

Memorias del Segundo Congreso

CAMEIO CLIMATICO

del Estado de Chihuahua

Editores:

E. Herrera | M. López | J. Carrillo

Primera Edición



Memorias del Segundo Congreso

CAMBIO CLIMATICO

del Estado de Chihuahua

Editores:

E. Herrera | M. López | J. Carrillo

Primera Edición



ISBN: 978-607-8272-12-9

Centro de Investigación en Materiales Avanzados,
2014

Memorias del Segundo Congreso Cambio Climático del Estado de Chihuahua/ Eduardo Florencio Herrera Peraza, Marcos López Carrasco, Jorge Iván Carrillo Flores, eds. ; Marcos López Carrasco, portada.; México: Centro de Investigación en Materiales Avanzados, 2014

QC903 .M547 2012

53 p., il. Col.
Chihuahua, Chihuahua, México
Incluye tabla de contenido

ISBN: 978-607-8272-12-9

1. Ciencia y Tecnología 2. Cambio Climático 3. Ecología I. CIMAV

Editores:

Dr. Eduardo Herrera Peraza
Mtro. Marcos López Carrasco
Ing. Jorge Carrillo Flores

Primera edición, 2014

© 2014, D.R. **Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S.C.**
Av. Miguel de Cervantes 120
Complejo Industrial Chihuahua
Chihuahua, México

ISBN: 978-607-8272-12-9

La reproducción total o parcial de esta obra, en cualquier forma que sea, idéntica o modificada. Escrita a máquina o por sistema <<multigraph>>, mimeógrafo, impreso en fotocopia, fotoduplicación o cualquier otra no autorizada por los autores o editor, viola los derechos reservados. Cualquier utilización debe ser previamente solicitada por escrito.

Tabla de contenido

1. Acerca de las Técnicas de Adaptación al Cambio Climático	1
Informe del Ayuntamiento de Zaragoza, España. Estrategia Cambio Climático y Calidad del Aire., 2009.....	7
2. Entidad Nacional Implementadora del Fondo de Adaptación al Cambio Climático en México	8
3. Papel crucial de la gestión de riesgo en la adaptación al cambio climático	13
4. Fibra de maguey, solución sustentable para aerogeneradores de baja potencia.	22
5. Nuevas proyecciones de cambio de precipitación y temperatura para el siglo XXI en el norte de México	26
6. Evaluación de sorgos dulces para producciones de etanol y forraje en Chihuahua	36
7. El papel de la industria en la mitigación del cambio climático. Estándares y herramientas para la medición de la Huella de Carbono Corporativa desde la perspectiva de Análisis de Ciclo de Vida (ACV).	42
8. Disminución de GEI usando calentón a base de pellets de aserrín en la región manzanera de Cuauhtémoc, Chih.	46

1. Acerca de las Técnicas de Adaptación al Cambio Climático.

Autores: Eduardo F. Herrera¹, **Carmen J. Navarro²**, Marcos López¹, Elías Ramírez¹, Jorge I. Carrillo¹, Alfredo Campos¹ y Ramón Gómez¹.

Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S.C (DERPMA)
Junta Municipal de Aguas y Saneamiento, Chihuahua

INTRODUCCIÓN:

El estudio del clima es un campo de investigación extremadamente complejo y en rápida evolución. Esto se debe a la prácticamente infinita sucesión de factores que han intervenido durante la evolución del planeta. El clima de la tierra nunca ha sido estático, como consecuencia de alteraciones en el balance energético, está sometido a variaciones en todas las escalas temporales, y éstas pueden ir de las décadas a los millones de años. Entre las modificaciones climáticas más destacables que se han producido a lo largo de la historia de la Tierra, figura el ciclo de unos 100.000 años de períodos glaciares, seguido de períodos interglaciares. (IPCC, 2007).

Le llamamos cambio climático a la variación global del clima de la Tierra, este fenómeno es ocasionado, tanto por causas naturales, como por la acción del hombre; se desarrolla en muy diversos periodos e influye en todos los parámetros climáticos: temperatura, precipitaciones, nubosidad, etc. El término "efecto de invernadero" se refiere a la retención del calor del Sol en la atmósfera de la Tierra por parte de una capa de gases, sin ellos la vida tal como la conocemos no pudiera existir, ya que el planeta sería demasiado frío. Entre estos gases se encuentran el dióxido de carbono, el óxido nitroso y el metano, que son liberados fundamentalmente por la industria, la agricultura y la combustión de combustibles fósiles. El mundo industrializado ha ocasionado que la concentración de estos gases aumentara un 30% desde el siglo pasado, cuando, sin los factores relacionados con la actividad humana, la naturaleza se hubiera encargado de equilibrar las emisiones.

En la actualidad, existe un consenso científico casi generalizado, en torno a la idea de que nuestro modo de producción y consumo

energético está generando una alteración climática global, que provocará a su vez serios impactos, tanto sobre el planeta como sobre los sistemas socioeconómicos.

El cambio climático nos afecta a todos, su impacto potencial es enorme y sus efectos pueden manifestarse en la forma de falta de agua potable, grandes cambios en las condiciones para la producción de alimentos y un aumento en los índices de mortalidad, debido a inundaciones, tormentas, sequías y olas de calor. En definitiva, el cambio climático no es un fenómeno

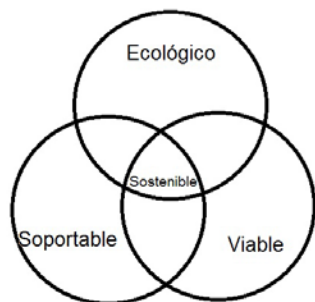


Fig. 1 Significado de sostenibilidad.

exclusivamente de naturaleza ambiental, sino que tiene profundas consecuencias económicas y sociales. Los países más pobres que están peor preparados para enfrentar cambios rápidos, serán los que sufrirán los peores efectos del fenómeno. (Martínez E., 2004).

En general todos los estudios sobre el cambio climático se realizan sobre el soporte de tres fases fundamentales: el estudio sobre la vulnerabilidad del sistema; el estudio sobre las medidas de mitigación, que se pueden llevar a cabo en todas las áreas detectadas con más vulnerabilidad, y por último, los estudios destinados a las propuestas concretas de evaluación de índices e indicadores, que aporten información objetiva para el establecimiento de políticas y estrategias de actuación, de modo que prevengan los efectos del cambio climático. Esta fase es más conocida como fase de adaptación.

La fase de adaptación tiene que ser sostenible, de acuerdo a tal definición, introducida por la primera ministra de Noruega Gro Harlem Brundtland en 1985, en la Comisión Mundial del Medio Ambiente y el Desarrollo: “Sostenibilidad es el desarrollo que satisface las necesidades del presente, sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades” (Comisión Mundial de Medio Ambiente y desarrollo, 1985)

Todos los mecanismos que se ubiquen en la fase de adaptación deben llevar el sello de la sostenibilidad, aunque muchos persisten en llamarle sustentabilidad. La sostenibilidad es el resultado de la intersección de tres procesos que deben ser tenidos en cuenta en todo momento: ecología, soportable y viable (ver figura 1, artículo de sostenibilidad).

El objetivo de este trabajo es hablar de las técnicas de adaptación más importantes que se están aplicando en la actualidad.

ALGUNAS DE LAS TÉCNICAS DE ADAPTACIÓN MÁS IMPORTANTES:

TÉCNICAS DE ADAPTACIÓN EN AIRE:

Todos sabemos que el aire no se puede remediar, pero si podemos dejar de emitir contaminantes a la atmósfera, en especial los gases de efecto invernadero (GEI). Con el propósito de dar sentido a los Programas de Acción Ante el Cambio Climático (PEACC), existen también tres

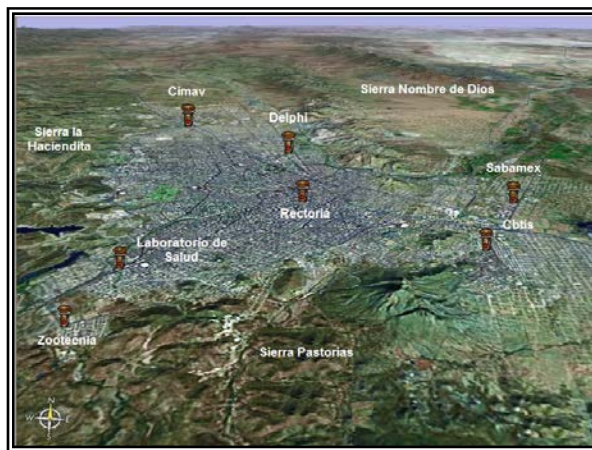


Fig. 2 Estaciones de monitoreo en Chihuahua, México.

fases, de acuerdo a la trazabilidad en la medición de los mismos. A estas fases se les conoce como TIER (Guía para la elaboración de los PEACC, 2008). La mayoría de los lugares donde ya se han aplicado las técnicas de adaptación en aire, coinciden en que sólo hay tres formas de mitigar la atmósfera ya dañada, esto se logra mediante los planes de disminución de contaminantes, los

inventarios de emisiones y las plantas de monitoreo fijas; mismas que están dando información en tiempo real del estado de la contaminación atmosférica (Zaragoza, 2009). En la figura 2 se muestra un ejemplo de la colocación de monitores de la contaminación del aire en la Ciudad de Chihuahua, México (Campos, 2006).

