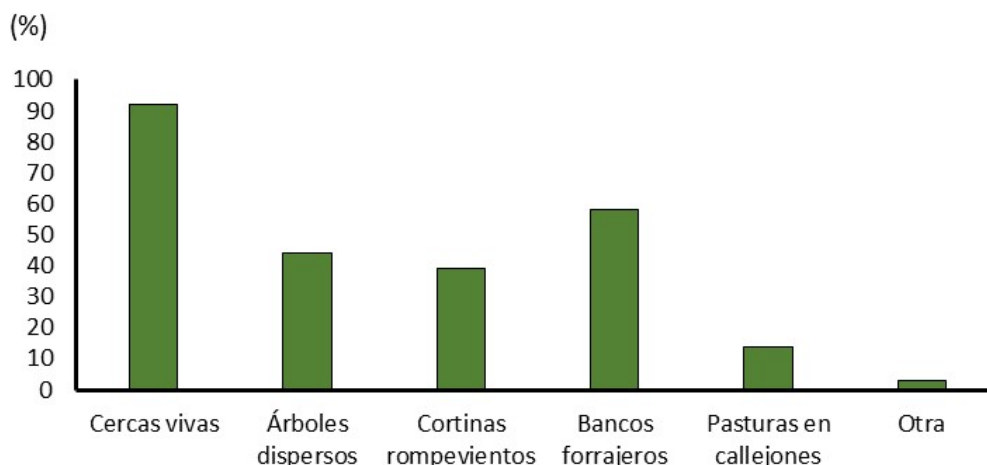


Figura 2. Preferencias para el establecimiento de sistemas silvopastoriles por pequeños productores de leche en zonas ambientalmente estratégicas de trópico alto (Cundinamarca)

La toma de decisiones de los pequeños productores para adoptar opciones de adaptación pasa por factores socioeconómicos, institucionales y ambientales. No solo son aspectos técnicos pues, en gran medida, influye el acceso al crédito, capital humano y el nivel educativo, por lo que es necesario mejorar las políticas de crédito para aumentar las capacidades de adaptación (Abayineh y Belay, 2017), entendiendo que la resiliencia debe enmarcarse en un contexto social y no limitarse exclusivamente a efectos biofísicos (Friend y Moench, 2013).

Muchas comunidades y productores han incorporado prácticas agroecológicas como estrategia de adaptación a condiciones de variabilidad climática, reduciendo las pérdidas en sus sistemas productivos (Altieri y Nicholls, 2008; Nguyen *et al.*, 2013; Velarde, 2012). Las prácticas agroecológicas buscan incrementar la materia orgánica y mejorar las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del suelo, de tal forma que las pasturas puedan tener acceso a nutrientes y agua. La cobertura del suelo lo protege de los rayos solares directos favoreciendo las relaciones de la

materia orgánica y los microorganismos, además reduce la velocidad del agua en la época de lluvias evitando procesos de erosión. Los abonos verdes actúan como subsoladores biológicos contribuyendo a la descompactación y fijación de nitrógeno al suelo (leguminosas) (Medina, 2016).

Las zanjas de infiltración permiten reducir la erosión y la pérdida de nutrientes por escorrentía, además de favorecer la captura y conservación de agua (Nicholls y Altieri, 2019). La utilización de praderas polifíticas permite reducir el impacto de eventos climáticos extremos sobre la base forrajera (Castro *et al.*, 2019). Asimismo, la mezcla con especies leguminosas permite fijar nitrógeno atmosférico (Garzón, 2011).

