



Avances en Investigación Agropecuaria
ISSN: 0188-7890
revaia@ucol.mx
Universidad de Colima
México

Galindo, I.; Barrón, J.; Padilla, J. I.

Relación entre ganadería extensiva e incendios en zonas forestales del estado de Colima
Avances en Investigación Agropecuaria, vol. 13, núm. 3, septiembre-diciembre, 2009, pp. 17-33
Universidad de Colima
Colima, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=83712319003>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Relación entre ganadería extensiva e incendios en zonas forestales del estado de Colima

Relation between extensive cattle farming and wildfires in forest zones in the State of Colima

Galindo, I.^{1*}; Barrón, J.² y Padilla, J. I.²

¹Centro Universitario de Investigaciones en Ciencias del Ambiente (CUICA).

Universidad de Colima. México.

²Laboratorio de Geomática, Facultad de Ingeniería Civil. Universidad de Colima.

México.

*Correspondencia: igalindo@ucol.mx

Resumen

Las estadísticas oficiales de México indican que, en su mayoría, los incendios forestales son causados por la práctica de actividades agropecuarias en terrenos forestales; tal es el caso de la agricultura migratoria (roza, tumba y quema), así como la quema de pastos para el brote del renuevo en época de sequía. Con base en esta afirmación, es de esperarse que una disminución de estas actividades causales, reduzca la presencia de incendios forestales. En el estado de Colima, en los últimos años la práctica de la agricultura ha disminuido debido al bajo rendimiento del maíz y, de igual manera, se tiene una disminución importante del hato ganadero estatal, que en su mayoría se desarrolla en áreas forestales, por lo que habría que esperar una disminución en el número de incendios forestales en la entidad. En este trabajo se plantea la hipótesis de que debe existir una correlación entre las actividades de pastoreo extensivo medida en cabezas de ganado bovino y la incidencia de incendios forestales, por municipio. Para tal efecto, se utilizó la serie de tiempo de 1996 a 2006 de los incendios forestales detectados vía satélite, y datos oficiales sobre

Abstract

In agreement with the official statistics, in our country, forest fires are due mainly to farming activities in forest lands as is the case of the slash and burn practice in those areas and the grazing land burn to promote the sprout shooting during the dry season. One would expect that as a consequence of the reduction of the above causal activities forest fire incidence would be reduced. In the State of Colima it is observed that due to the low corn productivity and the reduction of the state herd in forest zones, these activities are going down, hence a joint reduction of forest fires would be expected. In this work the hypothesis raised is that there should be a correlation between cattle farming activities and the incidence of forest fires. The data used in this study are the time series from 1996 to 2006 of satellite detected forest fires and the official reports of cattle farming per municipality from 2000 to 2007. The results confirm the work hypothesis with a regression coefficient of 0.86. We recommend the implementation of sustainable cattle farming techniques in the affected municipalities to reduce the damage of natural resources in the State of Colima.

la actividad ganadera de 2000 a 2007 por municipio. Los resultados confirman la hipótesis de trabajo mediante una correlación no-lineal de 0.86. Se sugiere instrumentar prácticas silvopastoriles sustentables en los municipios afectados para detener el deterioro de los recursos naturales del estado de Colima.

Palabras clave

Incendios forestales, actividades agropecuarias, pastoreo en zonas forestales, estado de Colima.

Key words

Forest fires, farming activities, pasture in forestry zones, Colima State.

Introducción

De acuerdo con el Programa Estratégico Forestal para México 2025 PEF-2025 (CONAFOR, 2003), la causa más importante de la deforestación y degradación en México se encuentra en la política agropecuaria que fomenta actividades agrícolas y ganaderas extensivas en áreas de vocación forestal, sin que haya suficientes incentivos e inversiones para las actividades forestales. De igual manera, el PEF-2025 indica que los factores que provocan mayor degradación en los bosques son, en orden de importancia: los incendios, las plagas y enfermedades forestales, los cambios de uso de suelo y la tala clandestina; mientras que en las selvas, los principales factores son: las plagas y enfermedades forestales, cambios de uso de suelo, y en tercer lugar, los incendios forestales, seguidos de conflictos agrarios y pobreza extrema.

Al igual que en México, los incendios forestales ocurren prácticamente en todo el mundo y constituyen uno de los problemas medioambientales más graves. Cada año, los incendios forestales afectan alrededor de 13 millones de hectáreas en los ecosistemas forestales de nuestro planeta, actuando sobre la vegetación, la fauna silvestre, el aire, el agua y las propiedades físico-químicas y biológicas del suelo (SEMARNAT, 2005).