TÉCNICAS DE ADAPTACIÓN EN SUELOS:

El cambio climático probablemente tendrá impactos significativos en el sector agropecuario de todos los países del mundo. Esta área económica, sobre todo en las naciones de menos desarrollo, es responsable de más de una décima parte del PIB y constituye una fuente de empleo para un amplio sector de la población. Los análisis indican que para el año 2050 es probable que se presenten aumentos significativos de la temperatura, lo cual puede ocasionar una precipitación más errática y mayor prevalencia de plagas y enfermedades. Para atender las múltiples implicaciones socioeconómicas de estos cambios los gobiernos deben priorizar la adaptación, invirtiendo en evaluaciones regionales, investigación y desarrollo, transferencia de tecnologías a los agricultores y capacitación en el uso de las mismas (Charlotte Lau, et al. CIAT, 2011). Las técnicas de adaptación en los suelos se pueden resumir en:

- **Cambio de cultivos:** cambio de variedades o especies; diversificación de cultivos o cambio hacia la ganadería y la acuicultura; nuevas semillas o razas (por ejemplo, tipos resistentes al calor, a las sequías, a la inundación).
- **Manejo del agua:** captación del agua de lluvia, sistemas de almacenamiento, riego y maneras de distribuir el agua; siembra de árboles a lo largo de los cauces de agua para prevenir erosión; programas de desalinización y reciclaje de aguas residuales.
- **Manejo del suelo:** reducir compactación, mejorar drenaje, cambiar las estrategias de labranza para reducir el uso de fertilizantes.
- **Mejores prácticas agrícolas:** labranza de conservación, sombrero en cafetales, aplicación de abonos verdes, rotación de cultivos, ajustes en las fechas (Gómez L., 2010)

TECNICAS DE ADAPTACIÓN EN AGUAS:

Por sí sólo, ningún recurso es más importante para la salud, el bienestar y la prosperidad de las comunidades humanas, que el agua. Cada vez es más reconocido que este es el principal elemento a través del cual el cambio climático incide en las sociedades y el medio ambiente. Con mayor impacto que algún otro factor, los recursos hídricos son el medio por el cual el cambio climático afecta la seguridad alimentaria, la salud, la generación energética, la planificación del desarrollo y la protección de los ecosistemas y de la biodiversidad. El agua es fundamental en la mitigación del cambio climático, debido a que muchos esfuerzos para reducir las emisiones de carbono, desde el manejo forestal hasta la generación de energía hidroeléctrica, dependen de la disponibilidad del recurso.

En el marco del Diálogo Regional de Política sobre Agua y Adaptación al Cambio Climático en las Américas, veintidós organizaciones de la región se han reunido para aumentar el entendimiento técnico sobre la mejor forma de adaptarse al fenómeno, estableciendo una plataforma con el propósito de compartir experiencias de adaptación al cambio climático en materia de agua, afinando esta perspectiva a través de una

serie de mensajes que buscan salir de la “caja del agua”. El presente es el cuarto documento del Diálogo Regional de Política, después de presentar las nueve recomendaciones de política pública sobre agua y adaptación al cambio climático, en su versión anterior durante la 16ª Conferencia de las Partes (COP 16) de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC, 2011) en Cancún, México. El Documento de Soluciones representa la continuación de este esfuerzo.

Resulta imperativo para las Partes de la Convención del Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC, 2011) reconocer el papel crucial del agua en la adaptación al cambio climático, con el fin de reforzar la resistencia y alcanzar el desarrollo sustentable.

Adaptarse a la creciente variabilidad y cambios del clima mediante una mejor gestión requiere de un cambio en las políticas, además de inversiones significativas guiadas por los siguientes principios:

- 1.-Incluir el concepto de adaptación en el contexto más amplio del desarrollo.
- 2.-Reforzar la gobernanza de los recursos hídricos y mejorar la gestión del territorio y del agua.
- 3.-Mejorar y compartir el conocimiento y la información sobre el clima, agua y medidas de adaptación, e invertir en sistemas exhaustivos y sostenibles de recogida y monitoreo de datos.
- 4.-Desarrollar una resistencia a largo plazo, mediante instituciones más fuertes e infraestructuras hidráulicas, que consideren también el buen funcionamiento de los ecosistemas.
- 5.-Invertir en una gestión adaptativa del agua que sea eficiente, así como en transferencia de tecnologías (como la recarga de los mantos acuíferos, para evitar cuerpos de agua artificiales que coadyuvan a la evaporación del preciado recurso).
- 6.-Destinar los recursos adicionales en los presupuestos generales nacionales y otros mecanismos innovadores de financiación, para la adaptación a través de una mejor gestión del agua.

TÉCNICAS DE ADAPTACIÓN EN ENERGÍAS:

Todos conocemos que nuestra máxima responsabilidad en los resultados de la variación del clima se debe fundamentalmente al mayor uso de las fuentes energéticas. Se entiende por **contaminación atmosférica** a la presencia en el aire de materias o formas de energía que implican riesgo, daño o molestia grave para las personas y bienes de cualquier naturaleza, además de que pueden atacar a distintos materiales, reducir la visibilidad o producir olores desagradables.

El concepto de contaminación atmosférica, se aplica por lo general a las alteraciones que tienen efectos perniciosos en los seres vivos y los elementos materiales, y no a otro tipo de variaciones inocuas. Las principales fuentes de contaminación atmosférica son los procesos industriales asociados a la combustión, así como los automóviles y calefacciones residenciales que generan dióxido y monóxido de carbono, además de óxidos de nitrógeno y azufre, entre otros contaminantes. Igualmente, algunas industrias emiten gases nocivos en sus procesos productivos, tales como cloro o hidrocarburos que no han realizado combustión completa.

La contaminación atmosférica puede tener carácter local, cuando los efectos ligados al foco emisor se sufren en las inmediaciones del

mismo, o planetario, cuando por las características del contaminante, se ve afectado el equilibrio regional y zonas alejadas de los focos emisores.

Se denomina **energía alternativa**, o más propiamente **fuentes de energía alternativas**, a aquellas fuentes de energía planteadas como alternativa a las tradicionales. No obstante, no existe consenso respecto a qué tecnologías están englobadas en este concepto; la definición de "energía alternativa" difiere según los distintos autores. En las definiciones más restrictivas, *energía alternativa* sería equivalente al concepto de energía renovable o energía verde, mientras que las definiciones más amplias consideran *energías alternativas* a todas las fuentes de energía que no implican la quema de *combustibles fósiles* (carbón, gas y petróleo); en estas definiciones, además de las renovables, están incluidas la energía nuclear e incluso la hidroeléctrica.

Los combustibles fósiles han sido la fuente principal de energía empleada desde la Revolución Industrial, pero en la actualidad presentan fundamentalmente dos problemas: por un lado son recursos finitos, por lo cual se prevé el agotamiento de las reservas (especialmente de petróleo) en plazos más o menos cercanos, de acuerdo a los distintos estudios publicados. Por otra parte, la quema de estos combustibles libera a la atmósfera grandes cantidades de CO₂, lo cual ha sido considerado como la causa principal del calentamiento global, aunque estudios recientes involucran también a otros gases de efecto invernadero, como el óxido de dinitrógeno (N₂O), que multiplica sus efectos en 290 veces al del CO₂. Por estos motivos se estudian distintas opciones para sustituir la quema de combustibles fósiles por otras fuentes de energía que no originen estos problemas.

Las energías alternativas se dividen en dos grandes grupos:

- Fuentes de energía renovables (eólica, solar, biomasa, mareomotriz, etc.).
- Energía nuclear.

No todos los investigadores coinciden en clasificar la energía nuclear dentro de las energías alternativas, pues al igual que los combustibles fósiles, se trata de un recurso finito, además presenta problemas medioambientales importantes, como la gestión de los residuos radiactivos, además de la posibilidad de un accidente nuclear. Sin embargo, la reducida emisión de CO₂ de esta tecnología y la todavía insuficiente capacidad de las energías renovables para sustituir completamente a los combustibles fósiles, hacen de la energía nuclear una alternativa, aunque no exenta de una fuerte polémica (Lozano, L. Nucleares, ¿por qué no?, 2010).

Sin necesidad de enumerar, las incontables desventajas que llevan consigo las fuentes de energía eólica, fotovoltaica, termosolar, biomasa, mareomotriz, etc, la energía nuclear basa su mala reputación en un mal comienzo, originado por su aplicación armamentista. Sin embargo se han extremado las precauciones en las tecnologías, los revestimientos y las instalaciones para que no se vuelvan a repetir los accidentes de Chernóbil y Fukushima.

SOBRE LOS REACTORES DE FUSIÓN NUCLEAR:

Los **reactores de fusión termonuclear por confinamiento magnético**, son proyectos experimentales viables, que se hallan en

proceso de diseño y realización. Se utilizan para generación de energía a partir de la fusión termonuclear de iones confinados por campos magnéticos.

Se basan en el funcionamiento de las reacciones termonucleares producidas en las estrellas, que son reactores de fusión naturales y como combustible utilizan hidrógeno (H), ya que es el elemento químico más sencillo y común del universo.

Como resultado, al contraerse y fusionarse bajo la presión extrema de la gravedad, el H se reconvierte en helio (He). En estas reacciones aproximadamente 0,5% de la masa del H se convierte en energía, de acuerdo con la famosa ecuación de Einstein $E=mc^2$, que relaciona la masa y la energía. De este modo, las estrellas irradian energía en modalidad de luz y de calor.

