

Caracterización del balance forrajero estacional en 17 municipios de la zona tropical del centro del estado de Veracruz, México

Raymundo Salvador Gudiño Escandón ^a

José Alfredo Santiago Villagómez Cortés ^a

María Luisa Méndez Ojeda ^a

Cesar Gilberto Luna Azuara ^a

Vicente Eliezer Vega-Murillo ^{a*}

^a Universidad Veracruzana. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Miguel Ángel de Quevedo s/n Esq. Yáñez. Col. Unidad Veracruzana. 91710. Veracruz, Ver, México.

*Autor de correspondencia: vvega@uv.mx

Resumen:

El objetivo fue caracterizar el balance forrajero durante la época seca y lluviosa en 17 municipios de la zona tropical del centro del estado de Veracruz, México, con el fin de tipificar e identificar dominios de recomendación. Para ello, se utilizaron los registros del padrón ganadero nacional de 2019 a través del Sistema de Identificación Individual de Ganado (SINIIGA), que registra cada unidad de producción (UPP). El balance forrajero estacional se calculó para cada UPP para estimar las necesidades de materia seca (MS) para una unidad animal; determinando así el déficit promedio de MS se agrupó en los 17 municipios. Se emplearon modelos lineales generales y valores descriptivos con un número total de 17,892 UPP. Estas unidades de producción tenían una superficie promedio de 19.40 ha, 23.67 unidades animal (UA) por hato y una carga animal de 1.22 UA ha⁻¹. Esta carga se consideró alta para las condiciones tecnológicas de la zona, donde el balance forrajero suele ser negativo en la época seca. Se concluyó que el balance forrajero en la época lluviosa es positivo, por lo que se recomienda considerar el uso de tecnologías para la conservación de forraje durante la época seca. Además, es necesario tipificar con mayor precisión las diferentes condiciones de las UPP para proporcionar recomendaciones más específicas para cada sitio.

Palabras clave: Unidad animal, Unidad productiva, Carga animal, Balance forrajero, Materia seca.

Recibido: 30/05/2024

Aceptado: 07/11/2024

Introducción

América Latina y el Caribe están a la vanguardia de la lucha mundial contra el hambre, siendo la ganadería uno de los principales impulsores de la producción sostenible^(1,2). En México, la producción de ganado bovino se sustenta en el pastoreo de forrajes nativos y algunos introducidos⁽³⁾. La caracterización de una región proporciona un conocimiento integral de sus circunstancias naturales, físicas, económicas, socioculturales y ambientales. Este conocimiento permite diversificar y adoptar tecnologías al identificar los llamados dominios de recomendación⁽⁴⁾. En el trópico mexicano se concentra el 80 % del sistema Doble Propósito (SDP), localizado en los estados de Veracruz, San Luis Potosí, Tamaulipas, Chiapas y Tabasco⁽⁵⁾. El factor más importante que limita la producción en el trópico es la baja disponibilidad y calidad de los forrajes, aunado a la sequía, la canícula y los suelos de pobre fertilidad⁽⁶⁾. Como en otras regiones tropicales, en la región centro de Veracruz se enfrenta el desafío del déficit de materia seca (MS) durante el periodo seco⁽⁷⁾. Para lograr una ganadería sostenible, la estimación de la capacidad de carga animal es fundamental. Esto requiere el desarrollo de trabajos teóricos y experimentales innovadores que permitan realizar esta tarea de manera operativa y a bajo costo⁽⁸⁾. La mayoría de las unidades de producción (UPP) de los ganaderos del centro del estado de Veracruz no estiman la capacidad de carga animal de sus potreros y no poseen alimentos suficientes para enfrentar el periodo o la época seca. Como consecuencia, los ecosistemas se deterioran y cada año disminuye la cantidad de biomasa en la época seca⁽⁹⁾. Derivado de lo anterior el propósito del presente estudio fue caracterizar el balance forrajero estacional en 17 municipios de la zona tropical del centro de Veracruz.

Material y métodos

Población de estudio

La investigación se llevó a cabo en la región central del estado de Veracruz de Ignacio de la Llave, México, situada entre las latitudes 17°03'18'' y 22° 27'18'' y las longitudes 93°36'13'' y 98°36'00''. Con una superficie de 72,417 km², el estado se ubica al este de la República Mexicana. Por su extensión territorial, ocupa el décimo lugar a nivel nacional y

representa el 3.7 % del territorio nacional⁽¹⁰⁾. El área de estudio se encuentra a una altitud de hasta 67 msnm. Según la clasificación de Köppen-Geiger, el clima es tropical AW, con temperatura media anual de 25.9 °C y una precipitación pluvial media anual es de 1,393.3 mm^(11,12).

