



Tipología de productor y efectos indirectos del cambio climático en la ganadería bovina en Sinaloa



Venancio Cuevas-Reyes ^a

Alfredo Loaiza Meza ^b

Obed Gutiérrez Gutiérrez ^b

Mercedes Borja Bravo ^c

Cesar A. Rosales-Nieto ^{d*}

^a Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Campo Experimental Valle de México, km. 13.5 Carr. Los Reyes-Textcoco, 56250, Textcoco, Estado de México. México.

^b INIFAP. Campo Experimental Valle de Culiacán. Culiacán, Sinaloa. México.

^c INIFAP. Campo Experimental Pabellón. Pabellón de Arteaga, Aguascalientes. México.

^d Texas State University. Department of Agriculture. San Marcos, Texas. EE.UU.

*Autor de correspondencia: nieto_cesar@hotmail.com

Resumen:

El objetivo del trabajo fue tipificar unidades productivas de doble propósito y caracterizar los recursos para la producción de forrajes y los problemas que afectan a la ganadería en Sinaloa, México. Mediante muestreo no probabilístico se seleccionaron 61 ranchos de ocho municipios del estado de Sinaloa, a través de análisis factorial y análisis clúster fueron identificados cuatro grupos de productores: E1, E2, E3 y E4. Los productores tienen diversos usos de la tierra para la producción de forrajes: siembra de cultivos anuales, praderas, pastoreo en tierras en descanso y uso del agostadero. La sequía es el principal problema para el 52.5 % de los productores. Los productores que cuentan con mayor tamaño de hato (E3 y

E4) tienen mayor superficie agrícola y agostadero; sin embargo, presentan una mayor vulnerabilidad en sus sistemas de producción, por lo que tienen que recurrir a la compra de forrajes. El 86.7 % de los productores señaló que el hato ha disminuido por el problema de la sequía, por lo que se requiere del desarrollo de estrategias tecnológicas y políticas para mejorar la producción de forrajes bajo el contexto de cambio climático, y así disminuir la presión y posible deterioro de la superficie agrícola y el agostadero en la región de estudio.

Palabras clave: Agostadero, Pasturas y forrajes, Ganado bovino, Sequía, Trópico.

Recibido: 13/07/2023

Aceptado: 11/10/2023

Introducción

Los principales peligros para el sector productor se relacionan no solo con las tendencias del cambio climático, sino también, y lo que es más importante, con la variabilidad climática y los fenómenos climáticos extremos, como olas de calor, sequías, inundaciones, ciclones e incendios forestales⁽¹⁾. Estos eventos climáticos afectan la salud del ganado por el estrés por calor, el trastorno metabólico, el estrés oxidativo y la supresión inmunológica, lo que resulta en una mayor propensión a la incidencia de enfermedades y la muerte⁽²⁾. De forma general, se ha identificado que un evento de sequía reduce el producto interno bruto agrícola promedio en un 0.8 % a nivel mundial⁽³⁾. Los efectos directos del cambio climático sobre el ganado incluyen afectación de las tasas de crecimiento del ganado, la producción de leche y huevo, el rendimiento reproductivo, la morbilidad y la mortalidad, junto con el suministro de alimentos⁽⁴⁾, mientras que los efectos indirectos se relacionan con el impacto del cambio climático sobre la productividad de los pastos, los cultivos forrajeros y los piensos⁽⁵⁾.

En México existen estudios recientes sobre el manejo, recuperación y conservación de la cubierta vegetal y uso sustentable del agostadero en la ganadería^(6,7,8). Sin embargo, no refieren su relación con el nivel de recursos agrícolas para la producción de forrajes con que cuentan los productores bajo un contexto de sequía. A nivel del productor, los principales cambios climáticos percibidos incluyen lluvias erráticas y reducidas, aumento de la temperatura y períodos prolongados y frecuentes de sequía, lo cual ha ocasionado impactos negativos en la producción ganadera; escasez de forraje y agua, lo que lleva a la inanición, desnutrición y mortalidad del ganado, disminución de la productividad y bajos precios de mercado⁽⁹⁾.

Los sistemas de producción ganaderos en áreas de temporal dependen del uso del suelo para la siembra, así como el uso de la vegetación natural existente en los agostaderos de uso común para el mantenimiento del hato a lo largo del año. A nivel nacional, la producción pecuaria está asociada a una superficie con vegetación natural de 26.4 millones de hectáreas en selvas (28.3 %); de las cuales, 12.2 % corresponden al trópico húmedo y 16.1 % a trópico seco, respectivamente⁽¹⁰⁾. La producción ganadera de Sinaloa se ubica principalmente en el trópico seco, en la región confluyen una diversidad de usos de la tierra y agostadero con problemáticas y manejo específicos desde la perspectiva del productor. Además, bajo el contexto actual existe muy poca información sobre los efectos directos e indirectos del cambio climático en la ganadería.