En un reactor de fusión la presencia de tritio es un asunto de seguridad importante, porque es un gas radiactivo que en estado natural tarda doce años en volverse inocuo. Artificialmente se produce en el interior del reactor a partir de litio, por ello no hay que transportar el material radiactivo. En una central en funcionamiento nunca se acumularía una cantidad considerable de este elemento químico. Las paredes del reactor se vuelven radiactivas, esta radiactividad desaparece totalmente en unos cincuenta años.

El proyecto ITER demostrará que científica y técnicamente el método de fusión es viable. Tendrá que ser capaz de generar 500 megavatios de energía durante cierto tiempo (ver figura 3). El proyecto tendrá una función experimental para probar tecnologías imprescindibles, con el fin de crear multitud de centrales de fusión industrial en todo el mundo. Se estima que para el 2017 ya estarán montados los primeros prototipos del reactor y para el 2040 estará terminado todo el proyecto de investigación. El ITER podrá producir diez veces más que la energía requerida como combustible.

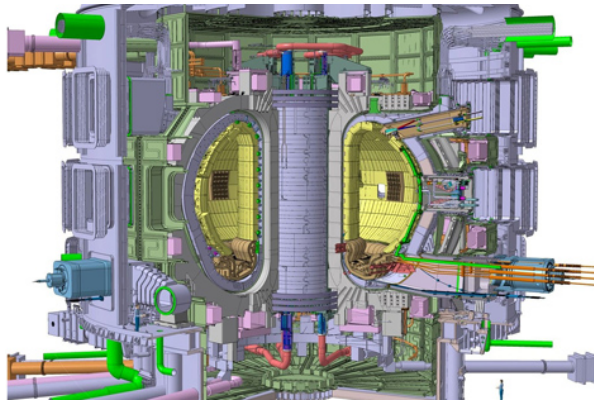


Fig 3 Reactor Termonuclear ITER. Se pondrá en marcha para el 2017.

Los socios del proyecto ITER, liderados por la Unión Europea, son Estados Unidos, China, Rusia, Japón y Corea del Sur.

El Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT) es el referente de investigación española en el campo de la fusión nuclear. En junio de 2005 los socios del proyecto ITER acordaron construirlo

en Francia. Su coste de construcción será de unos 4,700,000,000 (cuatro mil setecientos millones) de euros, con posibilidad de llegar el total de la financiación a 15,000,000,000 (quince mil millones) de euros.

El ITER entrará en funcionamiento aproximadamente el año 2025. Se espera que para mediados de siglo las nuevas generaciones puedan

disfrutar de una energía que no embargue el futuro de la humanidad (ITER, 2012).

CONCLUSIONES

Con este trabajo hemos tratado de enumerar solamente algunas de las técnicas de adaptación al cambio climático. Todas ellas están basadas en la sostenibilidad, aunque no está de más aclarar que la sostenibilidad en ocasiones es un concepto relativamente ambiguo. Son varios los ejemplos que muestran que aplicar técnicas de adaptación requiere de un proceso de prueba de prototipos que conlleven un muy largo tiempo de estudio. De esa forma estaríamos evitando que alguna variable fuera de control pudiera ocasionar percances no previstos, que lejos de mejorar las condiciones actuales del clima pudieran empeorarlas de forma inadvertida.

BIBLIOGRAFÍA

Campos A, Caracterización química de las partículas PM₁₀ en el aire ambiente de la ciudad de Chihuahua Tesis de Doctorado.UACH, 2006
Charlotte Lau, Andy Jarvis y Julián Ramírez. CIAT, Políticas en Síntesis No. 1, 2011
COP 16, Report of the Conference of the Parties (COP) on its sixteenth session, held in Cancun from 29 November to 10 December 2010. Addendum. Part two: Action taken by the Conference of the Parties at its sixteenth session, Geneva, Switzerland: UN Office.15 March 2011.
Informe del Ayuntamiento de Zaragoza, España. Estrategia Cambio Climático y Calidad del Aire., 2009
Gómez L. Retos de la adaptación de los socio ecosistemas: cambio de uso de suelo vs cambio climático adaptación socio-climática. Reunión Preparatoria a la COP 16, UNAM 2010
Guía para la elaboración de Programas Estatales de Acción Ante el Cambio Climático. Versión corregida. Nov 2008.
IPCC, Informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, ISBN 929 1693227, 2007
Lozano, L. Nucleares, ¿por qué no? ISBN978-84-9908-240, 2010.
Martínez E, Díaz Y. Contaminación atmosférica.. Universidad de Castilla-La Mancha. ISBN8484273245, 9788484273240 pag. 13, 2004.
Proyecto Internacional ITER. <http://www.iter.org/>. 2012
UNFCCC ,Information provided by Annex I Parties relating to Appendix I of the Copenhagen Accord (quantified economy-wide emissions targets for 2020). 25 February 2011a.
World Commission for Environment and Development WCED (1985) 'Mandate for Change, Key Issues, Strategy and Work plan' (Geneva: Centre for our Common Future)



2. Entidad Nacional Implementadora del Fondo de Adaptación al Cambio Climático en México

Lambarri Beléndez Javier, Bourguett Ortiz Víctor Javier
IMTA; Paseo Cuauhnáhuac 8532, Progreso, Jiutepec,
Morelos, México

INTRODUCCIÓN

El sector hídrico en México es uno de los más vulnerables a los efectos adversos del cambio climático. El calentamiento del planeta aumenta la evapotranspiración, disminuye la disponibilidad de agua y a la vez aumenta la demanda urbana, industrial y agrícola.

De igual forma, el sector salud también se ve afectado por enfermedades cardio respiratorias, alérgicas y epidémicas, debido a la concentración de ozono.

En el sector agrícola grandes áreas de temporal se han siniestrado por sequías, y varios distritos de riego del norte del país ya presentan problemas en la disponibilidad de agua para satisfacer sus necesidades, Estos impactos pueden sobrepasar la capacidad de adaptación de los sistemas productivos, por lo que se requiere de una adaptación planeada para contrarrestar los efectos del cambio climático, con base en diagnósticos y estimaciones de las zonas más vulnerables en México.

ANTECEDENTES

El Fondo de Adaptación (Adaptation Fund) fue creado en el marco del Protocolo de Kioto, de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático.

Este Fondo es un mecanismo para financiar proyectos y programas concretos de adaptación al cambio climático en países en desarrollo. Está financiado por el 2% de los certificados de reducción de emisiones provenientes de proyectos del Mecanismo de Desarrollo Limpio, y por otras fuentes de financiación.

En abril de 2010 el Fondo de Adaptación solicitó a México el nombramiento de una Autoridad Nacional Designada (AND) y la designación de una potencial Entidad Nacional Implementadora (ENI) para acceder al financiamiento y supervisar los proyectos y programas de adaptación apoyados por el Fondo.

En mayo de 2011, el titular de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat) nombró al Dr. Francisco Barnés Regueiro, Presidente del Instituto Nacional de Ecología, como Autoridad Nacional Designada; de igual forma, postuló al Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) para fungir como Entidad Nacional Implementadora de México ante el Fondo de Adaptación.

En noviembre de 2011, el IMTA requisó la solicitud correspondiente e inició el proceso de acreditación.

En marzo de 2012, la XIX Junta del Fondo de Adaptación celebrada en Alemania, acreditó al IMTA como Entidad Nacional Implementadora de proyectos y programas de adaptación al cambio climático en México.

Principales Actores

Entidad Nacional Implementadora

La Entidad Nacional Implementadora (ENI), es el organismo responsable de supervisar los proyectos financiados a través del Fondo de Adaptación, y de administrar los fondos que reciba del mismo. También asume la responsabilidad total por la gestión de los proyectos o programas financiados por el Fondo, y se hace cargo de la responsabilidad financiera, de seguimiento y presentación de informes ante la Autoridad Nacional Designada y ante el Fondo de Adaptación.

Autoridad Nacional Designada

La Autoridad Nacional Designada (AND), es una persona física con suficiente autoridad en el plano gubernamental, cuya función es fungir como portavoz ante el Secretariado del Fondo de Adaptación, y quien avala los proyectos a ser sometidos a consideración del mismo. La AND custodia la participación del país en el Fondo de Adaptación.

Entidades Ejecutoras

Las Entidades Ejecutoras (EE) son organismos públicos, universidades, instituciones, organismos no gubernamentales u otro tipo de organizaciones, quienes pueden acceder al Fondo de Adaptación presentando proyectos y/o programas concretos de adaptación a los efectos adversos del cambio climático, que tengan impacto real en las comunidades más vulnerables del país.

Los proyectos y/o programas se pueden plantear a nivel comunitario, regional y nacional, y deben tener uno o más objetivos colectivos, con productos y resultados concretos definidos de manera estricta en cuanto a alcance, espacio y tiempo. Su aprobación está sujeta al cumplimiento de los criterios de análisis establecidos por el Fondo de Adaptación.

Funcionamiento de la Entidad Nacional Implementadora

Para su adecuado funcionamiento, la Entidad Nacional Implementadora del Fondo de Adaptación al cambio climático en México, creó el Comité Técnico Nacional y la Coordinación Ejecutiva, cuyas principales funciones se mencionan a continuación.