Selección de la muestra

Se utilizó información básica del periodo de enero a diciembre de 2019, capturada en el sistema de inventario del Padrón Ganadero Nacional⁽¹³⁾ a través del Sistema Nacional de Identificación Individual de Ganado SINIIGA de la ventanilla regional de la zona centro de Veracruz, para caracterizar el balance forrajero mediante algunas funciones de producción. La investigación se realizó con la información de 17,749 UPP de doble propósito en pastoreo, pertenecientes a 17 municipios (Actopan, Alvarado, Ángel R. Cabada, Camarón de Tejada, Cotaxtla, Ignacio de la Llave, Jamapa, La Antigua, Lerdo de Tejada, Manlio Fabio Altamirano, Medellín, Paso de Ovejas, Paso del Macho, Soledad de Doblado, Tierra Blanca, Tlaxiucoyan y Veracruz) ubicados en la zona tropical del centro del estado de Veracruz. Estos datos fueron analizados y filtrados previamente, separando UPP que ofrecían información muy atípica o confusa.

VARIABLES DE LA BASE DE DATOS

De la base de datos del SINIIGA se tomaron las siguientes variables de las UPP: municipio, ubicación, superficie (ha) total y desglosada en superficies (ha) con riego, agostadero (pastos nativos), praderas con riego, praderas en temporal, praderas introducidas en temporal, praderas introducidas con riego, forrajes con riego y forrajes en temporal; inventario pecuario desglosado en: vientres, sementales, crías lactantes, crías (número de hembras y machos), vaquillas, novillos, caballos, ovejas. El inventario pecuario se expresó en total de Unidades Animales (UA) y la carga en UA ha⁻¹⁽¹⁴⁾.

Para la expresión del inventario pecuario en UA se usaron las equivalencias siguientes: vientres*1; sementales*1.25; vaquillas*0.75; novillos*0.7 crías hembras o machos *0.4; crías lactantes*0.25; caballos *1.2; y, ovejas*0.1. La carga animal para cada UPP se calculó como: Inventario pecuario en UA/superficie total-

Producción de pastos y forrajes (tMS ha⁻¹ año⁻¹)

Se estimaron las producciones de pastos y forrajes para las categorías recogidas en la base de datos, se aplicaron indicadores de rendimiento anual de materia seca (MS) para la época seca y lluviosa, con y sin riego, en México^(6,15). Para estimar las producciones en toneladas de materia seca por hectárea (tMS ha⁻¹) para el periodo seco y lluvioso se asumieron índices de

1 y 3 para agostaderos, 2.4 y 5.6 para pradera con riego, 1.5 y 3.5 para praderas de temporal, 4.8 y 7.2 para pradera introducida con riego, 2.4 y 5.6 para pradera introducida de temporal, 9 y 11 para forraje con riego y 3.6 y 8.4 forraje de temporal, respectivamente.

Necesidades de pastos y forrajes (tMS ha⁻¹ año⁻¹)

Se consideró una capacidad de consumo del 2.5 % del PV en MS día⁻¹(16). La necesidad anual para una UA se formuló en términos de tMS ha⁻¹. Para la zona en que se localizan los municipios en estudio se consideró un periodo seco de 7 meses (213 días), y un periodo lluvioso de cinco meses (152 días). Las necesidades de materia seca en el periodo seco (NMSPS) se calcularon con la fórmula:

$$\text{NMSPS} = \text{Total de UA} * 450 * 2.5\% * 213$$

y las necesidades de materia seca en el periodo lluvioso (NMSPL) por la ecuación:

$$\text{forraje de temporal NMSPL} = \text{Total de UA} * 450 * 2.5\% * 152.$$

Para ambos periodos las necesidades de MS se expresaron en toneladas de materia seca (tMS).