Los incendios forestales que ocurren en México son, en su mayoría, provocados por actividades humanas. El 40% de los incendios forestales tiene su causa en prácticas agropecuarias, teniendo su origen en las prácticas tradicionales de uso inadecuado del fuego para la agricultura, quemadas intencionales en zonas forestales y problemas de litigio por la tenencia de la tierra, entre otras (CONAFOR, 2003).

A pesar de que cada año, durante la temporada de incendios forestales se obtiene más información y más conocimiento acerca del comportamiento del fuego en los bosques y selvas, la disminución del impacto de estos siniestros en los recursos forestales

no ha sido relevante. De acuerdo con las cifras reportadas por la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), durante las últimas tres décadas (1970-2000), en México se presentaron —en promedio— 6,615 incendios por año, afectando una superficie aproximada de 215,000 hectáreas (CONAFOR, 2006).

La Comisión Nacional Forestal registró, de 1998 a 2005, a la intervención humana como la causa de mayor importancia de incendios forestales. Las actividades agropecuarias produjeron el 44%; las causas intencionales (litigios o rencillas) el 19%; las fogatas el 12%; fumadores el 11%; y otras causas el 14%, en promedio anual (CONAFOR, 2006).

De acuerdo con los reportes de la Gerencia Estatal de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), en los últimos nueve años (1998-2006), en Colima, se han presentado —en promedio— 52 incendios forestales anuales, afectando una superficie promedio anual de 1,042 hectáreas. Se aduce que estos siniestros han sido causados en su gran mayoría por la práctica de la agricultura migratoria y la quema de pastos para el brote del renuevo en época de sequía. Sin embargo, en virtud del bajo rendimiento del maíz en zonas forestales y la disminución del hato ganadero estatal, que en su mayoría se desarrolla en áreas forestales, estas actividades se han venido reduciendo, por lo que se espera que la incidencia de incendios forestales disminuya (CONAFOR, 2007).

La ganadería bovina es una de las actividades pecuarias más importantes en la entidad por el valor de la producción anual; tan sólo para el periodo de 1990 al 2000 la ganadería bovina contribuyó con el 64.7% del valor total de la producción pecuaria (Universidad de Colima, 2005). En este sentido, debido a las condiciones climáticas del estado (el 77% de la superficie estatal tiene un clima cálido subhúmedo con lluvias en el verano), éste se divide en tres regiones geográficas (Norte, Centro y Costa), en las cuales se realiza la actividad pecuaria bovina basada en el pastoreo, bajo diferentes escalas de producción y tecnificación. Además, dentro de dichas regiones se encuentran tres sistemas de producción: el de engorda, crianza y el de doble propósito (producción de carne y leche); siendo este último el de mayor relevancia debido a que concentra el 95% de los hatos ganaderos de la entidad, mientras que sólo se cuenta con 12 ranchos engordadores en los municipios de Colima y Cuauhtémoc.

Por ello, es importante corroborar la relación existente entre el pastoreo extensivo de ganado con la incidencia de incendios forestales. Al respecto, la CONAFOR señala que el 43% de los incendios forestales a nivel nacional son ocasionados por actividades agropecuarias, lo que los ubica como la principal causa de incendios forestales en el país (CONAFOR, 2008). En el estado de Colima se agrava esta situación, como lo reporta la Gerencia Estatal de la CONAFOR en el estado, que menciona que la principal causa de incendios forestales en la entidad está representada por

el uso del fuego en las actividades agropecuarias en un 66%; dadas, principalmente, por la quema de pastizales para rebrote del pasto (pelillo o pasto tierno) y las quemadas de acahuales para siembra de granos básicos (CONAFOR, 2007).

Para cumplir con este objetivo, el Centro Universitario de Investigación en Ciencias del Ambiente (CUICA) cuenta con una base de datos nacional georreferenciada (1998-2006) de los incendios forestales y las quemadas agrícolas. Estos eventos son detectados en tiempo real mediante el análisis de imágenes digitales multiespectrales provenientes del Radiómetro Avanzado de Muy Alta Resolución (cuyas siglas en inglés son AVHRR), embarcado en los satélites de órbita polar NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) y recibidas en tiempo real en la estación terrena del CUICA (Galindo y Solano, 1999; Galindo *et al.*, 2003; Galindo y Barrón, 2007).

Utilizando únicamente la base de datos de los incendios forestales, se pretende determinar las áreas prioritarias de atención y aplicación de prácticas silvopastoriles para el desarrollo de la ganadería extensiva y la disminución de incendios forestales en el estado de Colima.

El objetivo de esta investigación es conocer la presunta relación entre la ganadería bovina extensiva con la incidencia de incendios en zonas forestales por municipio, en el estado de Colima.