Comité Técnico Nacional de la ENI

La función del Comité Técnico Nacional es recibir y evaluar las propuestas de proyectos y programas y comunicar los resultados al Presidente de la Entidad Nacional Implementadora. Este Comité está conformado por: Presidente, Secretario y Miembros, entre los que destacan representantes de la UNAM, del Colegio de México, del

Instituto Nacional de Ecología, de la Comisión Nacional de Biodiversidad, de la Comisión Nacional del Agua y del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.

Coordinación Ejecutiva de la ENI

La Coordinación Ejecutiva está conformada por Presidente, Coordinador, Secretario Técnico, Secretario Administrativo, Enlace Internacional y Personal de Apoyo.

Las funciones de la Coordinación Ejecutiva son:

- Elaborar y difundir convocatorias para someter proyectos al Fondo de Adaptación.
- Recibir propuestas de proyectos y enviarlas para su evaluación a los miembros del Comité Técnico Nacional.
- Enviar proyectos para su evaluación a la Junta del Fondo de Adaptación.
- Administrar los fondos de los proyectos apoyados por el Fondo de Adaptación.
- Dar seguimiento técnico y administrativo al avance de los proyectos apoyados.
- Elaborar y emitir informes técnicos y administrativos a la Junta del Fondo de Adaptación.

Procedimientos de Operación

Para su adecuado funcionamiento, La Entidad Nacional Implementadora del Fondo de Adaptación en México, elaboró los “Procedimientos de Operación de la ENI”, en los cuales se describen las atribuciones y funciones de sus miembros.

Sitio en Internet



La Entidad Nacional Implementadora creó un sitio en Internet para mostrar información sobre el Fondo de Adaptación, y para orientar a las Entidades Ejecutoras en los requisitos para la presentación de proyectos y/o programas de adaptación al cambio climático.

Figura 1. Sitio en Internet de la ENI México

Como se muestra en la Figura 1, en este sitio se presenta información relativa a:

- Información general del Fondo de Adaptación y de la Entidad Nacional Implementadora en México.
- Publicación de convocatorias.
- Manual/Guía de orientación sobre cómo acceder a los recursos del fondo y cómo preparar las propuestas de proyectos.
- Criterios de evaluación.
- Instructivo para preparar solicitudes.
- Formatos para la propuesta de proyectos y/o programas (español e inglés).
- Liga al sitio oficial del Adaptation Fund.
- Contacto.

Categorías de los proyectos

Existen tres categorías para la presentación de proyectos a ser sometidos a evaluación para financiamiento por parte del Fondo de Adaptación

- Pequeños proyectos
 - o Proyectos para los que se requiere hasta un millón de dólares (USD).
- Proyectos mayores
 - o Proyectos para los que se requiere más de un millón de dólares (USD).
- Programa
 - o En este formato es posible presentar varios proyectos, que pueden ser pequeños o mayores, destinados al logro de un resultado que no es de otro modo alcanzable con uno solo de ellos. Los proyectos comprendidos en un programa deben tener sinergias de objetivos y ejecución.

CONCLUSIONES

El cambio climático no da lugar a ambigüedades. Existe un amplio consenso acerca de que el cambio climático ya es un desafío mayor, y que probablemente se producirá más rápido de lo que se esperaba hace algunos años. Junto con él vendrá una reducción de la seguridad alimentaria, menor disponibilidad de agua dulce y efectos adversos para la salud.

El cambio climático pone en peligro el desarrollo y aumenta la carga que soportan las personas más pobres del mundo, que a menudo son las más afectadas por desastres climáticos, la desertificación y el aumento de los niveles del mar, aunque sean quienes menos han contribuido a causar el problema del calentamiento de la Tierra.

Por lo anterior, ayudar a los sectores de la población más vulnerables es un desafío cada vez mayor y un deber de la comunidad internacional, en particular porque la adaptación al cambio climático requiere considerables recursos adicionales a los que se necesitan

actualmente para alcanzar las metas de desarrollo acordadas internacionalmente, como los objetivos de desarrollo del milenio.

REFERENCIAS

Adaptation Fund. Manual de acceso a los recursos del Fondo de Adaptación.

3. Papel crucial de la gestión de riesgo en la adaptación al cambio climático

Ma. Estela Montes Carmona, Iris Neri Flores, Guadalupe Riquer Trujillo, Francisco Williams Linera
Instituto de Ingeniería, Universidad Veracruzana. Boca del Río, Ver.
emontes@uv.mx.

INTRODUCCIÓN

El Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC) define la vulnerabilidad como el grado de susceptibilidad o de incapacidad de un sistema para afrontar los efectos adversos del cambio climático y, en particular, la variabilidad del clima y los fenómenos extremos. Asimismo, puntualiza que dependerá del carácter, magnitud y rapidez del cambio climático a que esté expuesto un sistema y de su sensibilidad y capacidad adaptativa.

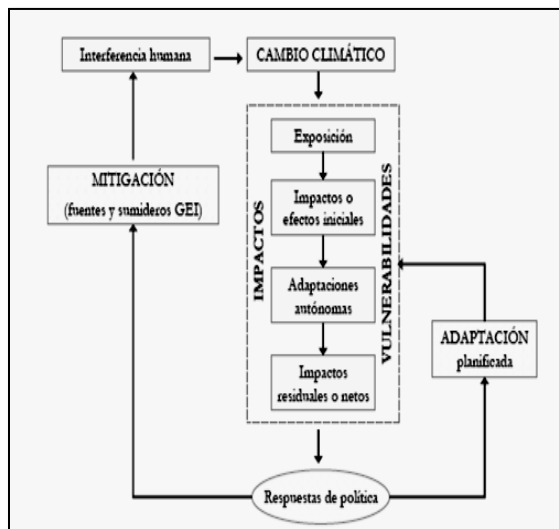


Fig. 1. Integración de políticas, mitigación y adaptación

Fuente: Tercer Informe de Evaluación IPCC, 2001

El Tercer Informe de Evaluación del IPCC, aprobado en 2001, ofrece una valoración actualizada de los diferentes aspectos científicos, técnicos y socioeconómicos sobre el cambio climático. En este informe se reconoce que la adaptación es una estrategia necesaria a todas las escalas para complementar los esfuerzos de mitigación del cambio climático. Si ambos elementos se utilizan de forma conjunta, pueden ayudar a alcanzar los objetivos del desarrollo sostenible.

La figura No. 1 se representa el marco bajo el cual se integran las políticas de mitigación y adaptación como respuestas frente al cambio climático antropogénico.

ANTECEDENTES

El cambio climático representa una fuente de riesgo, ante el cual la adaptación es la respuesta para minimizar los impactos o explotar las oportunidades. La evaluación de este riesgo es una tarea compleja con

muchas incertidumbres asociadas que requiere una aproximación multidisciplinar científica, social y económica.

México es un país particularmente vulnerable a los impactos de la variabilidad y el cambio climático. La adaptación es un elemento imprescindible para ajustarnos ante la variabilidad del clima con el fin de moderar el daño.

La falta de información y estrategias sobre cómo hacer frente a los impactos del cambio climático provocan problemas ambientales, sociales, de salud y económicos, por lo que es necesario encaminar los planes de acción hacia la adaptación, en los cuales se incluya la participación de todos los actores posibles.

Los esfuerzos por disminuir los impactos que se han presentado en los diferentes ecosistemas y sectores del país relacionados con la variabilidad y el cambio climático, son el comienzo para la generación de la capacidad que conlleve la implementación de acciones que disminuyan el riesgo en las zonas más vulnerables.

Algunos aspectos de la Gestión de Riesgo de Desastres (GRD) son:

a) El aspecto educativo e informativo permite a todos conocer los peligros que enfrentan y las vulnerabilidades que los agravan.

b) No se puede perder de vista el contexto y el entorno en el que existe el riesgo, para buscar las soluciones más adecuadas. La Gestión de Riesgo es un proceso específico para cada realidad.

c) No puede ser reducida a la idea de una obra o una acción concreta como una pared de retención para impedir deslizamientos o inundaciones.

d) Se trata de un proceso que debe ser asumido por todos los actores de la sociedad y no solamente por el Estado.

e) No puede existir como actividad aislada y debe ser transversal a todos los procesos y actividades humanas.

El objetivo final de la Gestión de Riesgo es garantizar que los procesos de desarrollo se den en condiciones óptimas de seguridad. Para ello, es necesario considerar los recursos disponibles teniendo en cuenta opciones y prioridades en términos de reducción de los riesgos. Se **debe**, además, diseñar las estrategias e instrumentos necesarios para enfrentarlos, negociar su aplicación y tomar la decisión de implementarlos.

La Gestión de Riesgo de Desastres puede ser:

Gestión Prospectiva: Implica adoptar medidas y acciones en la planificación del desarrollo para evitar que se generen nuevas condiciones de riesgo. Se desarrolla en función del riesgo aún no existente y se concreta en regulaciones, inversiones públicas o privadas, planes de ordenamiento territorial, entre otros. Hacer prospección implica analizar el riesgo futuro para determinar un nivel aceptable. Para que esa prospección sea exitosa, se requiere un alto grado de voluntad política, compromiso social y conciencia pública.