Producción de materia seca en periodo seco y lluvioso

Estas producciones se obtuvieron dependiendo del uso del área de acuerdo con SINIIGA. El uso del área se refiere al uso del terreno como agostadero, praderas con riego o de temporal, etc. Así, las producciones de materia seca en el periodo seco (PMSPS) se calcularon con la fórmula:

$$\text{PMSPS} = (\text{agostadero} * 1) + (\text{pradera con riego} * 2.4) + (\text{pradera de temporal} * 1.5) + (\text{pradera introducida con riego} * 4.8) + (\text{pradera introducida de temporal} * 2.4) + (\text{forraje con riego} * 9) + (\text{forraje de temporal} * 3.6).$$

y las producciones de materia seca en el periodo lluvioso (PMSPL) por la ecuación:

$$\text{PMSPL} = (\text{agostadero} * 3) + (\text{pradera con riego} * 5.6) + (\text{pradera de temporal} * 3.5) + (\text{pradera introducida de riego} * 7.2) + (\text{pradera introducida de temporal} * 5.6) + (\text{forraje con riego} * 11) + (\text{forraje de temporal} * 8.4)^{(6,16)}.$$

Balance en el periodo seco y lluvioso

El balance en el periodo seco (BPS) se calculó con la fórmula:

BPS= producción de materia seca en periodo seco – necesidades de materia seca en el periodo seco.

El balance para el periodo lluvioso (BPL) con la fórmula:

BPL= producción de materia seca en periodo lluvioso – necesidades de materia seca en el periodo lluvioso.

Carga global

Se obtuvo dividiendo las UA calculadas, entre el área registrada para cada unidad productiva y fue expresada como UA ha⁻¹.

Análisis estadístico

La información se analizó utilizando modelos lineales generales y valores descriptivos a unidades de producción en la zona.

Las UA, UA/ha, NMSPS, NMSPL, PMSPS, PMSPL. BPS y BPL se analizaron utilizando modelos lineales generales incluyendo como efecto fijo el efecto de los municipios. La ecuación del modelo utilizado en cada caso fue:

$$y = X\beta + e$$

Donde:

y = la variable respuesta (UA, UA/ha, NMSPS, NMSPL, PMSPS, PMSPL. BPS y BPL);

β = el vector de soluciones a los efectos fijos incluidos en el modelo (municipio o UA);

X = la matriz de incidencia que relaciona a las observaciones (variable de respuesta) con las variables explicativas (municipio para los análisis de varianza);

e = el vector de efectos residuales aleatorios.

Las comparaciones entre medias se realizaron utilizando una t múltiple protegida de Fisher, con la opción PDIF de PROC GLM⁽¹⁷⁾.

Resultados

El número de observaciones y las estadísticas descriptivas se presentan en el Cuadro 1. En total, se analizaron 17,892 UPP en los 17 municipios estudiados. La diferencia de las NMSPL con las NMSPS es de 28.56 % tMS⁻¹. Por otra parte, la diferencia en PMSPL y la PMSPS es de 56.13 %, tMS⁻¹, con diferencia en el BPL y el BPS de 126.71 % de tMS⁻¹

Cuadro 1: Estadística descriptiva del balance forrajero estacional en 17 municipios de la zona central de Veracruz, México

Variable	Media	DE	Mínimo	Máximo
Superficie de la UPP, ha	19.40	20.06	5.00	149.55
UA	23.67	26.73	0.25	577.60
UA ha ⁻¹	1.41	0.88	0.01	5.00
NMSPS, tMS ⁻¹	56.67	64.00	0.60	1382.77
NMSPL, tMS ⁻¹	40.48	45.71	0.43	987.70
PMSPS, tMS ⁻¹	41.94	48.51	-244.80	735.00
PMSPL, tMS ⁻¹	95.61	105.82	-571.20	982.73
BPS, tMS ⁻¹	-14.73	46.03	-1163.77	539.05
BPL, tMS ⁻¹	55.13	80.37	-581.03	779.21

DE= desviación estándar; media= promedio de los 17 municipios en estudio; UPP= unidades de producción; UA= unidades animal, NMSPS= necesidades de materia seca periodo seco; tMS= toneladas de materia seca; NMSPL= necesidades de materia seca periodo lluvioso; PMSPS= producción de materia seca en periodo seco; PMSPL= producción de materia seca en periodo lluvioso; BPS= balance en periodo seco; BPL= balance en periodo lluvioso.