El presente estudio realiza una descripción de la superficie agrícola y agostadero destinado a la producción de forrajes, identifica los principales problemas en la ganadería, y a la sequía como una consecuencia del cambio climático desde la perspectiva y opinión de diferentes grupos de productores. El objetivo del trabajo fue tipificar unidades productivas de doble propósito y caracterizar los recursos para la producción de forrajes y los problemas que afectan a la ganadería en Sinaloa, México. La hipótesis es que la vulnerabilidad ambiental en el sistema de producción pecuario tiene una relación directa con el nivel de recursos productivos que tiene el productor; así a mayor tamaño de hato, se tiene una mayor compra de forrajes y superficie de agostadero y una mayor percepción de la sequía como un grave problema que afecta a su sistema productivo.

Material y métodos

Localización de la zona de estudio

La zona de estudio se ubica al Noroeste del país, en el estado de Sinaloa, en las siguientes coordenadas extremas: al Norte 27°02'32", al Sur 22°28'02" de latitud Norte; al Este 105°23'32", al oeste 109°26'52" de longitud Oeste. El estado representa el 2.9 % de la superficie del país, y tiene colindancias al norte con el estado de Sonora y Chihuahua; al este con Durango y Nayarit; al sur con Nayarit y el Océano Pacífico; al oeste con el Golfo de California⁽¹¹⁾. Sinaloa está integrado por 18 municipios; el presente estudio se realizó en ocho municipios, los cuales representan el 44.44 % y se ubican en tres regiones geográficas: zona sur (Rosario, Mazatlán, Concordia, San Ignacio), zona centro (Elota) y zona norte (Guasave, Mocerito, El Fuerte). Estos municipios se seleccionaron para contar con información de las tres zonas geográficas del estado.

Las condiciones climatológicas en Sinaloa son muy secas; en general presenta un clima cálido subhúmedo, seco y semiseco, y solo 2 % del estado presenta en la zona serrana un clima templado subhúmedo⁽¹²⁾. La precipitación ocurre de forma irregular, los registros promedio presentan valores que aumentan de norte a sur y conforme se asciende de la costa a la sierra. En la llanura costera van de 200 hasta 700 mm, y en su porción sureste sobrepasan los 1,000 mm. Al noroeste la precipitación es de 600 mm y en el sureste varía desde 800 hasta más de 1,500 mm⁽¹³⁾.

Tipos de vegetación y manejo del ganado

El 45.1 % de la superficie de Sinaloa está cubierta por vegetación natural (selvas, bosque, vegetación hidrófila, matorral, otros tipos de vegetación y pastizal), es decir, que no ha sido alterada por el hombre o por acontecimientos naturales. En tanto, 54.9 % corresponde a terrenos para la agricultura, pastizales cultivados, zonas urbanas, áreas sin vegetación aparente, cuerpos de agua y vegetación secundaria⁽¹⁰⁾. La vegetación natural existente en el agostadero en Sinaloa corresponde, principalmente al denominado “bosque tropical caducifolio”⁽¹⁴⁾, o también denominado como “selvas secas”⁽¹⁵⁾. El manejo del ganado en Sinaloa utiliza el agostadero; este recurso es fundamental para el aporte de forraje en la alimentación del ganado durante la época de lluvias, aunado al uso de pastoreo de cultivos anuales (sorgo, maíz) en la forma tradicional⁽¹⁶⁾ y el uso en época de lluvias y secas de las praderas perennes establecidas como resultado de la transferencia de tecnología realizada por centros de investigación locales.

Selección de la muestra e instrumento aplicado

El estudio utilizó información obtenida a través de encuestas a productores. La muestra se obtuvo mediante el uso de muestreo no probabilístico intencional⁽¹⁷⁾. El muestreo intencional prioriza la selección de casos que provean información de calidad de un tema específico para su análisis a profundidad y es realizado a través de la definición de criterios definidos por el investigador^(18,19). La encuesta se aplicó por seis extensionistas pecuarios ubicados en la zona de estudio y contratados por la Dirección de Ganadería del Gobierno del estado de Sinaloa; ellos seleccionaron por facilidad de acceso y seguridad los municipios y productores a entrevistar, los criterios de selección fueron: 1) ser productores de ganado doble propósito (sistema representativo de Sinaloa) y, 2) accedieran a contestar la encuesta.