Materiales y métodos

Datos de incendios forestales

En este trabajo se utilizan únicamente los datos georreferenciados de los incendios forestales para el estado de Colima durante el periodo de 1998 a 2006.

En el cuadro 1, se muestra el número de incendios forestales detectados en el estado de Colima en el periodo de 1998 a 2006, con excepción de 2001. Se observa que el municipio de Cuauhtémoc tuvo la mayor cantidad de incendios forestales promedio (IFP). En orden de importancia le siguen: Manzanillo, Colima, Coquimatlán y Tecomán. Los otros municipios tuvieron menos de 2.5 IFP. Asimismo, el promedio a nivel estado es de 30 incendios forestales anualmente durante el periodo analizado.

Cuadro 1. Número de incendios forestales detectados en áreas forestales por municipio.

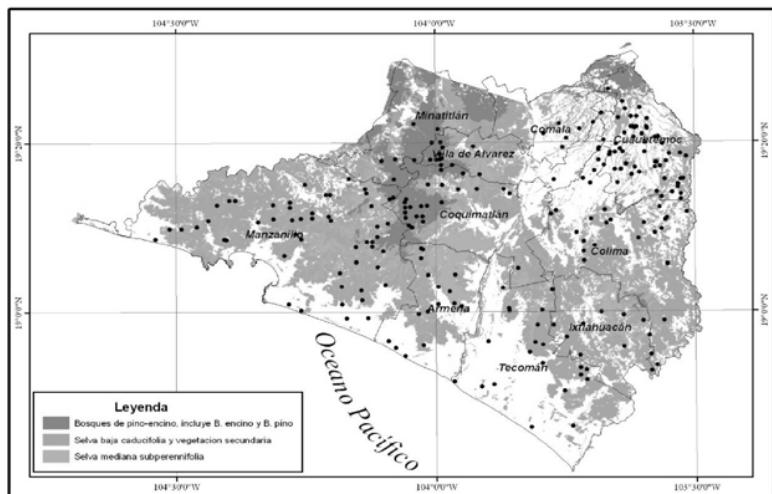
Municipio	1998	1999	2000	2002	2003	2004	2005	2006	Promedio (IPF)
Estado	24	51	49	46	22	20	15	20	30.88
Armería	4	2	3	4	2	0	0	1	2.00
Colima	3	10	12	4	3	0	0	1	4.13
Comala	0	2	0	0	1	1	2	0	0.75
Coquimatlán	5	2	1	16	0	0	1	1	3.25
Cuauhtémoc	2	8	16	6	4	10	5	10	7.63
Ixtlahuacán	1	0	2	3	1	1	0	1	1.13
Manzanillo	3	16	7	9	5	6	5	2	6.63
Minatitlán	1	2	0	1	0	0	1	1	0.75
Tecomán	4	4	5	1	2	2	0	3	2.63
Villa de Álvarez	1	5	3	2	4	0	1	0	2.00

Fuente: Centro Universitario de Investigación en Ciencias del Ambiente.

IPF: Incendios forestales promedio.

Utilizando un sistema de información geográfica (ArcGis 9.3) se muestra la figura 1, para el estado de Colima, la cobertura vegetal de uso del suelo obtenida de la serie III, INEGI, 2005 y el análisis de imágenes satelitales de alta resolución espacial (Ikonos) así como los incendios forestales ocurridos de 1998 a 2006 en el área, representados por puntos negros.

Figura 1. Incendios forestales detectados en el estado de Colima de 1998 a 2006.



Fuente: Imagen modificada de la Serie III INEGI. 2005.

El promedio de incendios forestales representa una media aritmética de los valores anualmente reportados; se calcula a través de la ecuación 1.

$$IFP = \frac{\sum_{i=1}^n IF_i}{n} \quad (1)$$

Donde:

IFP = Incendios Forestales Promedio
 IF_i = Número de Incendios forestales en Año i
 n = Número de Años con Datos

Datos de la actividad ganadera

La información de esta variable se obtuvo de la Delegación de Colima de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural (SAGARPA, 2007). En el cuadro 2, se presenta exclusivamente el número de cabezas de ganado bovino de traspatio o de libre pastoreo en la mayor parte del año, por municipio, para el período 2000-2007.

De acuerdo a las condiciones topográficas, de uso de suelo y vegetación, en la mayor parte de los municipios no existen áreas definidas como ganaderas; esto es, que no se cuenta con extensiones de praderas, por lo que el ganado de libre pastoreo se desarrolla en las áreas forestales.

Cuadro 2. Número de cabezas de ganado bovino por municipio.