En cuanto a los niveles de significancia de los efectos considerados en los modelos de las diferentes funciones de producción (UA, UA/ha, NMSPS, NMSPL, PMSPS, PMSPL, BPS y BPL), se encontró que el efecto de municipio fue significativo para todas las variables analizadas ($P < 0.01$). El Cuadro 2 presentan las medias de cuadrados mínimos y los errores estándar para las variables analizadas. Los municipios con mayores UA por UPP en promedio fueron: La Antigua (33.55 ± 2.86), Veracruz (30.39 ± 1.73) y Cotaxtla (29.75 ± 0.82) ($P < 0.05$), mientras que los municipios con menores UA por UPP fueron: Jamapa (19.76 ± 1.31), Paso de Ovejas (19.08 ± 0.91) y Paso del Macho (15.87 ± 1.21). Para UA ha⁻¹, los municipios de La Antigua (1.69 ± 0.09), Lerdo de Tejada (1.68 ± 0.08) y Veracruz (1.62 ± 0.06) tuvieron las mayores UA/ha ($P < 0.05$), mientras que Actopan (1.14 ± 0.02), Camarón de Tejada (1.12 ± 0.05) y Paso del Macho (0.84 ± 0.04) presentaron las menores.

Cuadro 2: Medias de cuadrados mínimos y errores estándar del balance forrajero estacional en 17 municipios de la zona central de Veracruz, México

Municipio	UA por UPP	UA ha ⁻¹ . por UPP	NMSPS (tMS)	NMSPL (tMS)	PMSPS (tMS)	PMSPL (tMS)	BPS (tMS)	BPL (tMS)
Actopan	21.91± 0.72 ^{ce}	1.14± 0.02 ^g	52.46± 1.72 ^{ce}	37.47± 1.23 ^{cfj}	44.31± 1.30 ^{cde}	102.54± 2.84 ^c	-8.15± 1.24 ^{cde}	65.07± 2.15 ^c
Alvarado	25.36± 0.72 ^c	1.42± 0.02 ^{de}	56.41± 1.73 ^e	40.29± 1.23 ^{efg}	40.32± 1.31 ^{cef}	93.79± 2.85 ^{ce}	-16.09± 1.24 ^h	53.50± 2.15 ^{de}
Ángel R. Cabada	21.51± 0.72 ^{deg}	1.57± 0.02 ^{ab}	51.48± 1.72 ^{eg}	36.77± 1.23 ^{hij}	31.26± 1.30 ^{hij}	72.79± 2.84 ^{de}	-20.23± 1.23 ⁱ	36.02± 2.15 ^g
Camarón de Tejada	20.39± 1.45 ^{deg}	1.12± 0.05 ^{fg}	48.81± 3.47 ^{eg}	34.86± 2.48 ^{hijk}	43.59± 2.62 ^{bef}	100.42± 5.71 ^{bc}	-5.22± 2.48 ^{bd}	65.56± 4.32 ^c
Cotaxtla	29.75± 0.82 ^a	1.24± 0.03 ^f	71.21± 1.95 ^a	50.87± 1.39 ^{ae}	60.43± 1.48 ^a	139.32± 3.22 ^{bc}	-10.78± 1.40 ^{eg}	88.45± 2.43 ^a
Ignacio de la Llave	19.77± 0.78 ^{dg}	1.61± 0.03 ^a	47.34± 1.87 ^{dg}	33.81± 1.33 ^{hijk}	30.02± 1.41 ^j	69.93± 3.08 ^{ce}	-17.31± 1.34 ^{hi}	36.12± 2.33 ^g
Jamapa	19.76± 1.31 ^{deg}	1.47± 0.04 ^{ce}	47.30± 3.14 ^{dg}	33.79± 2.24 ^{hijk}	34.04± 2.37 ^{gij}	79.32± 5.17 ^{deg}	-13.26± 2.25 ^{fgh}	45.54± 3.91 ^{ef}
La Antigua	33.55± 2.86 ^a	1.69± 0.09 ^{ab}	80.31± 6.85 ^a	57.36± 4.89 ^a	52.96± 5.18 ^{ab}	118.40 ± 11.30 ^f	-27.35± 4.91 ^j	61.03± 8.55 ^{bce}
Lerdo de Tejada	23.26± 2.52 ^{bcd}	1.68± 0.08 ^{ab}	55.68± 6.03 ^{bced}	39.77± 4.31 ^{cdefi}	37.68± 4.56 ^{fi}	87.91± 9.94 ^{cef}	-18.01± 4.32 ^{ghi}	48.14± 7.52 ^{efg}
Manlio Fabio Altamirano	20.04± 1.04 ^{deg}	1.48 0.03 ^{ce}	47.96± 2.49 ^{dfg}	34.26± 1.78 ^{hijk}	34.75 1.88 ^{gi}	±78.91± 4.10 ^{ab}	-13.22± 1.78 ^{fgh}	44.65± 3.11 ^{ef}
Medellín	23.68± 0.84 ^c	1.52± 0.03 ^{bc}	56.69± 2.02 ^{ce}	40.50± 1.44 ^f	39.16± 1.53 ^{fg}	88.55± 3.33 ^{fg}	-17.54 1.45 ^{hi}	49.05± 2.52 ^{ef}
Paso de Ovejas	19.08 0.91 ^{df}	±1.16± 0.03 ^{fg}	45.68± 2.18 ^{dh}	32.63± 1.55 ^k	43.78± 1.65 ^c	99.21± 3.59 ^f	-1.90± 1.56 ^b	66.58± 2.72 ^c
Paso del Macho	15.87 ± 1.21 ^f	0.84± 0.04 ^h	38.00± 2.89 ⁱ	27.14± 2.07 ^l	44.90± 2.19 ^{be}	104.71± 4.77 ^a	6.89± 2.07 ^a	77.57± 3.61 ^b
Soledad de Doblado	20.82 ± 0.8 ^{cg}	1.22± 0.03 ^f	52.24± 1.91 ^{egh}	37.32± 1.37 ^{hij}	47.38± 1.45 ^{bd}	110.01± 3.15 ^{bcd}	-4.86± 1.37 ^{bd}	72.69± 2.39 ^{dc}
Tierra Blanca	25.69 ± 0.42 ^b	1.47± 0.01 ^{ce}	61.50± 1.04 ^b	43.93± 0.74 ^c	42.16± 0.79 ^{ce}	93.93± 1.71 ^f	-19.33± 0.74 ⁱ	50.00± 1.30 ^{ef}
Tlalixcoyan	26.89 ± 0.52 ^b	1.57± 0.01 ^{ac}	64.37± 1.24 ^b	45.98± 0.89 ^{bd}	44.00± 0.94 ^{ce}	98.18± 2.05 ^{de}	-20.37± 0.89 ⁱ	52.2± 1.55 ^{ef}
Veracruz	30.39 ± 1.73 ^a	1.62± 0.06 ^a	72.75± 4.14 ^a	51.96± 2.96 ^{ab}	51.14± 3.13 ^b	115.44± 6.83 ^{bc}	-21.6± 2.97 ⁱ	63.47± 5.17 ^{ce}