El pastoreo rotacional busca reducir el impacto de los animales sobre la compactación del suelo, además permite administrar el forraje y ofrecerlo a los animales cuando tiene la mayor concentración de nutrientes y digestibilidad (Escobar *et al.*, 2020). Normalmente el suelo bajo pastoreo se compacta, de allí que el arado de cinc el elimina las ca-

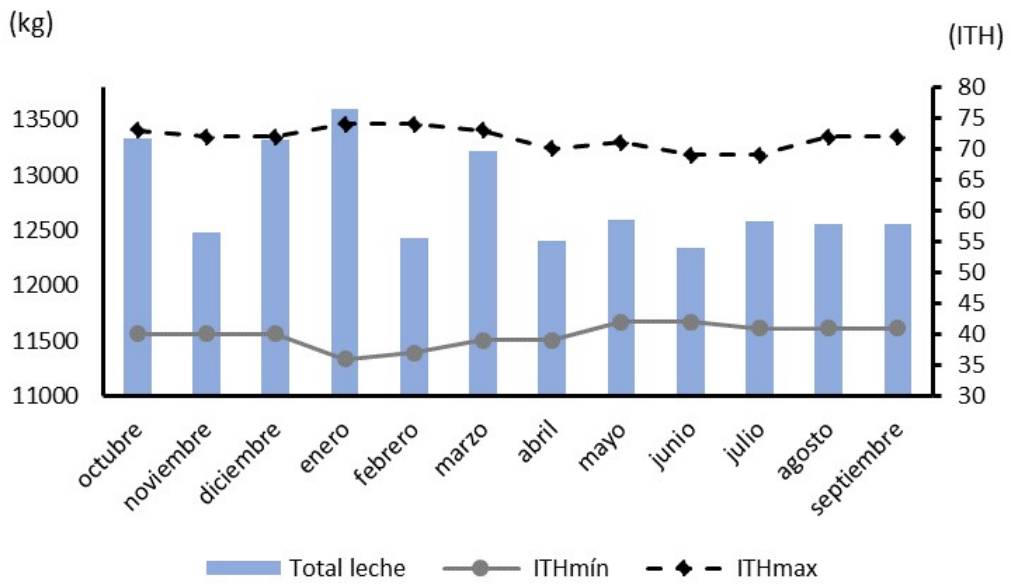


Figura 3. Índice temperatura humedad (ITH) y producción de leche mensual (kg) reportada por pequeños productores de la vereda Alisal de Carmen de Carupa (Cundinamarca)

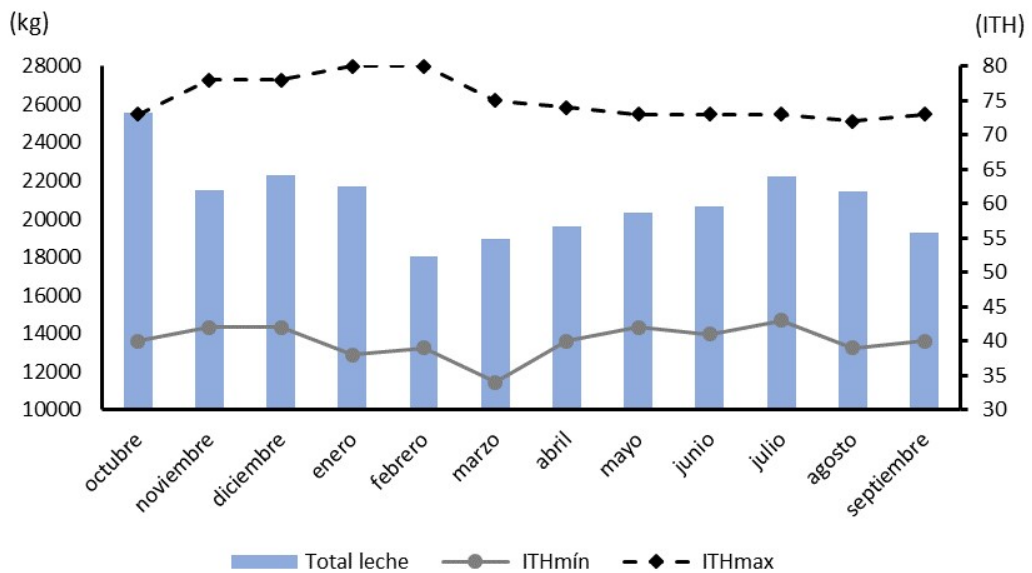


Figura 4. Índice temperatura humedad (ITH) y producción de leche mensual (kg), reportada por pequeños productores Suesca (Cundinamarca)