En total se realizaron 61 encuestas: zona norte (10), zona centro (7) y zona sur (44). La encuesta se aplicó en el primer trimestre del 2022. La encuesta se diseñó para obtener información relacionada con la edad del productor, la superficie total utilizada para la producción pecuaria, áreas de siembra, áreas con praderas, incluyendo información sobre si dispone o no de agostadero, meses de utilización y superficie total de agostadero, se obtuvo el inventario de ganado con que cuenta cada unidad de producción, se preguntó sobre la percepción que tienen sobre las fechas relacionadas con el inicio y fin de la época de lluvias (¿cuándo era el inicio y fin de la época de lluvias?), el comportamiento del tamaño del hato en los últimos diez años (¿Usted considera que el ganado había aumentado, disminuido o seguía igual en los últimos diez años? y ¿Cuál fue el motivo de la disminución?). Para identificar la problemática, se pidió al productor que eligiera, en orden de importancia de mayor a menor, los problemas que desde su percepción afectaban en mayor medida a la producción ganadera. Los problemas planteados fueron: altos costos de forrajes, alto costo de combustibles, bajo precio de la leche, bajo precio del kilo de becerro, falta de apoyos del gobierno y sequía.

Análisis de la información

Se utilizó análisis factorial (AF) para poder reducir la dimensión de los datos y explicar un fenómeno desde un menor número de variables llamados factores⁽²⁰⁾. El propósito principal del AF es “tratar de establecer una estructura subyacente entre las variables del análisis, a partir de estructuras de correlación entre ellas, es decir, busca definir grupos de variables (más conocidos como factores) que estén altamente correlacionados entre sí”⁽²¹⁾. Para la determinación del número de factores a extraer se consideró el criterio del porcentaje de varianza explicada, el cual para ciencias sociales se puede establecer un mínimo de 60 %⁽²²⁾. La matriz de factores se estimó mediante el método de rotación Varimax con káiser; la solución rotada se detiene cuando se logra maximizar las ponderaciones a nivel del factor. Es decir, se espera que cada ítem o variable sea representativo en solo uno de ellos, con el fin de minimizar al máximo el número de variables dentro de cada factor; de esta forma, se obtuvo la matriz de factores, la cual contiene las ponderaciones (cargas o pesos) de cada variable, así una variable está contenida en un factor cuando su contribución se sitúa por encima de 0.5⁽²³⁾.

El AF utilizó 10 variables cuantitativas, variables que se han utilizado en otros estudios para realizar tipologías de productores^(24,25,26): número de unidades animal y tamaño de hato, superficie sembrada, superficie de agostadero, número de hijos que trabajan en el rancho, número total de hijos, edad del productor, superficie con praderas, superficie en descanso y, número de meses con escasez de forraje. Para verificar la utilidad del análisis de factores se

obtuvo la medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO): valores menores a 0.5 de este estadístico, indicarían que el AF no resultaría una técnica útil, y valores entre 0.5 y 0.6, que el grado de intercorrelación es medio, pero aplicable, en tanto un KMO con valores mayores a 0.7 indicaría un alta intercorrelación entre las variables⁽²⁷⁾. Además, se utilizó la prueba de esfericidad de Bartlett; este test prueba la hipótesis nula de que las variables están intercorrelacionadas, es decir, evalúa si la matriz de correlaciones no es una matriz de identidad, aquella en la que no existe relación entre las variables, y esta prueba se acepta como válida si el nivel de significancia es menor al 5 %⁽²⁸⁾.

Para la identificación de los diferentes grupos de productores se realizó un análisis clúster (AC), el cual permitió agrupar productores con características similares dentro del grupo y con amplia variabilidad entre ellos. De acuerdo con Rao y Srinivas⁽²⁹⁾ en el AC los grupos se forman de tal manera que cada objeto es parecido a los que hay dentro del clúster. Para la identificación de los grupos se utilizó el análisis de conglomerados jerárquico con el método de Ward y la distancia euclídea al cuadrado⁽³⁰⁾. El análisis entre los grupos se realizó mediante la prueba de Kruskal-Wallis, y pruebas de Ji cuadrada para variables cualitativas para determinar las diferencias ($P < 0.05$) entre los grupos. Para verificar si existe una relación entre superficie de agostadero, número de meses de compra de forraje y número de cabezas del hato se realizó un análisis de correlación de Spearman, dado que no se cumplió la normalidad de los datos. Los análisis estadísticos se realizaron con el software SPSS⁽³¹⁾.

Resultados y discusión

Análisis factorial

El AF permitió identificar cuatro factores que explican el 68.79 % de la varianza de los datos (Cuadro 1). Los componentes obtenidos fueron denominados de la siguiente forma: recursos agropecuarios (C1), recursos forrajeros (C2), recursos familiares (C3) y recursos forrajeros adicionales (C4); las variables fueron positivas en cada componente. La medida de adecuación muestral KMO presentó un valor de 0.61 y la prueba de esfericidad de Bartlett mostró un valor de Ji cuadrada (X^2) de 444.73 y una significancia de $P < 0.0001$, por lo que se puede afirmar que el AF resultó un modelo idóneo y apropiado para la reducción de variables. El análisis clúster identificó cuatro grupos: el grupo 1 (G1) representó el 27.80 % de la muestra, el G2 representó el 49.20 % y fue el que tuvo el mayor porcentaje de productores entrevistados, el G3 representó 9.80 % y finalmente, el G4 representó el 13.10 % del total de productores.