UA= unidades animal por UPP; UPP= unidades de producción; UA/ha= unidades animal por hectárea por UPP; tMS= toneladas de materia seca; NMSPS= necesidades de materia seca en periodo seco; NMSPL= necesidades de materia seca en periodo lluvioso; PMSPS= producción de materia seca en periodo seco; PMSPL= producción de materia seca en periodo lluvioso; BPS= balance en periodo seco; BPL= balance en periodo lluvioso.

^{a-k} Valores con distinta literal dentro de columnas son diferentes significativamente ($P<0.05$).

Con base en los resultados obtenidos, los municipios con mayor necesidad de materia seca en el periodo seco debido a tener una mayor UA fueron La Antigua (80.31 ± 6.85), Veracruz (72.75 ± 4.14) y Cotaxtla (71.21 ± 1.95) ($P < 0.05$). En el periodo de lluvias, La Antigua (57.36 ± 4.89), Veracruz (51.96 ± 2.96), y Cotaxtla (50.87 ± 1.39) presentaron las mayores necesidades de materia seca ($P < 0.05$). Las mayores producciones de materia seca en el periodo seco (PMSPS, tMS^{-1}) se encontraron en los municipios de Cotaxtla (60.43 ± 1.48), La Antigua (52.96 ± 5.18) y Veracruz (51.14 ± 3.13) ($P < 0.05$). Las menores producciones se registraron en los municipios de Jamapa (34.04 ± 2.37), Ángel R. Cabada (31.26 ± 1.30) e Ignacio de la Llave (30.02 ± 1.41). De la estimación de la producción total de materia seca en el año, lo producido durante el periodo seco representó el 30.36 %. La producción promedio de materia seca en el periodo lluvioso (PMSPL tMS^{-1}) a través de los municipios fue de 97.32 ± 3.08 . Los municipios con mayor producción de materia seca en el periodo lluvioso fueron: Cotaxtla (139.32 ± 3.22), La Antigua (118.40 ± 11.29) y Veracruz (115.44 ± 6.83) ($P < 0.05$). Los municipios con menor producción fueron: Manlio Fabio Altamirano (78.91 ± 4.10), Ángel R. Cabada (72.79 ± 2.84) e Ignacio de la Llave (69.93 ± 3.08).