Municipio	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Promedio (CGP)
Estado	95687	97063	95351	92329	95409	97399	95870	96984	95761.50
Armería	1591	1610	1580	1613	1609	1515	1589	1607	1589.25
Colima	33008	33537	32899	33582	33514	33639	33076	33461	33339.50
Comala	6432	6533	6409	6542	6529	6553	6444	6518	6495.00
Coquimatlán	5630	5715	5605	5721	5710	5732	5635	5700	5681.00
Cuauhtémoc	16506	16771	16452	11793	16759	16822	16541	16732	16047.00
Ixtlahuacán	3271	3323	3259	3327	1952	3333	3278	3315	3132.25
Manzanillo	12293	12486	12247	12501	12476	12525	12317	12460	12413.13
Minatitlán	3638	3557	3627	3703	3695	3709	3647	3689	3658.13
Tecomán	10474	10642	10439	10655	10634	10673	10494	10617	10578.50
Villa de Álvarez	2 844	2889	2834	2892	2531	2898	2849	2885	2827.75

Fuente: SAGARPA. 2007.

CGP: promedio de cabezas de ganado.

Se observa que el municipio de Colima es el más importante, seguido de Cuauhtémoc, Manzanillo y Tecomán en cuanto a cabezas de ganado. Al igual que el promedio de incendios forestales, el promedio de cabezas de ganado resultó de una media aritmética de los valores anualmente reportados, la cual se calculó a través de la ecuación 2.

$$CGP = \frac{\sum_{i=1}^n CGi}{n} \quad (2)$$

Donde:

CGP= Cabezas de Ganado Bovino Promedio

CGi= Número de Cabezas de Ganado en el Año *i*

n= Número de Años con Datos

Superficie forestal

De acuerdo con los datos obtenidos de la Serie III de Uso de Suelo y Vegetación, publicada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), en 2005, el estado de Colima cuenta con 301,855 ha con cubierta forestal, lo que representa el 53.70% de la superficie del estado.

Para el caso de este estudio, únicamente se incluyó la superficie forestal en pastoreo extensivo de ganado bovino (cuadro 3) por municipio, considerando los tipos de vegetación donde se practica el pastoreo extensivo de ganado bovino; éstos son: selva baja caducifolia, selva mediana subcaducifolia y subperennifolia, bosque de encino, bosque de pino y bosque de encino-pino. Se excluyó la superficie cubierta de los tipos de vegetación de manglar, palmar inducido, tular, vegetación halófila y dunas costeras, en virtud de que en estas áreas no se presenta el pastoreo de ganado.

Cuadro 3. Superficie total y forestal por municipio.

Municipio	Superficie total (ha)	Superficie forestal (ha) ¹	% Superficie forestal
Comala	31527	13861	43.96
Minatitlán	41825	34428	82.31
Ixtlahuacán	37661	25923	68.83
Tecomán	78927	22949	29.08
Colima	75016	34781	46.36
Armería	40809	18930	46.39
Manzanillo	133676	79333	59.35
Coquimatlán	52793	37189	70.44
Villa de Álvarez	28758	14585	50.72
Cuauhtémoc	41148	8851	21.51
Estado	562142	290831	51.74

Fuente: Serie III de Uso de Suelo y Vegetación, INEGI. 2005.

¹ Se excluyeron a los tipos de vegetación de Manglar, Palmar Inducido, Tular, Vegetación Halófila y Dunas Costeras.

Normalización y correlación de las variables

Como cada municipio tiene diferente superficie forestal, cabezas de ganado bovino, y diferente incidencia de incendios forestales, fue necesario normalizar los datos por km² para hacerlos comparables (cuadro 4).

Cuadro 4. Normalización de las variables.

Municipio	Superficies		Cabezas de ganado		Incendios forestales	
	Total (km ²)	Forestal (km ²) SF	Promedio (2000-2007) CGP	Cabezas/km ² (CGN)	Promedio (1998-2006) IFP	Incendios/km ² (IFN)
Comala	315.27	138.61	6,495	46.86	0.75	0.005411
Minatitlán	418.25	344.28	3,658	10.63	0.75	0.002178
Ixtlahuacán	376.61	259.23	3,132	12.08	0.75	0.002893
Tecomán	789.27	229.49	10,579	46.10	3	0.012203
Colima	750.16	347.81	33,340	95.86	4.125	0.011860
Armería	408.09	189.30	1,589	8.40	2	0.010269
Manzanillo	1336.76	793.33	12,413	15.65	6.625	0.008095
Coquimatlán	527.93	371.89	5,681	15.28	3.25	0.008739
Villa de Álvarez	287.58	145.85	2,828	19.39	2	0.013713
Cuauhtémoc	411.48	88.51	16,058	181.42	7.625	0.086145

Fuente: este cuadro ya es un resultado de la normalización de las variables; no requiere ninguna cita, pues es un producto de esta investigación.