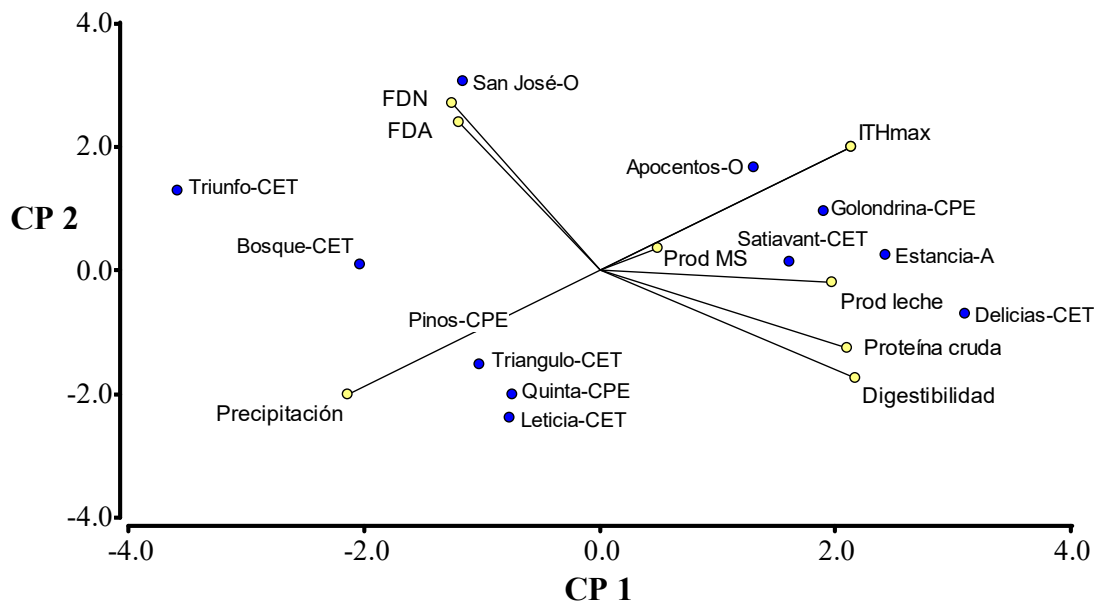


Figura 5. Análisis de componentes principales con variables climáticas, producción y calidad de forraje para la producción de leche en fincas de pequeños productores en zonas ambientalmente estratégicas de trópico alto (Cundinamarca). CET: convencional en transición; CEP: convencional pequeña escala; O: orgánico; A: agroecológico

pas compactas mejorando el movimiento de agua y aire en el suelo favoreciendo el crecimiento de las pasturas (Medina, 2016).

Los sistemas silvopastoriles mejoran el suelo mediante el ciclaje de nutrientes y el aporte de materia orgánica, generan microclimas que favorecen la actividad microbiana, a la vez que permiten reducir el estrés calórico en los animales y favorecer su eficiencia productiva y reproductiva (Angel *et al.*, 2014; Navas, 2017). El establecimiento de sistemas silvopastoriles es una de las estrategias de adaptación considerada por la mayoría de los productores (97%; Cuadro 5) basada en el conocimiento y la percepción del efecto de los árboles en la región. La vereda Alisal (Carmen de Carupa) después de haber degradado casi en su totalidad los suelos, al pasar a utilizar sistemas agrícolas convencionales con altos insumos de agroquí-

micos, cambió a la reforestación masiva, encontrando actualmente una matriz de paisaje con un nivel de complejidad mayor al de las demás veredas del municipio, beneficiándose de las múltiples bondades de los sistemas silvopastoriles.

Los productores encuestados perciben que los árboles dentro del potrero pueden reducir la producción de forraje (Figura 2) ya que las fincas son pequeñas (menos de 4 ha). Incluso algunos productores arriendan pasto en otros predios y no están dispuestos a sembrar árboles en estas áreas. Además, se percibe algún nivel de desconocimiento sobre otros arreglos que se pueden implementar en las fincas. Esta percepción coincide con campesinos de Chaipas, México, que mantienen menos de 37% de cobertura arbórea en los potreros para no reducir la producción de forraje (Ramírez *et al.*, 2012).