El balance en el periodo seco (BPS t/MS^{-1}) resultó negativo en la mayoría de los municipios. El menos afectado fue Paso del Macho, con solo 15.87 ± 1.21 UA, presentando un balance de materia seca de 6.89 ± 2.07 . Los demás municipios mostraron un balance negativo, con rangos desde -1.90 ± 1.56 (Paso de Ovejas) hasta -27.65 ± 4.91 (La Antigua). El mayor balance negativo en La Antigua se debe a que es el municipio con mayores unidades animal (33.55 ± 2.86 UA).

El balance de materia seca en periodo lluvioso (BPL tMS^{-1}), fue en promedio de 57.39 ± 3.41 en todos los municipios. En todos los casos, el balance fue positivo, variando entre 36.02 (Ángel R. Cabada) y 88.45 (Cotaxtla). Los municipios con mayor balance de materia seca en periodo lluvioso ($P < 0.05$) fueron: Cotaxtla (88.45 ± 2.43), Paso del Macho (77.57 ± 3.61) y Soledad de Doblado (72.69 ± 2.39). Los municipios con menos balance de materia seca en este periodo fueron: Manlio Fabio Altamirano (44.65 ± 3.11), Ignacio de la Llave (36.12 ± 2.33) y Ángel R. Cabada (36.02 ± 2.23).

Discusión

El trópico se caracteriza por una diversidad climática muy cambiante, soportada sobre suelos con índices de fertilidad heterogénea y carente de nutrientes fundamentales para la producción de forrajes de calidad nutricional. El recurso forrajero debe ocupar un lugar estratégico para alcanzar una producción ganadera eficiente, asegurando los elementos nutricionales básicos para el hato bovino⁽¹⁸⁾. La carga animal encontrada en esta investigación coincide con un estudio realizado en las Choapas, Veracruz, donde se reportan 1.3 UA/ha⁽¹⁹⁾ y con Rangel *et al*⁽²⁰⁾, quienes reportan 1.2 UA/ha. En este estudio se encontró que el balance

de producción de pastos contra las necesidades promedio es negativo en época de seca, similar a lo reportado en otros estudios⁽²¹⁾. Por otra parte, este estudio demostró que en los 17 municipios el balance de producción de pastos en la época de lluvias es positivo.

En el período de lluvias existe un balance positivo de pastos, contrario al balance negativo en el periodo seco, lo que ocasiona un déficit que solo podría ser cubierto si se aplican tecnologías que aprovechen los excedentes del periodo lluvioso, cuando se presentan excedentes de forraje⁽²²⁾. Este déficit de MS influye en la carga global, los niveles productivos y las tasas de crecimiento. Con el uso de zacates de corte se puede manejar este factor para elevar la producción de materia seca y la carga animal en la época de seca⁽²³⁾. Otra forma de mejorar la capacidad forrajera de las UPP es con tecnología como el ensilaje, poco utilizado en la zona centro del estado de Veracruz. Cuando se emplea, se maneja maíz, sorgo o variedades de *Cenchrus purpureus*⁽²⁴⁾. Un estudio sobre la inclusión de ensilado de maíz en sistemas de producción doble propósito del sur de Quintana Roo en época de seca mostró una respuesta positiva en producción de forraje y reducción de costos para producción de leche⁽²⁵⁾. El henificado es otra tecnología adoptada en el trópico de Veracruz, aprovechando los excedentes de forraje en el periodo lluvioso⁽²⁶⁾. Es importante mencionar que, en el estudio, los municipios con mayor déficit de materia seca en el periodo de estiaje fueron los que presentaron mayor carga animal. A medida que se incrementa la carga, también se incrementa el balance negativo en la época de seca, evidenciando un manejo incorrecto de los pastos⁽²⁷⁾. Producir suficientes pastos y forrajes dentro de las UPP es la vía más factible, rentable y sostenible para solucionar el déficit de alimentos en esta zona. La posibilidad de mejorar la capacidad forrajera del trópico de México es grande. La primera tarea es establecer un buen manejo de los potreros, introduciendo especies de zacates con mayor capacidad de producción⁽²⁸⁾. Con la inclusión de la tecnología de bancos de biomasa con pasto Cuba CT-115 en una lechería de la zona tropical del centro de Veracruz, se logró una mayor producción de forraje, permitiendo incrementar la carga, la producción de leche, el número total de vacas en el hato, el peso vivo destetado y la reducción de suplementación⁽²⁹⁾. Otras tecnologías como el manejo en sistema silvopastoril⁽³⁰⁾ y uso de la ganadería regenerativa son importantes para disminuir los efectos de falta de forraje en el estiaje sin deterioro al medio ambiente. El estudio mostró la caracterización del balance forrajero en el trópico del centro de Veracruz, permitiendo, con la información generada y la ya existente, iniciar otros estudios que eleven la productividad y rentabilidad en los hatos, y disminuyan los efectos del cambio climático en la ganadería en forma sostenible.