Cuadro 1: Matriz de componentes rotados y porcentaje de varianza explicada

Variable	C1	C2	C3	C4	Comunalidad
Tamaño del hato	.964	.053	-.068	-.089	.945
Unidades animales	.964	.053	-.065	-.093	.945
Superficie sembrada, ha	.754	.261	-.008	.233	.691
Superficie de agostadero, ha	.529	-.400	.114	-.177	.484
Hijos que trabajan en el rancho, #	-.011	-.062	.873	-.082	.774
Número total de hijos	-.052	.344	.783	.177	.766
Edad del productor	-.068	.559	.220	.109	.378
Superficie con praderas, ha	.207	.621	.181	-.047	.464
Superficie en descanso, ha	-.040	-.034	.039	.958	.922
Meses con escasez de forraje	.062	.694	-.130	-.090	.511
Valor propio	2.813	1.861	1.185	1.021	
% de la varianza	28.132	18.606	11.845	10.214	
% acumulado	28.132	46.738	58.583	68.797	

Recursos familiares

La edad de los productores fue similar entre los cuatro grupos ($P>0.05$): fluctúa entre 50 y 57 años, los productores del G4 fueron los más jóvenes con una mediana de 50 años. Los cuatro grupos tienen entre 2 y 3 hijos en promedio. En general, existe muy poca participación de los hijos en las actividades productivas de los ranchos (Cuadro 2). Estos resultados coinciden con Cuevas *et al*⁽³²⁾ quienes señalan que las características socioeconómicas del productor en Sinaloa presentan características homogéneas.

Cuadro 2: Recursos familiares de los grupos de productores (mediana±RIC*)

Variable	G1	G2	G3	G4	P**
Edad	56.00±26.00	57.50±21.25	56.00±23.25	50.00±17.00	0.338
Hijos totales, #	3.00±3.50	2.00±3.20	2.00±3.20	3.00±3.50	0.544
Hijos trabajan, #	0±1.00	0±1.00	0±1.00	0.50±1.00	0.657

*RIC=rango intercuartílico, **Prueba de Kruskal-Wallis.

Recursos agropecuarios

El tamaño de hato fue similar entre el G1 y G2 (36 y 42.5 cabezas de ganado por grupo), pero diferente ($P<0.05$) entre el resto de los grupos (180 para el G3 y 110.5 en el G4); este comportamiento fue similar para la variable unidad animal (UA). La superficie sembrada resultó sin diferencias ($P>0.05$) entre los grupos G1, G2 y G4. Mientras que la superficie de agostadero con que cuentan los productores fue diferente ($P<0.05$) en tres grupos: G1, G2 y G3 (Cuadro 3).

Cuadro 3: Recursos agropecuarios de los grupos de productores (mediana \pm RIC*)

Variable	G1	G2	G3	G4	P**
Hato, No. de cabezas	36.00 \pm 28.50 ^a	42.50 \pm 27.25 ^a	180.00 \pm 69.50 ^b	110.50 \pm 21.25 ^c	0.001
UA	32.75 \pm 26.00 ^a	37.25 \pm 25.61 ^a	154.50 \pm 61.70 ^b	95.20 \pm 13.42 ^c	0.001
Sup. sembrada, ha	20.00 \pm 21.50 ^a	12.00 \pm 12.18 ^a	50.00 \pm 62.50 ^b	13.00 \pm 15.25 ^a	0.027
Agostadero, ha	38.00 \pm 40.50 ^a	3.50 \pm 90.00 ^b	65.00 \pm 126.00 ^c	15.00 \pm 80.80 ^a	0.001

*RIC=rango intercuartílico, **P es la probabilidad obtenida mediante la prueba de Kruskal-Wallis.

^{abc} Valores con distinta literal son diferentes ($P<0.05$).

El uso de los recursos agrícolas para la producción de forraje (superficie sembrada y agostadero) están en función de la temporada de lluvias. Los productores señalaron contar con un período de lluvias de tres meses (63.90 % mencionaron que la época de lluvias inicia en julio, mientras que el 41 % señaló que termina en el mes de septiembre). Así la época de lluvias correspondería a un periodo de tres meses, de julio a septiembre, en tanto que la temporada de lluvias podría ser hasta de nueve meses al año: octubre a junio.

