

LIVESTOCK ALTERNATIVES IN THE FACE CLIMATE CHANGE IN NAYARIT ALTERNATIVAS PARA GANADERÍA ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO EN NAYARIT

†Aguirre-Ortega Jorge¹, Bonilla-Cárdenas Jorge², ††Carrillo-Díaz Fernando¹, Herrera-Corredor Alejandra³, Escalera-Valente Francisco¹, Rivas-Jacobo Marco³, Martínez-González Sergio¹

¹Cuerpo Académico de Producción y Biotecnología Animal, Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Nayarit, México. ²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Santiago Ixcuintla. México. ³Cuerpo Académico de Producción Animal. Facultad de Agronomía y Veterinaria. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. México.

ABSTRACT

Global warming, which causes weather changes, affects livestock production. Therefore it is important to carry out actions to mitigate these effects in the short medium and long term. This document presents information related to variations in climate in coming years that will affect directly animal production systems utilized actually. This presents some alternatives that can be implemented in the face of climate change.

RESUMEN

El calentamiento global que provoca las variaciones en la temporalidad afecta directamente a la ganadería, por lo que es indispensable efectuar acciones para mitigar estos efectos en el corto, mediano y largo plazo. El presente documento, presenta información relacionada con las variaciones en el clima, que se pueden esperar para los años venideros y que afectarán de manera directa y definitiva a las formas de explotación animal utilizadas hasta éste momento, por lo que se proponen algunas de las alternativas que es posible adoptar ante el inminente cambio climático.

INTRODUCCIÓN

La acción del efecto invernadero, es el resultado de un cambio en la composición química de la atmósfera (dióxido de carbono, metano, óxido nitroso, hidrofluorocarbonos, perfluorocarbonos y hexafluoruro de azufre), derivados a su vez de diversas actividades antropogénicas (procesos industriales, solventes, agricultura, cambio de uso de suelo,

^{††}Fernando Carrillo Díaz. Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Nayarit. Carretera de cuota Chapalilla-Compostela KM 3.5, Compostela, Nayarit, México. C.P. 63700. fdoc_8@hotmail.com

Recibido: 23/03/2015. Aceptado: 28/05/2015.
Identificación del artículo: abanicoveterinario5(2):28-37/000064
Editor Sergio Martínez González sisupe.org/revistasabanico

desechos y aunque en menor escala, también la ganadería). Los efectos adversos esperados del cambio climático, tales como las manifestaciones drásticas en la lluvia, sequía y consecuentemente una menor disponibilidad de agua para el consumo humano y animal. También incidirán en factores como la temperatura, la frecuencia y severidad de fenómenos hidrometeorológicos extremos, así como por alteraciones en el tipo, la frecuencia e intensidad de enfermedades en el ganado (PECC, 2008).

El informe de la FAO explica que el sector ganadero es responsable del 9 por ciento del CO² procedente de las actividades humanas, pero produce un porcentaje más elevado de los gases más perjudiciales; se genera el 65 por ciento del óxido nitroso de origen humano que tiene 296 veces el potencial de Calentamiento Global del CO², la mayor parte de este gas procede del estiércol. Es responsable del 37% del metano producido por la actividad humana (23 más veces más perjudicial que el CO²), originado en mayor parte en el sistema digestivo de los rumiantes, y del 64% del amoníaco, que contribuye de forma significativa a la lluvia ácida. La ganadería emplea el 30% de la superficie del planeta, la mayor parte son pastizales, y ocupa también un 33% de la superficie cultivable que se destina a producir forraje. La tala de bosques para producir pastos es la principal causas de deforestación en Latinoamérica, donde el 70% de los bosques han desaparecido en el Amazonas para pastizales (FAO, 2006).

De acuerdo con Zhao *et al.* (2005), se espera que el cambio climático incida sobre la actividad agropecuaria, en los balances hidrológicos y el abastecimiento de insumos alimenticios; además la producción agropecuaria está directamente influenciada por los factores climáticos como la temperatura, precipitación pluvial, desbordamiento por nivel del mar, frecuencia y severidad de fenómenos extremos (sequías, e inundaciones). También se podría alterar el tipo, frecuencia e intensidad de varias enfermedades en plantas y animales, por otra parte se podría ver afectada la disponibilidad y distribución de los suministros de agua para el consumo animal y riego, lo que incrementaría la erosión del suelo, aunque la naturaleza de estos sucesos biofísicos y la respuesta humana a ellos todavía es compleja y precaria (Falkenmark *et al.*, 1999; Alcalá *et al.*, 2003).