SF: superficie forestal. CGP: cabezas de ganado promedio. CGN: cabezas de ganado normalizado.

IFP: incendios forestales promedio. IFN: incendios forestales normalizado.

Se observa que el municipio de Minatitlán presenta una amplia superficie forestal y en menor proporción, cabezas de ganado. Esto se debe a que hay una mayor proporción de bosques de encino y una topografía más accidentada.

Por su parte, en el municipio de Cuauhtémoc se observa que los datos parecieran no tener una correlación estadística entre la superficie forestal y el número de cabezas de ganado en pastoreo extensivo. Esto explica porqué este municipio presenta un buen número de superficie de lomeríos cubiertos de pastizal que no se consideran como tierras forestales y que son utilizados para el pastoreo extensivo; además de que es un municipio que cuenta con una superficie importante de cultivo de caña y buena parte de estas tierras son utilizadas en algún momento para el pastoreo del ganado, por lo que la relación existente entre los dos parámetros no es representativa.

La normalización de los datos consiste en la adecuación de los mismos para poder ser comparados entre sí; esto significa que las dos variables se considerarán para la misma unidad de superficie; que en nuestro caso, es el kilómetro cuadrado.

Los resultados se obtuvieron a través de la división de los promedios tanto de las cabezas de ganado como de los incendios forestales entre la superficie forestal, mediante las ecuaciones 3 y 4, respectivamente.

$$CGN = \frac{CGPi}{SFi} \quad (3)$$

Donde:

CGN= Cabezas de Ganado Normalizado

CGPi= Cabezas de Ganado Promedio del Municipio *i*

SF_i= Superficie Forestal del Municipio *i*

$$IFN = \frac{IFPi}{SFi} \quad (4)$$

Donde:

IFN= Incendios Forestales Normalizado

IFPi= Incendios Forestales Promedio del Municipio *i*

SF_i= Superficie Forestal del Municipio *i*

Después de normalizar los datos se procedió a correlacionar (Infante y Zarate, 1992) ambas variables de acuerdo a la ecuación 5, cabezas de ganado con incendios forestales normalizados, con la ayuda del software de hoja de cálculo *Excel*.

$$P = \frac{Cov(X, Y)}{\sqrt{VarX}\sqrt{VarY}} \quad (5)$$

Donde:

P = Correlación entre ambas variables
 $Cov(X, Y)$ = Covarianza de ambas variables
 $VarX$ = Varianza de la variable X
 $VarY$ = Varianza de la variable Y

Para corroborar la relación de ambas variables normalizadas (cabezas de ganado e incendios forestales por unidad de superficie en km^2) y comprobar su validez estadística, se procedió a realizar una prueba de hipótesis con base en la prueba de “t” para muestras apareadas o correlacionadas, utilizando para ello las siguientes ecuaciones (Infante y Zarate, 1992):

$$D_i = X_i - Y_i \quad (6)$$

Donde:

D_i = Diferencia entre ambas variables
 X_i = Valor de la variable X_i
 Y_i = Valor de la variable Y_i

$$\bar{D} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n D_i \quad (7)$$

Donde:

D = Media de las diferencias
 D_i = Diferencia entre ambas variables
 n = Número de muestras

$$SS_D = \sum D_i^2 - \frac{(\sum D_i)^2}{n} \quad (8)$$

Donde:

SS_D = Suma de las desviaciones al cuadrado

D_i = Diferencia entre ambas variables

n = Número de muestras

$$\text{est. } \sigma_{\bar{D}} = \sqrt{\frac{SS_D}{n-1}} \quad (9)$$

Donde:

$\text{est. } \sigma_{\bar{D}}$ = Estimador de la varianza de las diferencias

SS_D = Suma de las desviaciones al cuadrado

n = Número de muestras

Y, finalmente, para el cálculo de t_0

$$t_0 = \frac{\bar{D}}{\text{est. } \sigma_{\bar{D}}} \quad (10)$$

Donde:

t_0 = valor de t calculado

$\text{est. } \sigma_{\bar{D}}$ = Estimador de la varianza de las diferencias

\bar{D} = Media de las diferencias

Las hipótesis son:

1. Hipótesis alternativa H_a : especifica que el número de incendios forestales en el estado de Colima está en relación a la cantidad de cabezas de ganado por unidad de área en km^2 de zonas forestales.

2. Hipótesis nula H_0 : establece que el número de incendios forestales en el estado de Colima no tiene relación con el número de cabezas de ganado por unidad de área en km^2 de zonas forestales.

La prueba “t” se hace con $n-1$ grados de libertad y un $\alpha=0.05$ de dos colas.