La producción de leche es el reflejo de múltiples factores, no solo biológicos o climáticos, sino además de tipo social, familiar y por relaciones de los productores con su entorno. En la zona de Alisal se encontró un índice temperatura humedad mínimo bajo (36) y un índice temperatura humedad máximo alto (74) que refleja estrés térmico en los animales por frío en parte del día y por calor en otros momentos del día durante todo el año (Figura 3), lo cual debe afectar la producción de leche (Morales y WingChing, 2020) de las fincas. Esto concuerda con el conocimiento y percepción de los productores quienes manifiestan que la variabilidad climática (temperatura mínima y máxima durante el día) viene afectando el desempeño productivo y reproductivo de los animales.

En Suesca se observan cambios más drásticos en el índice temperatura humedad mínimo (34), máximo (78) y en la producción de leche (Figura 4) con relación a la vereda Alisal, debido no solo por la condición climática propia de la zona, sino además por una matriz de paisaje simple y menos compleja que en Alisal. Bajo esta condición, la confluencia del comportamiento de las variables climáticas (sequía, vientos, heladas, altas y bajas temperaturas) generan un impacto mayor en los sistema de producción, los cuales presentan mayor vulnerabilidad y menor resiliencia ante estas condiciones.

El análisis de componentes principales con las variables climáticas, producción y calidad de forraje, y producción de leche para diferentes tipos de sistemas de producción (Figura 5), mostró que las variables de mayor peso en el componente uno fueron precipitación, índice temperatura humedad (ITH), proteína cruda (PC) y digestibilidad, mientras que en el componente dos fueron fibra en detergente neutro (FDN) y fibra en detergente ácido (FDA). La producción de leche presentó una relación positiva con la digestibilidad y proteína cruda, mientras que presentó una relación negativa con la FDN y FDA. Igualmente, la precipitación presentó una relación

negativa con la producción de materia seca y de leche, lo que corresponde con algunas de las percepciones y conocimiento de los productores que mencionan reducción de forraje y producción de leche en las épocas secas. La calidad de las pasturas está estrechamente relacionada con las condiciones climáticas y con la edad de recuperación al momento de ser ofrecidas a los animales. En la época seca los niveles de FDN y FDA tienden a incrementar, mientras que la PC y la digestibilidad se reducen en comparación con la época de lluvia (Meisser *et al.*, 2019).

CONCLUSIONES

- El conocimiento y la percepción que tienen los pequeños productores de leche en Cundinamarca les ha permitido identificar cambios en las condiciones climáticas de la región y poder determinar los eventos que limitan y afectan la producción de leche.
- La sequía es una condición limitante. Además, hay épocas que confluyen eventos (heladas, vientos, bajas y altas temperaturas) que aumentan el impacto negativo en los recursos de producción.
- Las actividades relacionadas con los modelos convencionales (revolución verde) son reconocidas por los productores como negativas para el manejo de los recursos naturales y como generadoras de cambio climático, mientras que reconocen las prácticas agroecológicas como estrategias para mejorar la adaptación de los sistemas a las condiciones de variabilidad y cambio climático.

LITERATURA CITADA

1. **Abayineh A, Belay S. 2017.** Determinants of smallholder farmers' decision to adopt adaptation options to climate change and variability in the Muger Sub basin of the Upper Blue Nile basin of Ethiopia. *Agric Food Security* 6: 64.