La sequía es un fenómeno poco investigado, donde la población rural teme más por su consecuencia que las inundaciones, se considera como la insuficiente disponibilidad de agua en una región por un período prolongado para satisfacer las necesidades de poblaciones de plantas, animales y seres humanos, es un fenómeno temporario presente en cualquier zona, y se localiza en general en áreas de lluvias con régimen variable (Servicio Meteorológico Nacional de Argentina, 1988).

La ocurrencia de una sequía depende de factores determinantes que impulsan su emergencia, la evapotranspiración y déficit de la precipitación, pertenece al esquema climático de regiones semiáridas y está relacionada con alta variabilidad de

precipitación, la variación en un lugar y entre épocas determinadas constituye el factor de impulso principal, depende del condicionamiento impuesto por los cambios en la presión atmosférica y las alteraciones en la circulación de la atmósfera, las sequías están asociadas a condiciones predominantemente anticiclónicas que persisten durante un cierto tiempo. Otro factor condicionante es la modificación de la cubierta vegetal y las condiciones del suelo producidas por esos cambios en la circulación que pueden constituir un proceso de realimentación para prolongar la sequía; se pueden caracterizar por una carencia del impulso que es la precipitación correspondida a valores de temperatura que crean que la evapotranspiración se mantenga alta, aunque en ese momento sea menor por falta de agua, la cantidad de lluvia disminuye el promedio en consecuencia se empobrece la pastura, disminuye el rendimiento de cultivos y animales (Fuschini, 1994; Bravo, 2006).

Urquiza (1999), plantea que la desertificación y la sequía son fenómenos catalogados como desastres por su fuerte y negativo impacto sobre la supervivencia humana, la sequía es una de las causas fundamentales de desastres a escala mundial. Las tendencias climáticas observadas en el Caribe occidental en los últimos 30 años muestran el aumento de la frecuencia e intensidad de este fenómeno. Por tanto, la detección y alerta temprana de la sequía acontece en una tarea de prioridad nacional y mundial; como parte de las estrategias para el enfrentamiento de este fenómeno es necesario estudiar sus causas, para que los ecosistemas y todas las actividades socio-económicas en general tengan una base científica (Lapinel *et al.*, 1993). Las catástrofes naturales se ven agravadas por la intervención humana sobre el medio: desecación de humedales, incendios forestales, la deforestación de bosques, inundaciones e intensas sequías, aumentando la frecuencia y violencia de los desastres meteorológicos que amenazan cada vez más la humanidad, a la cual le resulta muy difícil prever y contrarrestar la intensidad del viento, lluvia y rayos solares (CORECA, 2001).

El clima que predomina en la mayor parte del estado de Nayarit es cálido (61.18%, 4 subtipos), prevalece en el occidente del estado y cubre la totalidad de la zona perteneciente a la Llanura Costera del Pacífico y partes de la Sierra Madre Occidental, el Eje Neovolcánico, y la Sierra Madre del Sur. En menor grado se presentan los climas de tipo semicálidos (32.05%, 3 subtipos) distribuidos de forma irregular en el territorio estatal, excepto en la llanura costera, tanto los climas templados (5.83%, 2 subtipos) como los secos (0.94%) se restringen a pequeñas áreas. Los templados se ubican en las elevadas mesetas y partes altas de la sierra, mientras que los secos se encuentran en los estrechos y profundos cañones de los ríos Bolaños y Ameca. Las precipitaciones varían entre 900 y 1500 mm al año y la temperatura media anual es de 24°C (Calvo *et al.*, 2000; INEGI, 2009).

El estado de Nayarit posee una superficie de 2'762,100 has, el área de agostadero en que se practica la ganadería es 2'094,387 has, se clasifica como de pastizal o de uso exclusivo ganadero la extensión de 403,097 has, y de uso ganadero-forestal 1'691,290 has. Se caracteriza por su vocación agropecuaria, el 15.7% de su superficie se dedica a actividades agrícolas, (el 78.8% de la superficie estatal se ha utilizado en la explotación pecuaria, De Alba, 1980), existe capacidad potencial si se emplea de forma sustentable; destaca la explotación de bovinos de carne en condiciones de pastoreo extensivo en el agostadero, ya que las praderas apenas alcanzan las 25,000 ha. La ganadería soporta un efecto prolongado de carencia de forrajes entre 6 a 8 meses al año y por falta de esquemas tecnológicos de alimento al ganado, los productores se ven obligados a comercializar alrededor de 100,000 becerros anuales para finalizarse fuera de la entidad (SAGARPA, 2008).