Resultados

La comparación cualitativa de la relación entre superficie forestal y cabezas de ganado por municipio se presenta en las figuras 2 y 3. Dicha comparación muestra las bondades de la normalización o estandarización de la información por km^2 .

En la figura 3 se muestran las variables normalizadas (incendios forestales/ km^2 y cabezas de ganado/ km^2) para cada municipio. Se observa que en Comala existe una ligera diferencia (mayor valor en cabezas de ganado), lo que se acentúa en Tecomán, alcanzándose la mayor diferencia en Colima. En el resto de los siete municipios, las dos variables se correlacionan bastante bien.

Figura 2. Relación cualitativa de datos sin normalizar de superficie forestal y cabezas de ganado por municipio.

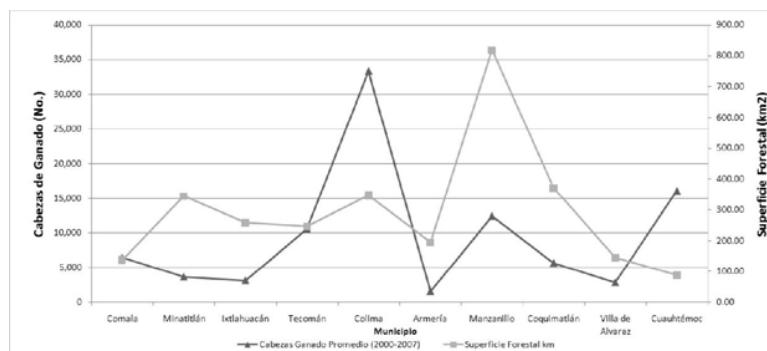
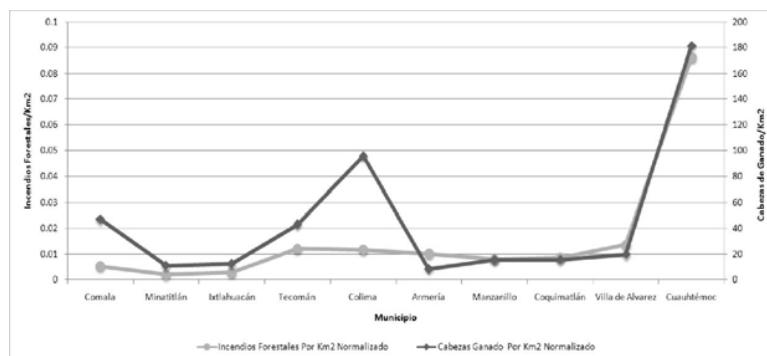
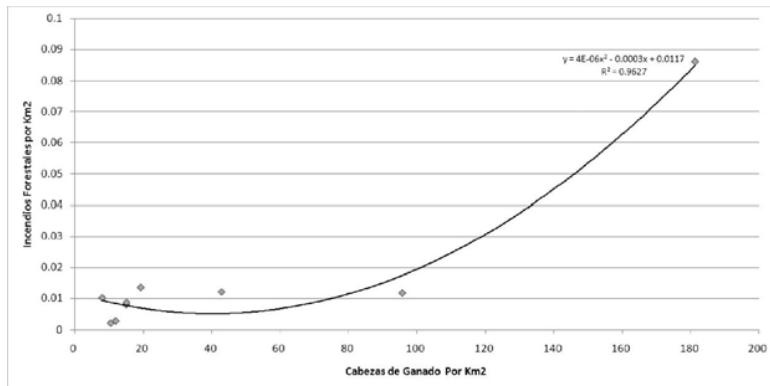


Figura 3. Relación cualitativa de datos normalizados de superficie forestal y cabezas de ganado por municipio.



Al correlacionar los datos normalizados de incendios forestales y las cabezas de ganado mediante análisis de regresión (figura 4), el modelo que más se ajustó fue el de regresión no lineal (polinomio de segundo grado), con una correlación alta ($r^2 = 0.96$).

Figura 4. Relación entre incendios forestales y número de cabezas de ganado por km^2 a partir de datos normalizados de los diez municipios del estado de Colima.



Debe destacarse que la regresión no lineal encontrada significa que todo el espacio muestra se incluye bajo este comportamiento. Aunque si bien es cierto que en los primeros siete puntos la relación es casi lineal, pero la tendencia es que a mayor número de cabezas de ganado, existe un mayor número de incendios forestales.

La evaluación del estadístico en el caso de la prueba “t” si t_0 (t observada) queda dentro de la región crítica, por lo que la conclusión consistente es rechazar H_0 ; entonces se aplicó la siguiente regla de decisión:

$$\text{Si } |t_0| \geq |t_{\text{tablas}}| \text{ se rechaza } H_0$$

$t_{\text{tablas}} = 2.2622$ con un $\alpha=0.05$ de dos colas y $n-1$ grados de libertad (Tabla E: Infante y Zarate, 1992, pp. 619).