Conclusiones e implicaciones

El balance forrajero en época seca es negativo en todos los municipios, excepto en Paso del Macho, que exhibe la menor carga animal. En época lluviosa, todos los municipios en estudio presentan un balance positivo. Esto corrobora la necesidad de incluir tecnologías de bajo

costo para el manejo de potreros, así como aprovechar los recursos forrajeros en la época de lluvias mediante la conservación de forraje. Estas medidas ayudarían a disminuir el déficit de pastos en la época seca y a elevar la productividad de las empresas ganaderas. Es necesario agrupar las diferentes UPP de forma más precisa para obtener mejor información y así lograr UPP más homogéneas. Esto permitiría formular recomendaciones tecnológicas con mayor precisión para cada zona o UPP específica de forma sustentable. Es necesario realizar un buen manejo y producción de MS para elevar la carga animal en las UPP de los municipios en estudio.

Agradecimientos

Se agradece a los productores de la Unión Ganadera Regional de la Zona Centro del Estado de Veracruz por las facilidades prestadas para la realización de la presente investigación.

Literatura citada:

1. FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Comisión de desarrollo ganadero para América Latina y el Caribe. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe, 2021.
2. FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. La ganadería y sus desafíos en América Latina y el Caribe. Agronews Castilla y León, 2021.
3. Hernández SL, Villegas AY, Gómez VA, Enríquez VJR, Lozano TS, Hernández GA. Efecto de biofertilizantes microbianos en el crecimiento de *Brachiaria brizanta* (Trin) Griseb. *Agro Prod* 2018;11(5):76-81.
4. Norman DW, Worman FD, Siebert JD, Modiakgotla E. El enfoque de sistemas agropecuarios para el desarrollo y la generación de tecnología apropiada. *Gestión de Sistemas de explotación agrícola*. FAO. Roma, Italia. 2006.
5. Vilaboa-Arroniz J, Díaz-Rivera P, Ruiz-Rosado O, Platas-Rosado DE, González-Muñoz S, Juárez-Lagunes F. Caracterización socioeconómica y tecnológica de los agroecosistemas con bovinos de doble propósito de la región del Papaloapan, Veracruz, México. *Trop Sub Agro* 2009;10(1):53-62.
6. Enríquez JF, Meléndez F, Bolaños ED, Esqueda VA. Producción y manejo de forrajes tropicales. 1st Ed. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Veracruz. México. 2011;3-7.
7. Gudiño-Escandón RS. Ganadería de doble propósito: hacia las potencialidades del mercado. *Memorias XLII Congreso Nacional e Internacional de Buiatría*. 2018:65-76.

8. Flórez DF. Estimación de la capacidad de carga del sistema de producción lechero de la vereda Fontibón del municipio de Pamplona. *Mundo Fesc* 2017;7(13):15-21.
9. Gudiño-Escandón RS. Sistema doble propósito en la zona centro del estado de Veracruz: estudios de caso. XLI Congreso Nacional e Internacional de Buiatría. Asociación Mexicana de Médicos Veterinarios Especialistas en Bovinos. Acapulco. 2017:63-67.
10. INEGI. Instituto Nacional de Estadística. Geografía e Informática. Marco Geoestadístico. Panorama sociodemográfico de México. México. INEGI. 2018. <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/biblioteca/ficha.aspx?upc=702825078065>.
11. Domínguez-Mancera B, Hernández-Beltrán A, Rodríguez-Andrade A, Cervantes-Acosta P, Barrientos-Morales M, Pinos-Rodríguez JM. Changes in livestock weather security index (Temperature Humidity Index. THI). During the period 1917-2016 in Veracruz, Mexico. *J Anim Res* 2017;7:983-991.
12. SECTUR. Secretaría de Turismo. Veracruz me llena de orgullo. 2019. <https://www.veracruz.mx/destino.php?Municipio=90>. Consultado 13 Abr, 2024.
13. PGN. Padrón Ganadero Nacional. Inventario Bovinos Estatal del padrón ganadero nacional. México. 2019.
14. DOF. Diario Oficial de la Federación. Secretaria de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. Tabla de equivalencias de ganado mayor y menor. México. 2000.
15. Quero A, Enríquez J, Bolaños E, Villanueva A. Estado del arte sobre investigación e innovación tecnológica en ganadería bovina tropical. Capítulo II: Forrajes y pastoreo en México tropical. Libro técnico. 2^{da} ed. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. México 2018;66-91.
16. Martínez RO. Diagnóstico de fincas. Memorias diplomado “Manejo y alimentación de bovinos en el trópico” Centro de capacitación tecnológica Tantakin. FIRA. Instituto de Ciencia Animal. Cuba. 2008.
17. SAS. SAS/STAT User’s Guide. Cary, NC, USA: SAS Inst. Inc. 2013.
18. Rodríguez I. Estrategias de alimentación para bovinos en el trópico. *Mundo Pecu* 2011;7(3):167-170.
19. Díaz-Rivera P, Oros-Noyola V, Martínez-Dávila JP, Torres-Hernández G, Vilaboa-Arroniz J. Dynamics of development of dual-purpose cattle in las Choapas, Veracruz, México. *Trop Subtropical Agro* 2011;14(1),191-199.