Gestión Correctiva: Se refiere a la adopción de medidas y acciones de manera anticipada para reducir las condiciones de riesgo ya existentes. Se aplica sobre la base de los análisis de riesgo y teniendo en cuenta la memoria histórica de los desastres. Busca, fundamentalmente, revertir o cambiar los procesos que construyen los riesgos. Son acciones de reducción de riesgos: la reubicación de comunidades en riesgo, la reconstrucción o adaptación de edificaciones vulnerables, la recuperación de cuencas degradadas, la construcción de diques, la

limpieza de canales y alcantarillas, la canalización de ríos, el dragado continuo de ríos y reservorios y otros

Gestión Reactiva: Implica la preparación y la respuesta a emergencias para estar siempre alertados y bien preparados ante cualquier eventualidad, de tal modo que los costos asociados a las emergencias sean menores. El inconveniente de persistir en ese tipo de políticas es que favorece el asistencialismo más no el desarrollo y, además, solo logra un alivio temporal.

CASO ESPECÍFICO DE PROPUESTA DE LA GESTIÓN REACTIVA

Huracán Karl

Estudio de caso: Zona conurbada Veracruz-Boca del Río

ÁREA DE ESTUDIO

La zona conurbada de Veracruz es el área formada por la ciudad y puerto mexicano de Veracruz, en donde se integran los municipios de Veracruz, Boca del Río, Medellín y Alvarado, de gran importancia en la región por su actividad turística, portuaria y de crecimiento económico, lo que a su vez aumenta un crecimiento poblacional. Según resultados del censo 2010, la población de estos municipios suma 801,295 habitantes (INEGI, 2010).

Este crecimiento poblacional aumenta la vulnerabilidad ante fenómenos naturales como son inundaciones y terremotos.

En la figura 2, se presenta la zona conurbada Veracruz-Boca del Río-Medellín, que pertenece a la subcuenca Jamapa-Cotaxtla, y al acuífero costero de Veracruz, según regionalización de CONAGUA (www.conagua.gob.mx)

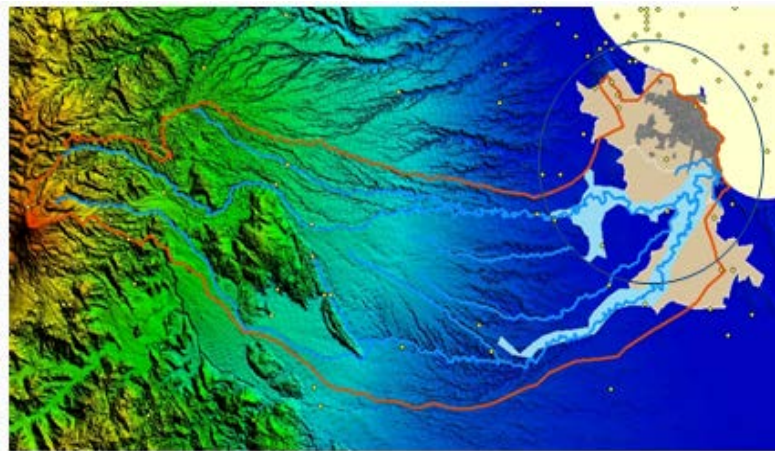


Figura 2. Subcuenca Jamapa-Cotaxtla y acuífero Costero que pertenecen a la zona conurbada Veracruz-Boca del Río.

Fuente:

<http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/datosrelieve/continental/default.aspx>, CONAGUA, 2010c)

PROPUESTA METODOLÓGICA

En este trabajo se define una propuesta metodológica para identificar zonas estratégicas menos vulnerables a las inundaciones y terremotos en zonas urbanas, e identificar los sitios favorables para extracción de agua subterránea como fuente de suministro de agua en situaciones de emergencia. Asimismo, se valoran las construcciones de servicios estratégicos para planes de contingencia como hospitales, plantas de tratamientos, centrales de bomberos y albergues. En la fig. 3 se presenta esquemáticamente la propuesta, organizando la información en un Sistema de Información Geográfica. Se proponen dos mapas de peligros: microzonificación sísmica y microzonificación por inundaciones, asimismo se estudia la hidrogeología de la zona para identificar aquellas zonas potenciales para la extracción de agua de los mantos acuíferos. También se identifican los servicios estratégicos que pudieran resultar dañados ante una emergencia, y se señalan los sitios que pueden funcionar como albergues.



Figura 3. Propuesta metodológica

ZONAS INUNDABLES

La cuenca hidrológica Río Jamapa, tiene una superficie de aportación de 1,976.1 kilómetros cuadrados, con un volumen disponible de 405.45 Mm³, y comprende desde el nacimiento del río hasta la estación hidrométrica El Tejar. La cuenca hidrológica Río Cotaxtla, tiene una superficie de aportación de 1,708.5 km², con un volumen disponible a la salida de 1208.56 Mm³ y comprende desde el nacimiento del río hasta la estación hidrométrica Paso del Toro (DOF, 2008).

Es importante destacar que los cambios en la parte alta de la cuenca tienen consecuencias aguas abajo -lo que se observó en la inundación de la zona conurbada por efecto del huracán Karl-, que propiciaron un mayor escurrimiento en los ríos de respuesta rápida, asociados también a zonas de descarga de acuíferos.

ABASTECIMIENTO DE AGUA

Inundaciones: En el caso de desastres, son prioritarias para el abastecimiento de agua las áreas donde aumentan los riesgos de salud, como son las densamente pobladas (periferias urbanas y albergues temporales, por ejemplo) y aquellas que requieran del servicio con urgencia (hospitales, clínicas, bomberos). Es imperativo identificar qué áreas estarán sumergidas durante las inundaciones, así como

diferencias entre eventos con grandes extensiones de inundación que pueden durar semanas contra inundaciones rápidas, de 24 horas o menos. Durante las inundaciones, los ríos no solo cargan grandes volúmenes de agua, sino también altas cargas de sedimentos. Si los basureros, almacenes industriales y plantas de tratamiento por ejemplo, son inundados, el resultado puede ser la contaminación tanto de agua superficial como de los acuíferos (OPS, 1999).

Terremotos: Una de las principales preocupaciones relacionadas con los terremotos es el daño y la destrucción de infraestructura, inclusive de los sistemas de suministro y sanitarios de agua. En 1995 el terremoto de Kobe (Japón), resultó en grandes incendios fuera de control, la ocurrencia de deslizamiento en pendientes, y fenómenos de licuación. En Haití el 12 de Enero de 2010, sufrió uno de los terremotos más devastadores para el país, con un brote de cólera, que a un año del acontecimiento continúa cobrando víctimas (http://www.who.int/csr/don/2010_10_28/es/index.html).

ESTRUCTURAS RESISTENTES ANTE DESASTRES

Construcciones resistentes, contribuyen a la mitigación de los efectos de los sismos y/o inundaciones, por lo que no solo son necesarias acciones inmediatas en las construcciones nuevas, sino también en las existentes; principalmente en aquellas que signifiquen un impacto potencial mayor al quedar fuera de servicio en el caso de un desastre (Manual de Diseño de Obras Civiles de la CFE-2008: MDOCFE-2008, el Reglamento de Construcciones para el DF y sus Normas Técnicas Complementarias 2004: NTC-2004). Si se logran reducir los efectos directos o indirectos en estas construcciones para fenómenos como los sismos, prácticamente se estará minimizando también el riesgo que pueden causar otros fenómenos como las inundaciones o los huracanes. Solamente hay que recordar que casi siempre las pérdidas de vidas humanas están relacionadas con la falla en las construcciones.

MICROZONIFICACIÓN POR INUNDACIONES

Uno de los fenómenos naturales que ha afectado de manera considerable a nuestro país son las inundaciones. En particular las cuencas de Veracruz por su configuración topográfica y múltiples ríos tributarios históricamente han sido propensas a las inundaciones como consecuencia de las crecientes del río. Son notables las inundaciones en 1999 y 2005, que ocurrieron en los primeros días de octubre, cuando la temporada de lluvias estaba concluyendo, los cuerpos de agua a su mayor capacidad, y el suelo saturado de humedad al grado de que la lluvia no pudo ser absorbida más por el terreno. La cifra de damnificados son contrastantes: menos de cien mil en 1999, contra casi millón y medio en 2005. En 1999 se desbordaron cinco cuerpos de agua, contra 31 en 2005, se afectaron doce mil viviendas en 1999, y el huracán Stan afectó 135 mil casas en el 2005. Los albergues cobijaron a 18 mil personas en 1999 y a 200 mil en 2005. Veinte tramos carreteros y puentes fueron fracturados en 1999 y 170 en 2005. Es decir, la relación de daños es de uno a diez. Los municipios afectados en 1999 fueron 83 y el Stan alcanzó a 170. (Tejeda, 2005). En 2007, Tabasco sufrió graves inundaciones que afectaron al 80% del territorio. En 2008 Minatitlán sufrió inundaciones por las llamadas “vaguadas”, lluvia sin aire que arrojan mayor cantidad de agua que un huracán. Para reducir estos efectos es necesario un manejo integral de cuenca, implementar

acciones de reforestación, y crear pequeñas obras de retención de agua y suelo en zonas altas. (Cruz Tobón, 2008). En la figura 4 se presentan las inundaciones que han afectado a las Cuenca Golfo Centro del Estado de Veracruz.

En general para la identificación de zonas inundables es necesario determinar las áreas o regiones vulnerables, evaluación de la frecuencia y magnitud de las inundaciones **en base a** datos históricos; estimación del número y distribución de la población y análisis de impacto. La metodología para la evaluación de las zonas inundables, como lo indica la elaboración del *Atlas de Peligros Municipales* en su mayor nivel de especialización (SEDESOL, 2007).