Cuadro 5. Cálculo del estadístico “t”.

Municipio	Cabezas de ganado por km ² normalizado	Incendios forestales por km ² normalizado	Diferencias	
			D1	D12
Comala	46.85860	0.00541	46.85319	2195.2218
Minatitlán	10.62534	0.00218	10.62316	112.8516
Ixtlahuacán	12.08313	0.00289	12.08023	145.9321
Tecomán	43.02850	0.01220	43.01630	1850.4021
Colima	95.85504	0.01186	95.84318	9185.9147
Armería	8.16037	0.01027	8.15010	66.4241
Manzanillo	15.16696	0.00809	15.15886	229.7911
Coquimatlán	15.27588	0.00874	15.26714	233.0856
Villa de Alvarez	19.38787	0.01371	19.37416	375.3580
Cuauhtémoc	181.42050	0.08614	181.33435	32882.1480
\bar{D} : Media de las diferencias (Ecuación 7)			44.7701	
SS _D : Suma de las desviaciones al cuadrado (Ecuación 8)			27233.5387	
Varianza			3025.9487	
Desviación Estándar			55.0086	
est. σ_D : Estimador de la varianza de las diferencias (Ecuación 9)			17.3953	
t ₀ = valor de t calculado (Ecuación 10)			2.5737	

Sustituyendo los valores en la regla de decisión:

Si $|2.57| \geq |2.2622|$ se rechaza H_0

Al cumplirse la regla de decisión, se rechaza la hipótesis nula, aceptando la hipótesis alternativa con $\alpha=0.05$ de dos colas, la cual especifica *que el número de incendios forestales en el estado de Colima está relacionado con la cantidad de cabezas de ganado por km² de zonas forestales*.

El manejo inapropiado de la quema es lo que ocasiona directamente los incendios, por la necesidad que los productores tienen y le dan a la quema para renovar los pastos para los animales. Si en lugar de cabezas de ganado se hubiera utilizado Unidades Animal, la curva hubiera quedado más ajustada, ya que evitaría el error de las edades y estados fisiológicos de los animales, el cual está incluido en el análisis. Con excepción del municipio que tiene la correlación más alta con alta carga ganadera y mayor número de incendios, los otros sugieren más bien un reducido número de cabezas de ganado por km², lo que hace que haya alta disponibilidad de biomasa herbácea; la cual, asociada a un manejo inapropiado del fuego, es la causa de producción de los incendios.

La alta relación entre cabezas de ganado con el mayor número de incendios forestales sugiere una subutilización del forraje herbáceo, que al estar presente es un verdadero combustible que, junto con el manejo inapropiado del fuego durante las quemas, favorece los incendios. Establecer correlaciones con mayor precisión entre ganadería

extensiva e incendios en zonas forestales requiere considerar los aspectos señalados previamente.

Discusión

De acuerdo con los resultados obtenidos, se confirma la hipótesis de que al existir un mayor número de cabezas de ganado, se tiene una mayor incidencia de incendios forestales. Los municipios con mayor superficie forestal tienen un mayor número de cabezas de ganado, lo que define que la ganadería extensiva en la entidad se realice en terrenos forestales. Cabe mencionar que la vegetación de las zonas forestales de pastoreo es de selva baja caducifolia, la cual ha sido sustituida por áreas de pastizales poco productivas y con pendientes pronunciadas.

De acuerdo al análisis de los datos, la correlación encontrada nos indica las siguientes situaciones: la primera es que al incrementarse la actividad ganadera extensiva, se tiene una alta probabilidad de incrementarse la presencia de incendios forestales. Por otro lado, el incremento de la actividad ganadera refleja que la vegetación forestal de la entidad no tiene un aprovechamiento importante, por lo que es fácilmente reemplazada por pastizales que, por sus condiciones naturales, los productores de ganado utilizan el fuego como una herramienta en el manejo de la pradera; de hecho, para regular dicha actividad se decretó la NOM-015-SEMARNAP/SAGAR-1997, que regula el uso del fuego en terrenos forestales y agropecuarios, la cual menciona que entre la diversidad de causales que originan este tipo de siniestros, destacan las que se producen como resultado de las actividades humanas, particularmente cuando se derivan de la negligencia y el descuido al hacer uso del fuego durante los procesos de preparación de terrenos para la siembra de cultivos con fines forestales, agrícolas y ganaderos, así como en prácticas de industrialización primaria, limpieza de derechos de vía, tratamiento de desechos e incluso en el desarrollo de actividades de índole recreativa.