2. **Altieri M, Nicholls C. 2008.** Los impactos del cambio climático sobre las comunidades campesinas y de agricultores tradicionales y sus respuestas adaptativas. *Agroecología* 3: 7-28.
3. **Angel Y, Pimentel M, Suárez J. 2014.** Conocimiento local sobre estrategias de adaptación al cambio climático en productores ganaderos en San Vicente del Caguán-Colombia. *Zootec Trop* 32: 329-339.
4. **Arias R, Mader T, Escobar P. 2008.** Factores climáticos que afectan el desempeño productivo del ganado bovino de carne y leche. *Arch Med Vet* 40: 7-22.
5. **Ariza C, Mayorga O, Mojica B, Parrera D, Afanador G. 2018.** Use of LOCAL algorithm with near infrared spectroscopy in forage resources for grazing systems in Colombia. *J Near Infrared Spec* 26: 44-52.
6. **Benavides E. 2004.** Causas de muerte súbita en bovinos en pastoreo en las sabanas de América Tropical. *Rev Colomb Cienc Pec* 17: 182-192.
7. **Bohórquez A, Sanín D, Silva N. 2011.** Estructura y composición arbórea de los bosques del diablo (San Felix, Salamina, Caldas), selva altoandina de la cordillera central colombiana. *Bol Cient Mus Hist Nat* 16: 39-52.
8. **Brown-Brandl T, Nienaber J, Eigenberg R, Mader T, Morrow J, Dailey J. 2006.** Comparison of heat tolerance of feedlot heifers of different breeds. *Livest Sci* 105: 19-26. doi: 10.1016/j.livsci.2006.04.012
9. **Cañas R, Quiroz R, Leon-Velarde C, Posadas A, Osorio J. 2003.** Quantifying energy dissipation by grazing animals in harsh environments. *J Theor Biol* 225: 351-359. doi: 10.1016/S0022-5193(03)00260-1
10. **[CAR] Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca. 2006.** Diagnóstico prospectiva y formulación de la Cuenca hidrográfica de los ríos Ubate y Suárez. Bogotá: CAR. 308 p.
11. **Caron P, Ferrero G, Loma O, Nabarro D, Hainzelin E, Guillou M, Andersen I, et al. 2018.** Food systems for sustainable development: proposals for a profound four-part transformation. *Agron Sustain Dev* 38: 41.
12. **Castro E, Cardona J, Hernández F, Valenzuela M, Avellaneda Y. 2019.** Evaluación de tres cultivares de *Lolium perenne* L, con vacas lecheras, en el trópico alto de Nariño-Colombia. *Pastos y Forrajes* 42: 161-170.
13. **Córdoba C. 2016.** Resiliencia y variabilidad climática en agroecosistemas cafeteros en Anolaima (Cundinamarca-Colombia). Tesis de Doctorado. Bogotá: Univ. Nacional de Colombia. 190 p.
14. **Cubillos A. 2011.** El proceso de transformación del páramo de guerrero por sistemas de ganadería bovina (1960-2010), con énfasis en políticas públicas. Tesis de Maestría. Bogotá: Univ. Nacional de Colombia. 126 p.
15. **[DANE] Departamento Administrativo Nacional de Estadística. 2020.** Directorio nacional de explotaciones agropecuarias (censo agropecuario) 1960. Bogotá: DANE. [Internet]. Disponible en: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/agropecuario/censo-nacional-agropecuario-2014>
16. **Dinero S. 2013.** Indigenous perspectives of climate change and its effects upon subsistence activities in the Arctic: the case of the Nets'ait Gwich'in. *GeoJournal* 78: 114-137. doi: 10.1007/s10708-011-9424-8
17. **Dounias E. 2011.** Escuchando a los insectos: acercamiento entomológico al cambio climático entre pueblos indígenas africanos en bosques húmedos tropicales. En: *Perspectivas culturales de clima*. Bogotá, Colombia: Univ. Nacional de Colombia. p 223-246.
18. **Escobar M, Navas A, Medina C, Corrales J, Tenjo A, Borrás L. 2020.** Efecto de prácticas agroecológicas so-