El agostadero es utilizado en la época de lluvias cuando el bosque tropical caducifolio se renueva; al respecto estudios previos señalan que, durante la época de lluvias el ganado improductivo, becerros y becerras destetadas son enviados al “agostadero”, para el pastoreo de hierbas y árboles⁽³³⁾, estos mismos autores describen las principales especies que existen en el agostadero; la estructura vertical se encuentra constituida por árboles dominantes con alturas de 10 a 15 m, el piso superior lo integran especies como *Lysilpma divaricata*, *Caesalpinia sclerocarpa*, *Pithecellobium mangense*, *Conzattia sericea*. En tanto, el sotobosque se cubre durante el verano, por una densa alfombra de especies herbáceas, que son altamente preferidas por el ganado: *Carlowrightia costarina*, *Henrya imbricans*, *Henrya scorpioides*, *Ruellia donnell-smithii* y *Siphonoglossa sessilis*. Este recurso es utilizado por los productores y es uno de los recursos vegetales más amenazados en México; al respecto

un estudio realizado sobre este tipo de vegetación encontró una tasa de deforestación anual del 1.4 % y áreas fragmentadas y perturbadas⁽³⁴⁾.

Finalmente, durante la “época de sequía, las tierras sembradas con cultivos agrícolas anuales, son utilizadas como “potreros”, es decir, después de cosechar el maíz o la panoja de sorgo, el resto de la planta (esquilmo) sirve como alimento para el ganado. En esta época todo el ganado se concentra en estos potreros, los cuales están cercados con alambre de púas y postes de madera regional obtenida del agostadero, y la alimentación es complementada con la compra de forrajes y uso de esquilmos de las zonas de riego del estado. Estos resultados concuerdan con un estudio del sistema bovinos de doble propósito (SBDP) llevado a cabo en el norte de Sinaloa⁽³⁵⁾ el cual señala que el SBDP basa su sustento en el pastoreo de diferentes recursos forrajeros: pastoreo en residuos en áreas cultivadas (cultivos agrícolas de maíz y sorgo), en praderas establecidas, y en el pastoreo de áreas de uso común denominado agostadero, combinado con la suplementación alimenticia.

Recursos forrajeros para el ganado

El uso de praderas y “sabanas” resultó similar en los cuatro grupos de productores ($P>0.05$). Existe una baja cantidad de superficie de praderas y tierras de descanso: solo el 45.90 % de productores reportó el uso de praderas y 21.30 % deja tierras en descanso. No obstante, todos los grupos presentan compras de forraje, pero aquellos que tienen mayor número de animales (G3 y G4) lo hacen durante un mayor número de meses; de 5 a 6.6 meses al año (Cuadro 4).

Cuadro 4: Recursos forrajeros de los grupos de productores (mediana \pm RIC*)

Variable (ha)	G1	G2	G3	G4	P**
Praderas	0 \pm 12.50	0.50 \pm 3.00	0 \pm 16.00	0 \pm 12.75	0.927
Compra forrajes, meses	3.00 \pm 2.50	3.00 \pm 3.00	5.00 \pm 4.50	6.50 \pm 9.00	0.057
Superficie en descanso, ha	0 \pm 10.00	0 \pm 0	0 \pm 2.00	0 \pm 0	0.107

*RIC=rango intercuartílico, **Prueba de Kruskal-Wallis.

El manejo del ganado en este tipo de recursos es el siguiente. Al inicio del periodo de lluvias, las vacas en lactancia permanecen en las superficies en descanso o “sabanas” (áreas agrícolas abiertas al cultivo que no se siembran y se utilizan para mantener este tipo de ganado pastoreando vegetación natural o hierbas nativas). El uso de sabanas es una necesidad para mantener el ganado, aun cuando los residuos de los cultivos suelen ser de baja calidad.

Los productores que tienen praderas utilizan el forraje durante la época de sequía, ya que durante la época húmeda las sabanas tienen forraje suficiente para las vacas productoras. Al

respecto un estudio realizado en Sinaloa para pequeños productores⁽³⁶⁾ señala que “los productores que cuentan con praderas de pastos perennes, las utilizan como lotes de reserva en los meses de enero a junio (sequía); los animales pastorean en forma continua hasta el consumo total de las praderas que pasan a descanso y recuperación durante el periodo húmedo (julio a diciembre), situación que va en contra del manejo de pastizales, pero la toma de decisión del productor al respecto está condicionada por el periodo de lluvias que utiliza el agostadero como fuente de alimentación”.