SEMARNAT (2005) señala que 97% de los incendios forestales se generan por actividades humanas, estimándose que el 54% del mal uso del fuego se produce en el manejo de las praderas. Ante esta situación, es necesario trabajar con los ganaderos para que realicen prácticas que disminuyan los riesgos y perciban que con explotaciones adecuadas se pueden ganar la vida en las zonas forestales.

Finalmente, se considera que falta una capacitación para el uso, manejo y aprovechamiento de la vegetación forestal que se desarrolla en las zonas tropicales secas del estado de Colima y del país; la cual, en muchas ocasiones, presenta especies arbóreas con alto contenido proteínico y que pueden coexistir con un determinado número de cabezas de ganado por hectárea, evitándose así el uso del fuego y el cambio del uso del suelo forestal (Palma *et al.*, 1999).

Conclusiones

La información analizada demuestra que existe una alta correlación entre la ganadería extensiva y los incendios forestales, a pesar de que aún no se acepta que existe un problema serio con la ganadería extensiva en el estado de Colima.

El manejo poco apropiado del fuego durante la quema de pastizales y la falta de regulación de la carga ganadera (intensidad y frecuencia de pastoreo), conducen a la importante incidencia de incendios forestales en los municipios del estado de Colima.

Recomendaciones

Con el propósito de disminuir la presencia de incendios forestales, es necesario instrumentar técnicas silvopastoriles en los municipios más afectados y, con base en la información obtenida por el CUICA, definir las zonas más críticas por la presencia de los incendios forestales e incidir en los productores de esas zonas.

Se recomienda efectuar análisis más profundos a medida que se cuente con series de datos a más largo plazo.

Literatura citada

- CONAFOR. 2003. *Programa Estratégico Forestal para México 2025*. Publicación Especial de la Comisión Nacional Forestal, Zapopan, Jalisco, México. 191 pp.
- CONAFOR. 2006. *Desarrollo Forestal Sustentable en México. Avances 2001-2006*. Publicación Especial de la Comisión Nacional Forestal, Zapopan, Jalisco, México.
- CONAFOR. 2007. *Programa Estatal de Protección Contra Incendios Forestales*. Documento Interno de la Gerencia Estatal Colima. Colima, Colima.
- CONAFOR. 2008. *Programa Institucional 2007-2012*. Publicación Especial de la Comisión Nacional Forestal, Zapopan, Jalisco, México.
- Diario Oficial de la Federación, 1999, 2 marzo: NOM-015 SEMARNAP/SAGAR-1997, tab. 015.
- Galindo, I. and Solano, R. 1999. *Real time AVHRR detection of forest fires and smoke in Mexico between January and June 1998. North American Science Symposium*. USDA Forest Service Proceed. RMRS-P-12, 68-75.
- Galindo, I.; López Pérez, J. P. and Evangelista-Salazar, M. 2003. *Real-time AVHRR forest fire detection in Mexico (1998-2000)*. Int. J. Remote Sensing, 24, 9-22.
- Galindo I. y Barrón, J. 2007. *Índice de Riesgo de Incendios Forestales de la República Mexicana. Trece tomos, Uno para cada región en que CONAFOR divide a México*. Proyecto CONACYT-CONAFOR No.10682, CONAFOR-CONACYT-Universidad de Colima. (Disponible también en CD-Rom).
- Infante, G. S. y Zárate L. G. P. 1992. *Métodos Estadísticos: Un Enfoque Interdisciplinario*. Editorial Trillas. 2^a Edición, México, D.F. 643 pp.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), 2005. *Conjunto Nacional de datos Vectoriales de Uso del Suelo y Vegetación escala 1:250,000*, Serie III. Aguascalientes, Ags., México.
- Palma, J. M.; Aguirre, M.; Cárdenas, M. y Moya, A. 1999. *Valor nutritivo de tres leguminosas arbóreas en el trópico seco de México*. Pastos y Forrajes 22:57-63.

- SAGARPA. 2007. *Estadísticas del Sector Agropecuario en el estado de Colima. Reporte Estadístico Interno.* Delegación Estatal de la SAGARPA en Colima.
- SEMARNAT. 2005. *Informe de la Situación del Medio Ambiente en México, Compendio de Estadísticas Ambientales 2005.* Dirección General de Estadística e Información Ambiental. CD Interactivo. México, D. F.
- Universidad de Colima. 2005. *Plan Rector de la cadena del sistema producto bovino de carne en el estado de Colima.* Unión Ganadera Regional de Colima, Dirección General de Vinculación con el Sector Social de la Universidad de Colima, Colima, México.

Recibido: Agosto 7, 2008

Aceptado: Octubre 12, 2009