En la entidad existen aproximadamente 743,203 cabezas de ganado bovino, de acuerdo con el Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON, 2008), las cuales alrededor del 85% se encuentra en áreas arborescentes, basando su alimentación en especies nativas que crecen por efecto de la lluvia durante los meses de junio a septiembre, el resto de meses la producción de forraje constituye una dificultad para el productor, debido a escaso alimento en una amplia época de estiaje, donde se utiliza también los esquilmos agrícolas de rastrojos de maíz, sorgo, paja de frijol y el acarreo de punta de caña de azúcar, etc., se aprovechan introduciendo el ganado al terreno cultivado después de cosecha, o algunas veces se estabula el hato y/o se les proporciona los deshechos de la caña en el potrero (De Alba, 1980).

El planteamiento de acciones para la adaptación de la ganadería al cambio climático debe contemplar diversos aspectos a fin de contribuir al desarrollo de sistemas de producción sostenibles (perdurables, productivos, rentables, y en equilibrio con los recursos del medio ambiente). Los efectos adversos del cambio climático sobre la ganadería, han sido parcialmente provocados de manera global por la propia actividad de producción animal (y por todas las actividades relacionadas con esta), por lo que también la ganadería debe modificar sus procesos de producción, con el objetivo de reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero y de residuales en general. Esto último puede conceptualizarse como parte de las acciones de mitigación del cambio climático (FAO, 2000; FAO, 2007).

Los escenarios climáticos planteados para Nayarit.

Los escenarios climáticos muestran un incremento en la temperatura media de 0.6 a 1.2°C para 2020, de 1 a 2°C para 2050 y de 2 a 4°C para 2080. Escenarios meteorológicos para precipitación son de $\pm 5\%$ para 2020, de +10 % y -20 % para 2050 y 2080, respectivamente. Debido a que el ciclo hidrológico se volverá más intenso, aumentará el número de tormentas severas, alternados con periodos de sequía más

extremos y prolongados. Se espera que los huracanes que azotan nuestra costa aumenten en intensidad; de continuar así y añadiendo el efecto de cambio climático, para el año 2030 se ejercerá una fuerte presión (40 a 60 %) sobre el recurso agua. Para el año 2050, la disposición para el cultivo de maíz de temporal de la zona sur y para los agostaderos se verá disminuidos medianamente (SEMARNAT-INE^a, 2006; SEMARNAT-INE^b, 2006).

Para el año 2020, se espera un aumento en el clima cálido húmedo en el centro del estado, parte de Rosamorada y Ruiz, lo que favorecerá a las selvas, pero disminuirá en el clima templado de la Sierra. En el año 2050, la mitad de la superficie del estado soportaría un cambio a climas más secos y cálidos, con un consecuente aumento en el estrés hídrico y la frecuencia de incendios forestales. Los tipos de vegetación más vulnerables serán los bosques de encino de la zona de Sierra y la zona de pastizales para la ganadería extensiva de bovinos principalmente. Para el año 2050, se proyecta que la mitad de las comunidades vegetales estarán expuestas a condiciones climáticas distintas a las actuales. Agravado por el cambio climático el cambio de uso de suelo, y propiciado por la ganadería, repercutirá en la fragmentación del hábitat de especies endémicas, pérdida de capacidad de regeneración, dispersión, pérdida de biodiversidad, cambio en la abundancia de especies, introducción de plantas invasoras, susceptibilidad a las plagas y un detrimento en los servicios ambientales (SEMARNAT-INE^b, 2006). Por otro lado, la distribución espacial de los vertebrados endémicos en el estado se percibirá seriamente afectada (CENAPRED, 2002; INE^a, 2006; INE^b, 2006).