Los resultados de la correlación entre tamaño del hato (TH) y la compra de forrajes fue significativa ($P<0.05$) con un valor de $\rho_{59}=.255$, $P=.047$, y la correlación entre el TH y el número de hectáreas de agostadero fue moderada ($P<0.05$) con un valor de $\rho_{59}=.305$, $P=.017$. Lo anterior parece indicar que, para la muestra analizada, los productores que cuentan con mayor TH tienen mayor superficie de agostadero y mayor necesidad de compra de forraje, lo cual puede inducir a la pérdida de productividad de este recurso. Ya que como señalan Enríquez *et al*⁽³⁷⁾ en al menos 24 estados del país, el número de cabezas de ganado, es superior a la capacidad de carga, en función de la producción de forrajes. Esta situación trae como consecuencia la degradación paulatina de las praderas y, por consiguiente, una disminución de su productividad.

Problemática en el sistema pecuario

El primer y segundo problema que tiene la producción ganadera en la región de estudio fue la sequía y el alto costo de los forrajes, en los cuatro grupos analizados no se presentó diferencias ($P>0.05$), el único problema planteado que presentó diferencias entre los grupos fue el del bajo precio del becerro ($P<0.05$) entre el G1 y el G4 (Cuadro 5). Los resultados coinciden con lo señalado por Habte *et al*⁽⁹⁾ respecto a que la sequía es uno de los efectos indirectos más importantes del cambio climático en la ganadería, ya que el 52.50 % de los productores entrevistados señalaron que la principal problemática tiene relación con sequías más intensas que limitan la producción de forrajes para la alimentación del ganado.

Cuadro 5: Principales problemas de la ganadería bovina en la región de estudio (%)

Problema	*G1 (17)	G2 (30)	G3 (6)	G4 (4)	Promedio	X ²
Sequías	64.70	43.30	50.00	62.50	52.50	0.691
Alto costo de forrajes	29.40	26.70	33.30	12.50	26.20	0.687
Bajo precio del kilo de becerro	35.30 ^a	13.30 ^b	0.0	37.50 ^a	21.30	0.005
Falta de apoyos del Gobierno	17.60	16.70	16.70	12.50	16.40	0.173
Bajo precio de la leche	23.50	13.30	0.0	12.50	14.80	0.188
Alto costo de combustibles	0	6.7	0.0	0.0	3.30	0.748

X²= prueba Ji-cuadrada, *entre paréntesis se encuentra el total de productores del grupo.

^{ab} Valores con distinta literal son diferentes ($P<0.05$).

A través del monitoreo de la sequía que realiza la Comisión Nacional del Agua⁽³⁸⁾ a nivel nacional y en Sinaloa, esta institución ha identificado varios años con periodos críticos de sequía; en su reporte para el año 2021 identificó en cinco municipios de la región de estudio (Concordia, Elota, Mazatlán, Mocorito y San Ignacio) condiciones de sequía extrema, mientras que los otros tres municipios (El Fuerte, Guasave y Rosario) presentaron sequía severa en el año 2021.

El 86.70 % de los productores señaló que el inventario pecuario ha disminuido en los últimos diez años, y el 67.30 % mencionó como principal motivo, los periodos frecuentes de sequía. Ya que, los periodos de sequía intensos disminuyen la disponibilidad de forraje, y también estos fenómenos extremos como las temporadas crecientes de calor, las sequías intensas, así como las inundaciones tendrán efectos adversos para el sector agrícola y también en la productividad pecuaria y afectaciones en el inventario productor^(8,9). Cabe mencionar que no se investigó de forma directa los meses y mecanismos para otorgar agua a los animales, sin embargo, el manejo del agua para los animales se subsana mediante norias (pozos), arroyos cercanos a los corrales, y represas; los productores del norte del estado (El fuerte, Guasave) tienen sus tierras cercanas a canales de riego, así como “acarreo” de agua en camionetas. La sequía y el manejo del agua para el ganado es un tema que debe profundizar en próximos estudios en la producción pecuaria en el trópico.

Conclusiones e implicaciones

El periodo de sequía en la muestra analizada fue de nueve meses; la escasez de forraje durante esta época obliga a los productores a comprar pasturas y otros alimentos hasta seis meses al año. En este sentido, la hipótesis planteada fue corroborada, al identificar que los productores que cuentan con mayor tamaño de hato presentan mayor vulnerabilidad en la producción de forrajes para alimentación del ganado, por lo que tienen que recurrir a la compra de forrajes y a la utilización de una mayor superficie agrícola y de agostadero. Respecto a la vulnerabilidad sobre la sequía como problema del cambio climático los productores con mayor tamaño de hato señalan como principal problemática a la sequía; sin embargo, el porcentaje de productores que señalan a la sequía como principal problema es mayor en los productores con hatos pequeños. Los resultados obtenidos aplican para los productores entrevistados, no obstante, podrían ser utilizados para regiones con condiciones geográficas similares. Se requiere del desarrollo de estrategias tecnológicas y políticas diferenciadas por tipos de productores de acuerdo con los recursos con los que cuentan, para mejorar la producción de forrajes bajo el contexto de la sequía, y así disminuir la presión y posible deterioro de la superficie agrícola y el agostadero en el estado de Sinaloa.