- bre características del suelo en un sistema de lechería especializada del trópico alto colombiano. *Livestock Res Rural Develop* 32 (58). [Internet]. Disponible en: <http://www.lrrd.org/lrrd32/4/maria-es32058.html>
19. **Friend R, Moench M. 2013.** What is the purpose of urban climate resilience? Implications for addressing poverty and vulnerability. *Urban Clim* 6: 98-113. doi: 10.1016/j.uclim.2013.09.002
 20. **Garzón J. 2011.** Cambio climático: ¿Cómo afecta la producción ganadera? *REDVET* 12 (8). [Internet]. Disponible en: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n080811.html>
 21. **González J, Wing Ching R. 2018.** Producción y reproducción de vacas Holstein, Jersey y sus cruces en cinco localidades de Costa Rica. *UNED Res J* 10: 422-427.
 22. **Granderson AA. 2014.** Making sense of climate change risks and responses at the community level: a cultural-political lens. *Clim Risk Manag* 3: 55-64. doi: 10.1016/j.crm.2014.05.003
 23. **Hahn G. 1999.** Dynamic responses of cattle to thermal heat loads. *J Anim Sci* 77: 10-20. doi: 10.2527/1997.77suppl_210x
 24. **Hall J, Ashton M, Garen E, Jose S. 2011.** The ecology and ecosystem services of native trees: implication for reforestation and land restoration in Mesoamerica. *Forest Ecol Manag* 261: 1553-1557. doi: 10.1016/j.foreco.2010.12.011
 25. **Honig H, Ofer L, Kaim M, Jacobi S, Shinder D, Gershon E. 2016.** The effect of cooling management on blood flow to the dominant follicle and estrous cycle length at heat stress. *Theriogenology* 86: 626-634. doi: 10.1016/j.theriogenology.2016.02.017
 26. **IDEAM, PNUD, MADS, DNP, Cancillería. 2016.** Inventario nacional y departamental de Gases de Efecto Invernadero – Colombia. Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático. Bogotá: IDEAM, PNUD, MADS, DNP, Cancillería, FMAM. 546 p. En: http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023731/TCNCC_COLOMBIA_CMNUCC_2017_2.pdf
 27. **Keren E, Olson B. 2006.** Thermal balance of cattle grazing winter range: Model application. *J Anim Sci* 84: 1238-1247. doi: 10.2527/2006.8451238x
 28. **Landini F. 2010.** La dinámica de los saberes locales y el proceso de localización del saber científico. Aportes desde un estudio de caso. *Cuadernos de Desarrollo Rural* 7: 21-43.
 29. **López A, Hernández D. 2016.** Cambio climático y agricultura: una revisión de la literatura con énfasis en América Latina. *El Trimestre Económico* 83: 459-496.
 30. **Leyva J, Armenta C, Zamorano A, Thomas M, Rincon G, Medrano J, Rivera A, et al. 2015.** Variables climáticas asociadas a la producción de leche en vacas Holstein criadas bajo condiciones de estrés por calor del Valle del Yaqui, México. *Rev Latinoam Recursos Naturales* 11: 1-11.
 31. **Medina Carlos. 2016.** Efectos de la compactación de suelos por el pisoteo de animales, en la productividad de los suelos. *Remediaciones. Rev Colomb Cienc Anim* 8: 88-93.
 32. **Meisser M, Vitra A, Deléglise C, Dubois S, Probo M, Mosimann E, et al. 2019.** Las limitaciones de nutrientes inducidas por la sequía afectan el forraje N y P de manera diferente en dos pastizales permanentes. *Agr Ecosyst Environ* 280: 85-94.
 33. **Montiel-Olguín LJ, Estrada-Cortés E, Espinosa-Martínez MM, Mellado M, Hernández-Vélez JO, Martínez-Trejo G, Hernández-Ortíz R, et al. 2019.** Factores de riesgo a nivel de establo asociados con el desempeño reproductivo en el sistema de producción de leche a pequeña escala en México. *Rev Mex Cienc Pecu* 10: 676-691. doi: 10.22319/rmcp.v10i3.4825