El calentamiento global y las variaciones en la temporalidad afectan directamente a la ganadería, por lo que es indispensable efectuar acciones para mitigar estos efectos en el mediano y largo plazo, donde se necesita diseñar un plan estatal de acción climática para vincular al sector agropecuario en acciones que se deriven hacia dos vertientes:

- 1. La Mitigación. Estrategias para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, que pueden ser: El corte en verde de la caña de azúcar. Mayor eficiencia del proceso de la industria azucarera para reducir emisiones. Ampliación de la superficie forestal mediante plantaciones comerciales forestales. Aumento de la cobertura de manglar en zonas perturbadas (Laguna del Chumbeño). Defensa de la frontera forestal. Rescate de áreas forestales alteradas, no aptas para la agricultura y ganadería. Disminución de emisiones de la actividad porcícola y ganadera estabulada.
- 2. La Adaptación. Estrategias para disminuir los impactos del cambio climático en la actividad agropecuaria, que podría ser. Modelación de cambios en las principales variables climáticas: (temperatura, precipitación, humedad relativa) en actividades del sector. Desarrollo y utilización de materiales genéticos adaptados a condiciones climáticas proyectadas. Ordenamiento de la actividad agropecuaria por zonificación,

tomando como base las proyecciones de cambios en la precipitación (sequía) para zonas de inundación, temperatura, heladas, etc. Zonificación agropecuaria en base a cambios en los patrones de distribución de plagas y enfermedades resultado del cambio climático. Fomento de la agricultura protegida con invernaderos (tecnología y tamaño de la unidad de producción)

Los principales aspectos que deben considerarse para el corto y mediano plazo:

1. La planeación integrada y prácticas de adaptación

- Análisis de vulnerabilidad; impactos y riesgos relativos al clima y a eventos extremos.
- Acceso a capacidades socio-económicas para la adaptación.
- Desarrollo de capacidades adaptativas y prácticas de adaptación. En este aspecto se incluyen todas aquellas actividades tecnológicas, que dependiendo del tipo y sistema de producción ganadero, deberían ser aplicadas, tales como el adecuado suministro de agua, de alimentos, de sombra (natural o artificial), de espacio, y en general de bienestar para los animales, de acuerdo al nivel de producción objetivo.

2. El Conocimiento

- Divulgación del conocimiento relativo a los efectos del cambio climático y advertencias tempranas de fenómenos extremos.
- Asistencia técnica para el desarrollo de componentes de adaptación.
- Promoción de la persistencia socio-cultural de la actividad ganadera.

3. Regulación

- Desarrollo y aplicación de políticas efectivas para regular la ganadería intensiva (industrializada), particularmente lo relacionado con el manejo de residuos.
- Asociación (sinergia) con estados vecinos en una región para la implementación de medidas de adaptación por cuencas hidrológicas.

Propuestas para la ganadería ante el cambio climático

1.- A pesar de la insuficiencia de alimento por más de la mitad del año, en Nayarit se presentan oportunidades para efectuar un desarrollo ganadero amigable con el ecosistema, si se considera de forma sistemática su diversidad biológica. El aprovechamiento de los rumiantes deberá estar en el uso de recursos naturales en condiciones de pastoreo por su costo de producción, en pastos nativos e introducidos, leguminosas y otras estratos arbustivos y arbóreos de alto valor forrajero existentes como

Leucaena, Capomo, Guásima, Guanacaste, etc., así como aprovechar integralmente los esquilmos agrícolas y subproductos industriales formidables para suplementar el sistema de vaca-cría, lo que permitirá conservar la ganancia de peso obtenida durante el período de lluvias y no reducir la condición corporal para así elevar el porcentaje de pariciones de los vientres (Aguirre, 2001).

2.- El cambio climático desde el presente que está ocurriendo en Nayarit, y para la proyección futura a los 20, 50 y los 80 años posteriores, afectará gradualmente la actividad ganadera, población y la producción animal en cuatro sentidos: 1) En la disponibilidad y precio de los granos para alimentar al ganado; 2) La producción y calidad del pastizal y forrajes; 3) La salud, crecimiento y reproducción de los animales, debido a los fenómenos meteorológicos extremos (sequía, temperatura, y descontrol del agua por el nivel de mar), y 4) La distribución de enfermedades en los animales.

3.- Se requiere la fundamentación técnica de un programa ganadero que contribuya a sentar las bases para el alcance a un desarrollo fructífero de los rumiantes (grandes y pequeñas especies) en un nivel competitivo estatal, nacional e internacional.

4.- Se demanda la integración de los ganaderos en las diferentes etapas de la Cadena producto de carne, leche, ovinos, apícola, etc., con la finalidad de crecer en: 1) Incremento en la producción, 2) Aumento en la calidad del producto, 3) Proceso de industrialización, y 4) La comercialización.

5.- Incrementar la superficie ganadera sustentable con especies forrajeras mejoradas de pastos, leguminosas y otras especies arbustivas o arbóreas, genéticamente adaptadas al efecto del cambio climático, fomentando la auto producción de semilla forrajera, como otra actividad rentable.