Agradecimientos

Se agradece a los extensionistas que aplicaron la encuesta, a los productores entrevistados y al INIFAP por el financiamiento al proyecto SIGI 14235135370: “Producción sustentable de forraje bajo un contexto de cambio climático y degradación de suelos en el trópico seco de México”.

Literatura citada:

1. Godde CM, Mason-D'Croz D, Mayberry DE, Thornton PK, Herrero M. Impacts of climate change on the livestock food supply chain; a review of the evidence. *Glob Food Sec* 2021;28:100488. doi.org/10.1016/j.gfs.2020.100488.
2. Ali MZ, Carlile G, Giasuddin M. Impact of global climate change on livestock health: Bangladesh perspective. *Open Vet J* 2020;10(2):178-188. doi:10.4314/ovj.v10i2.7.
3. Kim W, Izumi T, Nishimori M. Global patterns of crop production losses associated with droughts from 1983 to 2009. *J Appl Meteorol Clim* 2019;15:1233–1244. doi.org/10.1175/JAMC-D-18-0174.1.
4. Cheng M, McCarl B, Fei C. Climate change and livestock production: A literature review. *Atmosphere* 2022;13(1):140. doi.org/10.3390/atmos13010140.
5. Wreford A, Topp CF. Impacts of climate change on livestock and possible adaptations: a case study of the United Kingdom. *Agric Syst* 2020;178:102737. doi: 10.1016/j.agry.2019.102737.
6. Alcalá-Galván CH, Barraza-Guardado RH, Álvarez FA, Rueda-Puente EO. Uso sustentable de agostaderos y el sistema vaca-cría en el Noroeste de México. *Agron Mesoam* 2018;29(2):433-447. doi:10.15517/ma.v29i2.29185.
7. Castro-Molina OA, Rodríguez-Gómez LI. Determinantes de las actitudes de los ganaderos hacia la conservación del agostadero en el río Sonora, México. *Estudios sociales* 2020;30(56). doi:10.24836/ES.V30I56.997.
8. Elizalde LGG, Sagarnaga VLM, Salas GJ M, Aguilar AJ, Barrera POT. Ganadería colectiva e individual en el sistema vaca-becerro en agostaderos de uso común en el Altiplano de México. *Cuadernos de Desarrollo Rural* 2022;19. doi.org/10.11144/Javeriana.cdr19.gcis.
9. Habte M, Eshetu M, Maryo D, Andualem LA. Effects of climate variability on livestock productivity and pastoralist's perception: the case of drought resilience in Southeastern Ethiopia. *Vet Animal Sci* 2022;16. doi.org/10.1016/j.vas.2022.100240.

10. INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Anuario estadístico y geográfico por entidad federativa 2016. https://www.inegi.org.mx/contenido/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/AEGPEF_2016/702825087357.pdf.
11. INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Anuario geográfico de Sinaloa 2017. https://www.datatur.sectur.gob.mx/ITxEF_Docs/SIN_ANUARIO_PDF.pdf
12. INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Monografía Sinaloa 2011. <http://www.cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/sin/territorio/clima.aspx?tema=me>.
13. Rzedowski J. Vegetación de México. México: Edit. Limusa; 1978.
14. CONABIO. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Selvas secas 2022. <https://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/selvaSeca>.
15. Flores CLM, Arzola-González JF, Ramírez-Soto M, Osorio-Pérez A. Repercusiones del cambio climático global en el estado de Sinaloa, México. Rev Colomb Geogr 2012;21(1):115-129. doi.org/10.15446/rcdg.v21n1.25562.
16. Perales RMA, Fregoso TLE, Martínez ACO, Cuevas RV, Loaiza MA, Reyes JJE, *et al.* Evaluación del sistema agrosilvopastoril del sur de Sinaloa. Sustentabilidad y sistemas campesinos: cinco experiencias de evaluación en el México rural. Masera O, López RL editores. México: Edit. Mundiprensa; 2000.
17. Alaminos A, Castejón CJL. Elaboración, análisis e interpretación de encuestas, cuestionarios y escalas de opinión. España: Editorial Marfil; 2006.
18. Quinn MP. Qualitative Research & Evaluation Methods. Sage Publications. USA. 2022.
19. Hernández GO. Aproximación a los distintos tipos de muestreo no probabilístico que existen. Rev Cubana Med Gen Integr 2021;37(3):e1442. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21252021000300002.
20. Pizarro RK, Martínez MO. Análisis factorial exploratorio mediante el uso de las medidas de adecuación muestral KMO y esfericidad de Bartlett para determinar factores principales. J Sci Res 2020;5:903–924. Doi:10.5281/zenodo.4453223.
21. Méndez MC, Rondón SMA. Introducción al análisis factorial exploratorio. Rev Colomb Psiquiatría 2012;41(1):197-207. <https://www.redalyc.org/pdf/806/80624093014.pdf>
22. Hair JF, Black WC, Babin BJ, Anderson RE. Multivariate data analysis. 7th ed. Prentice Hall, Upper Saddle River. 2009.