Por otra parte, el Centro de Ciencias de la Tierra de la Universidad Veracruzana, está desarrollando una propuesta para la microzonificación de peligros por inundaciones en áreas urbanas, considerando el análisis de un Modelo Digital de Elevaciones como



Figura 4. Inundaciones que han afectado a la cuenca Golfo Centro de Veracruz Fuente: Modificado de CONAGUA, 2009.

MICROZONIFICACIÓN SISMICA

Se ha observado que la distribución de las construcciones dañadas y la magnitud de los daños que sufren **ante** un terremoto en áreas urbanas, presenta fuertes variaciones en función del tipo de suelo (efecto de sitio). Construcciones con características estructurales similares pueden colapsar en un sitio, mientras que otras ubicadas a unos cuantos metros, no sufren daño alguno. Los daños se acentúan en aquellas zonas con sedimentos poco consolidados (blandos), principalmente arcillas, arenas y limos, normalmente con grandes espesores en cuencas aluviales o depósitos de barra, en parte porque en estos sitios se **amplifican** la onda sísmica. Es decir, las zonas bajas o de inundación, antiguos lechos de ríos o espejos de agua pueden presentar estas características. Por lo anterior, es preciso analizar las características del suelo para identificar el efecto de sitio.

EL AGUA SUBTERRÁNEA EN SITUACIONES DE EMERGENCIA

Después de resguardar a la población afectada por una situación de emergencia, la primera prioridad para auxiliar a la población y a los socorristas es la distribución de agua potable. Una opción para mitigar la escasez de agua en desastres, es la utilización del agua subterránea. Estos recursos tienen que ser investigados para seleccionar los sitios que pudieran ocuparse ante un desastre. En general, el agua subterránea es de buena calidad y está sujeta a pocas variaciones estacionales, en los sistemas de flujos intermedios a regionales. Los acuíferos profundos resistentes o aún el agua fósil, necesita ser evaluada y probada para proveer rendimientos adecuados, por lo que el suministro ante una situación de emergencia no tiene que ser visto como un sustituto de las fuentes regulares. *Este debe utilizarse solamente durante la emergencia.* La investigación de recursos subterráneos se basa en técnicas hidrogeológicas, geofísicas, geoquímicas, isotópicas y de percepción remota. En general, se asume que el ambiente subterráneo provee un grado de protección de los acuíferos ante los impactos naturales y humanos. Cuando este grado de protección se desequilibra en el acuífero, se conoce como “vulnerabilidad del agua subterránea”, que es una propiedad intrínseca de un sistema acuífero. Los mapas de vulnerabilidad en hidrogeología se ha desarrollado junto con los Sistemas de Información Geográfica (SIG), como herramientas para el análisis y procesamiento de información para toma de decisiones (AVR, 2003).

El propósito de esta estrategia es identificar los recursos subterráneos de baja vulnerabilidad a eventos hidrometeorológicos (inundaciones), geológicos (terremotos) y humanos (sitios de contaminación acuífera). El resultado sería la identificación de acuíferos resistentes a impactos naturales y antropogénicos para seleccionar regiones piloto de abastecimiento de agua. El desarrollo de esta estrategia para la seguridad humana es necesario para disminuir la vulnerabilidad de la población amenazada por desastres (UNESCO, 2006).

Fuentes alternas de energía. Una vez identificados los sitios potenciales para la extracción de agua subterránea, se tiene que realizar la perforación de pozos estratégicos para situaciones de emergencia, por lo que se necesita la infraestructura necesaria para su funcionamiento, que incluye bombeo. Como una alternativa a los servicios de electricidad (que generalmente se interrumpen en los desastres) se propone la utilización de biocombustibles avanzados, es decir, generar electricidad utilizando como materia prima plantas, microorganismos y/o residuos (www.rembio.org.mx).

SERVICIOS ESTRATÉGICOS

Para abordar una situación de emergencia como son las inundaciones y los terremotos, hay que tomar decisiones rápidamente (a veces incluso pueden ser potencialmente de vida o muerte). Las autoridades tienen que decidir las áreas que hay que evacuar, así como asegurar la vida en albergues. En estos albergues se debe socorrer a la población de las necesidades básicas como son: agua, alimento y abrigo.

Los manuales y reglamentos de construcción consideran las siguientes construcciones como prioritarias ante un desastre: hospitales, estaciones de bomberos, escuelas, estadios, terminales de transporte,

centrales eléctricas y de telecomunicaciones y sus estructuras para la transmisión o distribución, depósitos de sustancias flamables (depósito de combustible, gasolineras) o tóxicas (plantas de tratamiento por ejemplo), puentes principales y sistemas de abastecimiento de agua potable entre otros; por su importancia cultural y social también están en este grupo monumentos, templos y museos con alto valor cultural, edificios que alojen archivos y registros públicos de particular importancia, entre otras, que pertenecen al Grupo A (NTC-2004 y MDOCFE-2008).

SELECCIÓN DE FUENTES DE ABASTECIMIENTO Y ALBERGUES TEMPORALES

La previsión de los mapas de riesgo como son la microzonificación sísmica y por inundaciones **nos puede dar señales y alertarnos** de los principales puntos problemáticos. Para que esta información sea provechosa, se tiene que dar mediante **una** comunicación y coordinación de los expertos **y de** quienes toman las decisiones. Esto también implica un mecanismo de apoyo a las decisiones efectivo que proporcione a tiempo una evaluación precisa de los riesgos, los posibles escenarios y las respuestas de emergencia posibles (Comisión Europea, 2004). La utilización de los SIG, es una herramienta auxiliar para la toma de decisiones.

CONSIDERACIONES FINALES

- Los desastres ponen en peligro la vida y aumentan la incertidumbre de las familias afectadas, inhiben los recursos invertidos y las oportunidades de desarrollo de la sociedad.
- En el diseño de planes de emergencia resulta básica la elaboración de mapas y zonificación del riesgo. Estos mapas deben ser especializados con base científica-técnica.
- El trabajo interdisciplinario, utilizando herramientas como los SIG es indispensable para comunicar el conocimiento y sea una base para la toma de decisiones.
- A pesar de la evidencia histórica y científica del efecto de los sismos en las construcciones por las condiciones locales del Estado, estas no han superado la influencia de otros intereses en la toma de decisiones para el desarrollo urbano.
- Existe ausencia o falta de cumplimiento de reglamentos modernos, donde se consideren condiciones locales.
- Durante situaciones de emergencia el abastecimiento inmediato del agua potable es prioritario.
- En México no se tiene la infraestructura necesaria para la instrumentación de planes de suministro de agua en situaciones de emergencia.
- Este trabajo contribuye a la elaboración de planes de contingencia y de crecimiento urbano cada vez más eficientes.
- Invertir en mitigación es más fiable que la reconstrucción.

REFERENCIAS:

- AVR (2003). *“Acuifer Vulnerability and Risk”*. Proceedings of the First International Workshop on Aquifer Vulnerability and Risk. Vol.1 y 2. Salamanca Guanajuato. 28-30 Mayo.

- CONAGUA (2009). Presentación Oral. *Foro Regional de la Agenda del Agua 2030*, Asentamientos seguros contra inundaciones. Boca del Río Veracruz.
- Comisión Europea (2004). Dirección General de Investigación. (<http://europa.eu.int>).
- Cruz, C., Tobón, M. (2009). *"Determinación de Áreas Propensas a Inundaciones en una microcuenca con aplicaciones de SIG"*. Tesis para obtener el título de Ingeniero Topógrafo y Geodesta Facultad de Ingeniería UV, dirigida por la M.C. Iris Neri Flores.
- Diario Oficial de la Federación (2008). Acuerdo por el que se da a conocer el resultado de los estudios de disponibilidad media anual de las aguas superficiales en las cuencas hidrológicas Río Actopan, Río La Antigua, Río Jamapa, Río Cotaxtla, Jamapa Cotaxtla y Llanuras de Actopan.
- INEGI (2010). Resultados del censo de población y vivienda 2010.
- (<http://200.23.8.5/sistemas/mexicocifras/MexicoCifras.aspx?e=0&m=0&sec=M&ind=1002000001&ent=0&enn=Estados%20Unidos%20Mexico&ani=2010&src=0>)
- OPS (1999). *El Agua en situaciones de Emergencia*. OPS/HEP/99/34. Serie "Autoridades locales, Medio Ambiente y Sanidad" (www.paho.org).
- Tejeda A. (2005). Panorámica de las Inundaciones en el Estado de Veracruz 2005 Inundaciones 2005 en el Estado de Veracruz. (www.atmosfera.unam.mx/editorial/libros/inundaciones/1.pdf)
- SEDESOL (2007). *Bases para la Estandarización en la Elaboración de Atlas de Riesgos y Catálogo de Datos Geográficos para Representar el Riesgo*. Programa HABITAT-SEDESOL.
- Torres, G., Álvarez, J., García, J., Pacheco, V., Dávalos, R., Mora, I. (2010). *Microzonificación de peligros por inundaciones en áreas urbanas*. Presentación Oral. Foro Inundaciones. 23 Noviembre 2010. Centro de Ciencias de la Tierra, Universidad Veracruzana.
- UNESCO (2006). *Groundwater for emergency situations IHP-VI*. Series on Groundwater No.12.
- **Páginas web consultadas:**
- <http://www.atlasriesgosver.gob.mx/mapper/map.phtml?&language=en> (30 enero 2011)
- <http://www.conagua.gob.mx> (10 enero 2011)
- <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/datosrelieve/continental/default.aspx> (10 enero 2011)
- <http://www.rembio.org.mx> (10 enero 2011)



4. Fibra de maguey, solución sustentable para aerogeneradores de baja potencia.

¹Pérez Santiago Ángel, ²Miguel Escobar Alfonso, ³ Aquino Moreno Saturnino Germán Armando, ⁴Luis Enrique Barcelos Martínez, ⁵ Jesús Natividad Pacheco Martínez

^{1, 2, 3, 4} Universidad Tecnológica de los Valles Centrales de Oaxaca, Av. Universidad s/n. psantiago.angel@hotmail.com.mx

INTRODUCCIÓN

Al paso del tiempo el material para la construcción de palas para aerogeneradores ha ido cambiando con la finalidad de aprovechar el recurso eólico de baja potencia. Todos los procesos y materiales utilizados para la fabricación **es** con la intención de tener palas idóneas que cumplan con un bajo costo y óptimo aprovechamiento.