6.- Preservar un mayor número de mantos acuíferos existentes en obras de captación de agua pluvial para uso pecuario, evitándose amplias distancias y recorridos de los animales en el estiaje.

7.- Impulsar el uso integral de esquilmos agrícolas y subproductos industriales para implementar el uso de bloques multinutricionales en la complementación de los sistemas de pastoreo en período de escasez de forraje.

8.- Con la mejora alimentaria, perfeccionar el índice de pariciones del 30% actual, hacia un 50% de vacas y vaquillas, y lograr las ventajas de sementales especializados para el rescate del vigor híbrido en los becerros.

9.- Promover la inseminación artificial y el trasplante de embriones, aplicar programas de vacunación, desparasitaciones internas y externas, participar en campañas de Brucela y Tuberculosis para obtener el certificado de zona libre de enfermedades infecciosas con la ventaja de mercadear los becerros al mejor precio internacional.

10.- Fomentar en el Estado la finalización de becerros en estabulación con dietas eficientes que disminuyan la excreción de nitrógeno, que complementado el crecimiento de pastoreo en praderas se culmina la engorda en corral, de por lo menos 50,000 cabezas que salen de Nayarit.

11.- Los ganaderos de Nayarit deberán estar mayormente fortalecidos como organización gremial, lo que podrán gestionar la instalación de un rastro TIF y evitarse el intermediarismo en la comercialización de la carne y la leche.

12.- En la explotación de ganado lechero, se hace necesario un menor uso de concentrado para abatir costos de producción de leche, e impulsar el sistema de pastoreo con forrajeras mejoradas, haciendo más eficiente el nivel de producción, promover el procesamiento de derivados lácteos para un mayor valor agregado, y regular los problemas de comercialización e industrialización.

13.- Respecto del suelo, se propone el desarrollo e implementación de un plan rector, mediante la metodología del manejo integrado de cuencas. La protección de suelos: (Labranza de conservación; obras de conservación en suelos forestales, para ganadería y agrícola de laderas). La restauración de suelos (Proyectos de restauración en zonas degradadas).

14.- Referente al agua se plantea. Desarrollar un programa de manejo comprometido del uso de plaguicidas agrícolas para disminuir y evitar daños a la salud de trabajadores agrícolas, poblaciones colindantes a campos y daños a la flora y fauna de ecosistemas colindantes como peces, camarones y aves. Realizar la cobertura total de sistemas de saneamiento eficiente de las aguas residuales urbanas.

15.- Concerniente al impacto atmosférico se propone realizar la reconversión productiva del cultivo de la caña de azúcar para su corte en verde. Uso responsable del fuego en actividades agropecuarias, la aplicación estricta de la norma específica.

16.- Respectivo al medio biológico se recomienda inducir un programa de vigilancia constante de la superficie forestal, mediante un plan de manejo forestal sustentable en toda la superficie para reducir a 0 la deforestación y perturbación. Promover un esquema de manejo sustentable de zonas forestales para aprovechar los apoyos que ofrece la CONAFOR en un manejo sostenible del bosque y selva. Efectuar programa de capacitación para el uso adecuado del fuego en actividades agropecuarias (NOM-015-SAGARPA/SEMARNAT). Fomentar una red de brigadas de prevención y combate de incendios forestales con un enfoque preventivo. Hacer un programa de ordenamiento ecológico del territorio en el estado. Programa de diversificación productiva de la zona rural a partir de los proyectos eco-turísticos, aprovechamiento sustentable de la vida silvestre (UMA's cinegéticas en aves acuáticas, palomas, venado cola blanca, guajolote silvestre, etc.). Ordenamiento de la actividad ganadera en áreas forestales. Aplicación del

seguro ganadero para disminuir el conflicto jaguar-ganadero. Regulación de la aplicación aérea de plaguicidas mediante los planes de manejo de la SAGARPA. Programa de protección y restauración de manglares. Inducción del uso de suelo en actividades agropecuarias a partir del ordenamiento ecológico del territorio.