20. Rangel J, Perea J, De Pablos HC, Espinosa-García JA, Mujica PT, Feijoo M, García A. Structural and technological characterization of tropical smallholder farms of dual-purpose cattle in Mexico. *Animals* 2020;10(1):86.
21. Arteaga CV. Estado nutricional del ganado y acumulación de forraje en una unidad de producción de becerros. México [tesis Maestría] Universidad Autónoma Chapingo; 2014.
22. Ruiz GA, Albores MS, Pérez LE, Villalobos CI, Galloso HM. Evaluación agronómica del pasto Cuba CT-115 (*Pennisetum purpureum*) en Villacorzo, Chiapas. Universidad Autónoma de Chiapas, Sociedad Mexicana de Agricultura Sostenible. 2009;878-885.
23. León R, Bonifaz N, Gutiérrez F. Pastos y forrajes del Ecuador. Siembra y producción de pasturas. 1ra ed. Quito-Ecuador: Editorial Universitaria Abya-Yala; 2018.
24. García PTB, López GI, Castañeda ARO, Cab JFE, Hernández HVD. Efecto de la implementación de un calendario de manejo de praderas y de prácticas zootécnicas básicas sobre parámetros reproductivos de vacas de doble propósito. Estudio de caso. Libro científico 1: Innovación en la ganadería veracruzana. Asociación de Médicos Veterinarios Zootecnistas Especialistas en Bovinos del Estado de Veracruz. AC. 2019.
25. Pozo-Leyva D, Chay CA, López-González F, Cruz-Tamayo AA., Piñeiro-Vázquez A, Casanova-Lugo F. Análisis productivo de la suplementación con ensilado de maíz en sistemas ganaderos de doble propósito. *Ecosist Recur Agropec* 2021;8(3):1-10.
26. Aguirre-Torres C, Gudiño-Escandón RS, Villagomez-Cortés JA. Estrategias de mercado para la venta de forrajes en épocas críticas en José Azueta, Veracruz-México. Congreso de Economía Agroalimentaria. Zaragoza, España. 2023;465-467.
27. Gudiño-Escandón RS. Impacto de la introducción de bancos de biomasa y bloques multinutricionales en una lechería de doble propósito en la zona centro del estado de Veracruz [tesis Doctorado]. San José de las Lajas Cuba. Instituto de Ciencia Animal ICA-Cuba; 2022.
28. Román PH. Potencial de producción de los bovinos en el trópico de México. Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias. SARH. Centro Experimental Pecuario, Paso del Toro. Veracruz, México. 1981.
29. Gudiño-Escandón RS, Diaz-Untoria JA, Torres V, Retureta-Gonzalez CO, Padilla CR, Martínez ZRO, Vega MVE. Impacto de la tecnología de bancos de biomasa con pasto Cuba CT-115 en una lechería de la zona tropical del centro de Veracruz. México. *Cuban J Agric Sci* 2020:54-53.

30. Gómez RC, Ruiz LF, Lavín DA. Sistema silvopastoril intensivo, alternativa sustentable para ganado bovino de doble propósito en pastoreo intensivo. Libro científico 1 Boca del Río Veracruz México. Innovación en la ganadería veracruzana. Asociación de Médicos Veterinarios Zootecnistas Especialistas en Bovinos del Estado de Veracruz AC. 2019.