El presente trabajo pretende interpretar la eficiencia, resistencia y vida útil de palas para aerogeneradores de baja potencia, dicho trabajo de investigación se desarrolló en la Universidad Tecnológica de los Valles Centrales de Oaxaca; Ubicada en la villa de San Pablo Huixtepec, Oaxaca, México. Los resultados obtenidos superaron las proyecciones para dicha región.

DESARROLLO

Tomando en cuenta que la fibra de vidrio estructuralmente posee una alta resistencia a la fatiga, existen problemas aunados al material que tienen que ver con su desempeño en las palas, ya que se ha encontrado que suelen presentar daños o indicios de deterioro por el funcionamiento cotidiano y por factores contingentes externos como lluvia, impacto de animales, polvo, descargas de rayos, insolación, granizo, entre muchos otros, debido a esto el interés por mejorar la resistencia de las mismas palas.

La primera etapa para la construcción de las palas para un aerogenerador de baja potencia consiste en la elaboración de los moldes, que fueron contruidos con lamina de acero inoxidable, y remarcado el diseño sobre la misma con un lápiz de color para realizar el corte

Los cortes fueron hechos con un esmeril, una lija para rebajar la rebaba de los cortes y disminuir el filo que queda después de un corte. Después a cada uno los moldes en una de sus caras le aplicamos una capa de cinta para aislarlo del material con que se construyó la pala. Se comienza con una primera capa de resina poliéster preparada, posteriormente se aplica una capa de la **maya** de fibra de maguey anteriormente elaborada, Para igualar el porcentaje entre la mezcla primero **extrae** el equivalente en gramos de catalizador y para ello se realiza la siguiente operación:

$$\text{g. de resina} / 100 \% \times 1 \% = \text{g. de catalizador.} \quad [1]$$

Donde g. de resina es el total de resina a preparar.

Damos por hecho que el resultado es el equivalente a la cantidad de catalizador que se necesita para “x” cantidad de resina. Sabiendo que 1.0 g. de catalizador equivale a 34 gotas, entonces se sabrá el equivalente en gramos de una gota, así que se prosigue con la siguiente operación:

$$1\text{g}/34 \text{ gotas} = 0.029 \text{ g. de } 1 \text{ gota} \quad [2]$$

Debido a que el catalizador se aplica por gotas, hay que saber cuántas gotas se necesita para la resina a utilizar.

$$1 \text{ gota} / 0.029 \text{ g.} \times \text{g. de catalizador} = \text{núm. de gotas} \quad [3]$$

El total de capas es de tres capas de fibra de maguey y cuatro capas de resina, con éste se obtienen el grosor de 4 mm que por lo regular es la **espesura** que se le da a las piezas trabajadas con fibra de vidrio. Al finalizar la aplicación de capas de fibra y resina, siendo esta la última de las capas, se da un tiempo a secar, mediante secado solar. El periodo de trabajo fue de aproximadamente 72 hrs donde el material alcanzó un 90% de secado.

Al finalizar esta prueba observamos que la pala con aplicación para aerogeneradores de baja potencia queda aproximadamente compuesta de 40 % de fibra de maguey y con un 60 % de resina poliéster. Colocando la pieza a contraluz se observan las fibras de maguey cortadas de 500 mm, además de presentar mejor distribución al igual genera menos volumen y por lo tanto un menor grosor y bajo peso. *ver figura 1.*

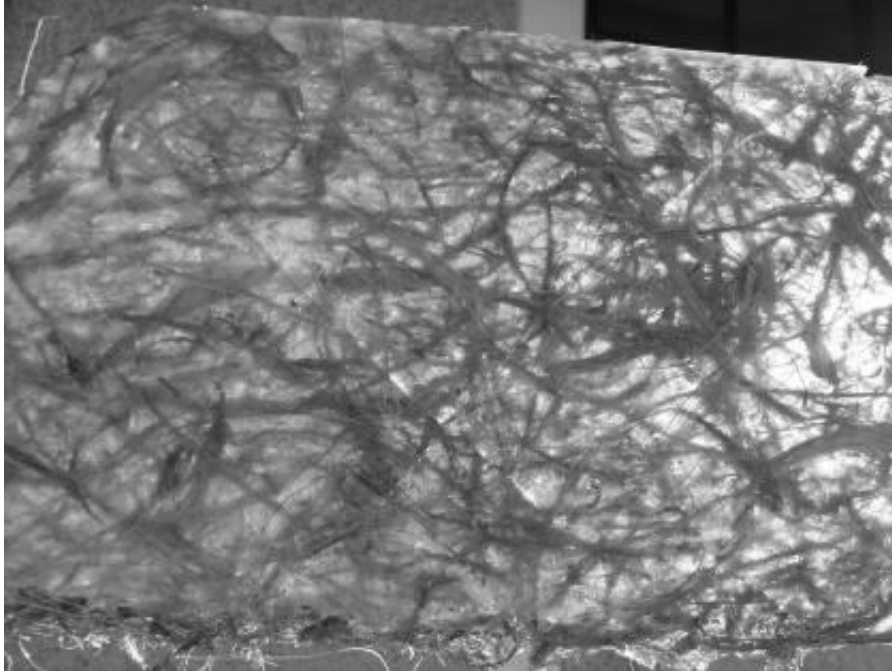


Figura 1. Espacios entre fibras.

Resultados

Como resultado se obtuvo una mayor dureza en comparación de palas de fibra de vidrio; asimismo, mejoró el peso de la pala a 2 kilogramos a comparación de 4 kilogramos de una pala de fibra de vidrio. Al mismo tiempo se utiliza materia prima que en su principio son desechos de palenques de la región de Valles Centrales de Oaxaca.



Aerogenerador de baja potencia, palas de fibra de maguey.

Conclusiones

- La fibra de vidrio guarda ventaja en relación a la fibra de maguey en cuestión de presentación, ya que la fibra de vidrio se consigue en el mercado ya procesada (colchoneta) lista para ser aplicada. En cambio, la fibra de maguey, para su manejo, se tiene que someter a un tratamiento y un proceso para ser utilizada en la manufactura de palas una vez recolectada de los palenques.
- En la fabricación de palas es importante que exista un área en donde se sometan a prueba para comprender mejor las deficiencias que puedan existir. Esto permite que se localicen las áreas que requieran reforzarse.
- Este es el caso de la punta de la pala, que siendo una zona delgada no requiere que se aplique demasiado material, pero sí que tenga una compactación que cubra toda la zona, mientras en el cuerpo de la pala se debe tener un espesor de 0.4 a 0.5 cm.
- Por último, en la raíz se debe lograr un espesor que permita soportar la presión a la que está sometida al momento de colocarse en el rotor, teniendo en cuenta que no por tener mayor cantidad de material va a resistir mejor la pala, y considerando siempre que todo el cuerpo de la raíz es la que controla el esfuerzo.
- En este sentido, la parte en donde termina la raíz y empieza el cuerpo de la pala en el lado conocido como extradós es en donde se genera la mayor parte de fracturas; por lo tanto, requiere que sea el lugar en donde se aplique mayor reforzamiento.

Referencias

Grimaldo López, Saúl. *Manual de trabajo, taller de material 1 moldería*. México. Pág. 38.

Op. Cit. Grimaldo López, Saúl. Pág. 37.

Rodríguez Amenedo J.L., Burgos Díaz J.C., Arnalte Gómez J.
Sistemas eólicos de producción de energía eléctrica. Madrid. Rueda
SL. Pág. 114.

Parrillas C., Felipe. *Resinas poliéster, plásticos reforzados*. 3a Ed.
México D.F. La ilustración, S.A. 1975. Pág. 122.



5. Nuevas proyecciones de cambio de precipitación y temperatura para el siglo XXI en el norte de México

Andrade Velázquez Mercedes, Montero Martínez Martín José

INTRODUCCION.