LITERATURA CITADA

- AGUIRRE OJ. 2001. Consumo voluntario y valor nutricional de *Cynodon plectostachyus* fertilizado o abonado, con suplementación proteica a corderos Pelibuey. Tesis Doctoral en Ciencias Pecuarias. Universidad Autónoma de Nayarit. Facultad de Agricultura. Xalisco Nay., 2001:139.
- ALCALÁ G, Currie H, Puppo F. Avances en la evaluación del riesgo hídrico en el sector de la ganadería chaqueña en el área del Chaco húmedo. Universidad Nacional del Nordeste. Comunicaciones científicas y tecnológicas, Resumen A-010, 2003:4. <http://www.unne.edu.ar/Web/cyt/cyt/2003/comunicaciones/05-Agrarias/A-010.pdf> [Consultada el 29 de noviembre de 2008].
- BRAVO A, Salinas H. Introducción, conceptos y definiciones de sequía en Bravo A, Salinas H, Sotomayor A. (comp.) Sequía: vulnerabilidad, impacto y tecnología para afrontarla en el norte de México. Zacatecas, INIFAP-SAGARPA. 2006.
- CALVO E, Campos M, Carcavallo R, Cerri CC, Gay-García C, Mata LJ, Saizar A. Impactos regionales del cambio climático; evaluación de la vulnerabilidad en América Latina. Informe especial, cap. 6, Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. ORGANIZACIÓN Meteorológica Mundial. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. 2000:45.
- CENAPRED. Observaciones sobre la Erosión Playera cerca del Poblado Palmar de Cuautla, Nayarit. Sistema Nacional de Protección Civil. SEGOB. 2002.
- CORECA. (Consejo Regional de Cooperación Agrícola). 2001. Fenómeno de El Niño y sequía en Centroamérica. S.l: consejo regional de cooperación agrícola (CORECA) Secretaría de Coordinación. 2001:4.
- DE ALBA J. Alimentación del Ganado en América Latina. Prensa Medica Mexicana. México. 1980:187-224.
- FALKENMARK M, Lundqvist J, Widstrad C. Macro Seale Water Scarcity requires micro-scale approaches: Aspects of vulnerability in semi-arid development. Natural Resources Forum.1999; 13 (4): 258-267.
- FAO. Agua y Cultivos. Logrando el uso óptimo del agua en la agricultura. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 2000.
- FAO. El sector ganadero genera más gases de efecto invernadero. 2006. Consultado el 28 de octubre de 2009 en: <http://www.fao.org/newsroom/eS/news/2006/1000448/index.html>

- FAO. Adaptation to climate change in agriculture, forestry and fisheries: perspective, framework and priorities. 2007. Interdepartmental working group in climate change. Rome, Italy.
- FUSCHINI MM. El fenómeno de las inundaciones en las zonas de llanura de la República Argentina. Soluciones para mitigar el efecto de las mismas. 1994:36.
- INE^a. Análisis de posibles impactos del cambio climático en el sector energético mexicano. Estudio en desarrollo por el CCA-UNAM para el INE y el PNUD. 2006.
- INE^b. Análisis del estado del cambio climático en ecorregiones de México, estudio de caso: especies selectas de vertebrados endémicos. Estudio desarrollado por el Instituto de Biología de la UNAM para el INE y el PNUD. 2006.
- INEGI. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Resultados del Censo Agropecuario. 2009.
- NOM-015-SAGARPA/SEMARNAT.
- LAPINEL B, Rivero R, Rivero R, Valera, Nelida. Sequías, aridez y desertificación; términos de referencia. Versión del sistema nacional de vigilancia de la sequía. INSMET. La Habana.1993.
- PECC. Programa Especial de Cambio Climático 2008–2012 ST-CICC/PECC. VERSION CONSULTAPUBLICA/080625.
- SAGARPA. Programa sectorial, 2001-2006. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Alimentación, Desarrollo Rural y Pesca. México. 2008:150-151.
- SEMARNAT-INE^a. Tercera Comunicación nacional ante la convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. México. 2006:210.
- SEMARNAT-INE^b. Informe de la situación del medio ambiente en México. Compendio de estadísticas ambientales. SEMARNAT, México. 2006:358.
- SERVICIO Meteorológico Nacional. Sequía y desertificación. Fuerza Aérea Argentina. Buenos Aires. Boletín informativo.1988; 39:26.
- SIACON. Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta. 2008.
- URQUIZA MN. Desertificación y sequía, un desastre mundial. Programa de acción contra la desertificación y la sequía en Cuba. Resúmenes. V Congreso Internacional de Desastres. La Habana. Cuba. 1999:58.
- ZHAO Y, Wang C, Wang S, Tibig LV. Impacts of present and future climate variability on agriculture in the humid and sub-humid tropics, Climatic Change. 2005; 70: 73-116