34. **Morales C, Wing Ching J. 2020.** Condiciones climáticas y la producción láctea del ganado Jersey en dos pisos altitudinales. *Agron Mesoam* 31: 157-176.
35. **Nardone A, Ronchi B, Lacetera N, Bernabucci U. 2006.** Climatic effects on productive traits in livestock. *Vet Res Commun* 30(Suppl 1): 75-81. doi: 10.1007/s11259-006-0016-x
36. **Navas A. 2017.** Conocimiento local y diseño participativo de sistemas silvopastoriles como estrategia de conectividad en paisajes ganaderos. *Rev Med Vet* 34: 55-65.
37. **Navas A, Montaña V. 2019.** Comportamiento de *Tithonia diversifolia* bajo condiciones de bosque húmedo tropical. *Rev Inv Vet Perú* 30: 721-732. doi: 10.15381/rivep.v30i2.15066
38. **Nguyen Q, Hoang M, O'born I, Noordwijk M. 2013.** Multipurpose agroforestry as a climate change resiliency option for farmers: an example of local adaptation in Vietnam. *Climatic Change* 117: 241-257. doi: 10.1007/s10584-012-0550-1
39. **Nicholls C, Altieri M. 2019.** Bases agroecológicas para la adaptación de la agricultura al cambio climático. *Cuadernos de Investigación* 11: 55-61.
40. **Nieves H, Olarte C. 2008.** Resumen técnico módulo agricultura de inventario nacional GEI años 2000 y 2004. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia (IDEAM), Colombia. p 3-9.
41. **Oyhantçabal W, Vitale E, Lagarmilla P. 2010.** El cambio climático y su relación con las enfermedades animales y la producción animal. En: *Compendio de los temas técnicos presentados ante la Asamblea mundial de los delegados o a las Comisiones regionales de la OIE-2009*, París: Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE) 169-177 p.
42. **Pinilla M; Rueda A; Pinzón C; Sánchez J. 2012.** Percepciones sobre los fenómenos de variabilidad climática y cambio climático entre campesinos del centro de Santander, Colombia. *Ambiente y Desarrollo* 16: 25-37.
43. **Portillo P, Meneses D, Morales S, Cadena M, Castro E. 2019.** Evaluación y selección de especies forrajeras de gramíneas y leguminosas en Nariño, Colombia. *Pastos y Forrajes* 42: 87-96.
44. **Ramírez N, Rueda M, Ferguson B; Jiménez. 2012.** Caracterización del sistema agrosilvopastoril en la depresión Central de Chiapas. *Av Inv Agropec* 16: 7-22.
45. **Orlove B, Roncoli C, Kabugo M, Majugu A. 2011.** Conocimiento climático indígena en el sur de Uganda: múltiples componentes de un sistema dinámico regional. En: *Perspectivas culturales del clima. Instituto latinoamericano para una sociedad y un derecho alternativo. Universidad Nacional de Colombia.* p 183-222. [Internet]. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/78129>
46. **Rodríguez J, Olivares J, Sánchez Y, Aleman Y, Arece J. 2013.** Cambios climáticos y su efecto sobre algunos grupos de parásitos. *Rev Salud Anim* 35: 145-150.
47. **Rousseau L, Fonte S, Téllez O, Van der Hoeck R, Lavelle P. 2013.** Soil macrofauna as indicators of soil quality and land use impacts in smallholder agroecosystems of western Nicaragua. *Ecol Indic* 27: 71-82. doi: 10.1016/j.ecolind.2012.11.020
48. **Ruiz J, Vargas L, Abarca M, Hidalgo H. 2019.** Efecto del estrés calórico sobre la producción del ganado lechero en Costa Rica. *Agron Mesoam* 30: 733-750.
49. **Ulloa A. 2011.** Construcciones culturales del clima. *Perspectivas culturales del clima. Instituto latinoamericano para una sociedad y un derecho alternativo. Universidad Nacional de Colombia.* p 33-54. [Internet]. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/78129>
50. **Velarde L. 2012.** Evaluación de la percepción y los factores determinantes en la implementación de medidas de adaptación al cambio y variabilidad climática por los productores de leche de la cuen-

- ca del río La Villa, Panamá. Tesis de Maestría. San José: Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza. 94 p.
- 51. Zuluaga G, Ruiz A, Martínez E. 2013.** Percepciones sobre cambio climático y estrategias adaptativas de agricultores agroecológicos del Municipio de Marnilla, Colombia. En: Agroecología y resiliencia socioecológica: adaptándose al cambio climático. Medellín, Colombia: REDAGRES – CYTED. p 43-59.