23. Pena-López JA, Sánchez SJM. Disparidades económicas intrarregionales a escala municipal: Evidencia empírica para el caso gallego. *Rev Estudios Regionales* 2008;(81):15-43. <https://www.redalyc.org/pdf/755/75511138001.pdf>.
24. Cuevas RV, Loaiza MA, Espinosa JJA, Vélez IA, Montoya FM. Tipología de las explotaciones ganaderas de bovinos doble propósito en Sinaloa, México. *Rev Mex Cienc Pecu* 2016;7(1):69-83. <https://www.redalyc.org/pdf/2656/265644475007.pdf>.
25. Velázquez AJA. Tipología de productores de ganado bovino en la región indígena XIV Tulijá-Tseltal-Chol de Chiapas, México. *Rev Mex Cienc Pecu* 2015;6(4):405-417. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=265643592006>.
26. Méndez-Cortés V, Mora-Flores JS, García SJA, Hernández-Mendo O, García-Mata R, García-Sánchez RC. Tipología de productores de ganado bovino en la zona norte de Veracruz. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 2019; 22: 305-314. doi.org/10.56369/tsaes.2723.
27. Fernández CH, Pérez RFO. El modelo logístico: una herramienta estadística para evaluar el riesgo de crédito. *Rev Ingenierías Universidad de Medellín* 2005;4(6):55-75. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=75040605>.
28. Garmendia ML. Análisis factorial: una aplicación en el cuestionario de salud general de Goldberg, versión de 12 preguntas. *Rev Chil Salud Pública* 2007;11(2):57-65. <https://revistasaludpublica.uchile.cl/index.php/RCSP/article/view/3095>.
29. Rao AR, Srinivas V. Regionalization of watersheds by hybrid cluster analysis. *J Hydrology* 2006;318(4):37-56. doi.org/10.1016/j.jhydrol.2005.06.003.
30. Ward JH Jr. Hierarchical grouping to optimize an objective function. *J Am Statist Assoc* 1963;58(301):236-244. [doi:10.1080/01621459.1963.10500845](https://doi.org/10.1080/01621459.1963.10500845).
31. IBM Corporation. SPSS software. <https://www.ibm.com/mx-es/analytics/spss-statistics-software>. 2023.
32. Cuevas RV, Baca MJ, Cervantes EF, Espinosa GJA, Aguilar AJ, Loaiza MA. Factores que determinan el uso de innovaciones tecnológicas en la ganadería de doble propósito en Sinaloa, México. *Rev Mex Cienc Pecu* 2013;4(1):31-46. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=265625754005>.
33. Guízar NE, González EA, Díaz OA. Composición Florística del agostadero en las comunidades de El Huajote y Malpica, municipio de Concordia, Sinaloa. Perales RM, Fregoso L, editores. *Desarrollo sostenible de los agro ecosistemas del sur de Sinaloa*. Universidad Autónoma Chapingo. México. 1994.

34. Trejo I, Dirzo R. Deforestation of seasonally dry tropical forest: a national and local analysis in Mexico. *Biological Conservation* 2000;94:133-142. doi:10.1016/S0006-3207(99)00188-3.
35. Cuevas-Reyes V, Rosales-Nieto C. Caracterización del sistema bovino doble propósito en el noroeste de México: productores, recursos y problemática. *Rev MVZ Córdoba* 2018;23(1):6448-6460. doi:10.21897/rmvz.1240.
36. Loaiza MA, Cuevas RV, Moreno GT, Reyes JE, González GD. Innovaciones tecnológicas diferenciadas en el sistema de producción de bovinos doble propósito del trópico seco en Sinaloa. Libro Técnico Núm. 1. CIRNO-INIFAP. Sinaloa, México. 2018.
37. Enríquez QFJ, Esqueda EVA, Martínez MD. Rehabilitación de praderas degradadas en el trópico de México. *Rev Mex Cienc Pecu* 2021;12(Suppl3):243-260. doi.org/10.22319/rmcp.v12s3.5876.
- 38.. CONAGUA. Comisión Nacional del Agua. El Monitor de Sequía en México al 15 de abril de 2021. <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/monitor-de-sequia/monitor-de-sequia-en-mexico>.