Los modelos globales son limitados computacionalmente para realizar corridas a resoluciones menores a $2^\circ \times 2^\circ$ por lo que es necesario emplear técnicas de reducción de escala. Los métodos se clasifican en dinámicos y estadísticos. Los métodos dinámicos generalmente utilizan la información de los modelos globales para incorporarla a los modelos de mayor resolución (RCM; Mearns et al., 1995, Murphy 1999), como ejemplo el anidado de los modelos de área limitada (LAM). Mientras que los métodos estadísticos utilizan relaciones estadísticas (**empíricas**) entre la variable de interés local y el campo a gran escala (el clima a resolución de MCG; Tryhorn & DeGaetano 2011), ejemplos de estos son los de regresión (Hanssen-Bauer & Forland, 1998; Cubasch et al. 1996; Hanssen-Bauer et al. 2003), esquemas de tipos de tiempo (Goodess & Palutikof 1998; Conway et al. 1996; Fowler et al. 2000), generadores de tiempo (Wilks, 1992; Mason, 2004), método de análogos (Zorita and von Storch, 1999) y cambio de escala de patrones (Giorgi et al. 2001). Aunque los métodos dinámicos producen respuestas basadas en procesos físicamente más consistentes, los estadísticos son comparativamente más baratos y computacionalmente más eficientes, razones por las cuales son más empleados.

Otro punto importante es el empleo de ensambles multi-modelos para cuantificar la incertidumbre de los modelos (Tebaldi & Knutti, 2007). Se ha demostrado que la combinación de modelos generalmente incrementa la habilidad, fiabilidad y consistencia de pronósticos de modelos (Tebaldi & knutti). Este principio se usa en las proyecciones del clima por modelos (Giorgi & Mearns 2002). Una de las maneras de construir un ensamble de modelos es mediante promedios pesados del clima simulado con las observaciones (Krishnamurti et al. 2000) con cada modelo pesado de igualmente o diferentemente (Giorgi & Mearns) de acuerdo con su desempeño.

En este trabajo presentamos proyecciones de cambio de temperatura y precipitación para México mediante un ensamble de los nuevos modelos del Proyecto de Intercomparación de Modelos Acoplados (CMIP5) del Panel Intergubernamental ante el Cambio Climático (IPCC) (sección 2), mediante la metodología del Reliability Ensemble Averaging (sección3). Los resultados se muestran en la sección 4.

DATOS Y SU TRATAMIENTO.

Se descargaron 16 modelos (ver tabla 1) del portal del CMIP5 (<http://cmip-pcmdi.llnl.gov/cmip5/>) del IPCC con los escenarios de RCP4.5, RCP6 y RCP8.5 (<http://cmippcmdi.llnl.gov/cmip5/docs/IPCC.meetingreport.final.pdf>)

y el período histórico. Para los datos de observaciones se empleó la base de datos CRUTS2.0 (<http://www.cru.uea.ac.uk/cru/data/hrg/> ; Mitchell et al. 2003) y se tomó el período de referencia de 1961 al 1990. Tanto de los datos de modelos como los de CRUTS2 se extrajeron con el comando ncks (netCDF Operators NCO; <http://nco.sourceforge.net/>) la región que comprende a México y Centroamérica (lon=226° a 292°E, lat=-2° a 42°N). El manejo de los datos se llevó a cabo por medio de ncl [The NCAR Command Language (Version 6.0.0) [Software]. (2012), Boulder, Colorado: UCAR/NCAR/CISL/VETS. <http://dx.doi.org/10.5065/D6WD3XH5>].

Para el escenario RCP4.5 se trabajó con un total de 16 modelos para la variable Temperatura Superficial del Aire, mientras que para la Precipitación con 15 modelos (ver tabla 2.1 para detalle), la elección se basó en aquellos que disponían de datos históricos y en los que comprendían dos períodos de tiempo futuro, futuro cercano (2015-2039) y futuro lejano (2075-2099) en los escenarios; este mismo criterio se usó para los otros dos escenarios (rcp8.5 y rcp6). En el caso de RCP6 se emplearon 9 modelos para Precipitación y 10 para Temperatura. Mientras que para RCP8.5 son 15 modelos para Temperatura y 14 para Precipitación.

Para los datos de los modelos del Cuarto Reporte del IPCC (AR4) empleados por Montero et al., se descargaron del portal http://ipcc-data.org/gcm/monthly/SRES_AR4/index.html los archivos correspondientes a las variables de temperatura superficial del aire y la precipitación total de los modelos enlistados en la Tabla 2.2.

TABLA 2.1. Modelos del CMIP's.

Centro o Grupo de Modelado	ID del Instituto	MODELOS	VARIABLES	EXPERIMENTO
Beijing Climate Center, China Meteorological	BCC	bcc-csm1-1 (China)	Tas y Pr.	Historical, rcp2.6, rcp 4.5, rcp 6, rcp8.5
Canadian Centre for Climate Modelling and Analysis	CCCMA	CanESM2 (Canadá)	Tas y Pr.	Historical, rcp2.6, rcp 4.5, rcp6, rcp8.5
Institute for Numerical Mathematics	INM	INMCM4 (Rusia)	Tas y Pr.	Historical, rcp 4.5, rcp8.5
Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, Atmosphere and Ocean Research Institute (The University of Tokyo), and National Institute for Environmental	MIROC	MIROC_ESM_CHEM (Japón)	Tas y Pr.	Historical, rcp2.6, rcp 4.5, rcp6, rcp8.5

Studies				
Atmosphere and Ocean Research Institute (The University of Tokyo), National Institute for Environmental Studies, and Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology	MIROC	MIROC5 (Japón)	Tas y Pr.	Historical, rcp2.6, rcp 4.5, rcp6, rcp8.5
Japan Agency for Marine Earth Science and Technology, Atmosphere and Ocean Research Institute (The University of Tokyo), and National Institute for Environmental Studies	MIROC	miroc_esm (Japón)	Tas y Pr.	Historical, rcp2.6, rcp 4.5, rcp6, rcp8.5
Meteorological Research Institute	MRI	MRI_CGCM3 (Japón)	Tas y Pr.	Historical, rcp2.6, rcp 4.5, rcp6, rcp8.5
NASA Goddard Institute for Space Studies	NASA GISS	GISS-E2-R (E. U.)	Tas y Pr.	Historical, rcp2.6, rcp 4.5, rcp6, rcp8.5
Norwegian Climate Centre	NCC	NorESM1-M (Noruega)	Tas y Pr.	Historical, rcp2.6, rcp 4.5, rcp6, rcp8.5
NOAA Geophysical Fluid Dynamics Laboratory	NOAA GFDL	GFDL-ESM2G (E. U.)	Tas y Pr.	Historical, rcp2.6, rcp 4.5, rcp6
Met Office Hadley Centre	MOHC	HadGEM2-CC (Reino Unido)	Tas y Pr.	Historical, rcp 45, rcp85
Met Office Hadley Centre	MOHC	HadGEM2-ES (Reino Unido)	Tas y Pr.	Historical, rcp26, rcp 45, rcp 60*, rcp85
Institut Pierre-Simon Laplace	IPSL	IPSL-CM5A-LR (Francia)	Tas y Pr.	Historical, rcp4.5, rcp 6, rcp8.5
Institut Pierre-Simon Laplace	IPSL	IPSL-CM5A-MR (Francia)	Tas y Pr.	Historical, rcp2.6, rcp 4.5, rcp8.5
National Center for Atmospheric Research	NCAR	CCSM4 (E. U.)	Tas	Historical, rcp26, rcp 4.5, rcp 6, rcp8.5
Max Planck Institute for Meteorology	MPI-M	MPI_ESM_LR (Alemania)	Tas y Pr.	Historical, rcp2.6, rcp 4.5, rcp8.5

TABLA 2.2. Modelos del CMIP3.

MCGA	Siglas y Resolución de Malla (Global)	País
1. Bjerknes Centre for Climate Research, Bergen Climate Model Version 2	BCCR-BCM2.0 128 lons x 124 lats	NORUEGA
2. Canadian Centre for Climate Modelling and Analysis, Coupled Global Climate Model 3	CCCMA-CGCM3 96 lons x 48 lats	CANADA
3. Centre National de Recherches Meteorologiques, Coupled Model 3	CNRM-CM3 128 lons x 124 lats	FRANCIA
4. CSIRO Atmospheric Research, Mk3.5	CSIRO-MK3.5 192 lons x 96 lats	AUSTRALIA
5. CSIRO Atmospheric Research, Mk3	CSIRO-MK3 192 lons x 96 lats	AUSTRALIA
6. Max Planck Institute for Meteorology ECHAM5	MPI_ECHAM5 192 lons x 96 lats	ALEMANIA
7. Meteorological Institute of the University of Bonn, ECHO-G	MIUB_ECHO_G 96 lons x 48 lats	ALEMANIA/KOREA
8. National Oceanic Atmospheric Administration Geophysical Fluid Dynamics Laboratory, CM2.0	GFDL-CM2.0 144 lons x 90 lats	USA
9. National Oceanic Atmospheric Administration Geophysical Fluid Dynamics Laboratory, CM2.1	GFDL-CM2.1 144 lons x 90 lats	USA
10. National Institute of Geophysics and Volcanology, ECHAM 4.6	INGV-ECHAM-SXG 320 lons x 160 lats	ITALIA
11. Institute for Numerical Mathematics, CM3	INMCM3.0 72 lons x 45 lats	RUSIA
12. Institut Pierre-Simon Laplace	IPSL- CM4 96 lons x 72 lats	FRANCIA
13. Model for Interdisciplinary Research on Climate Medium Resolution	MIROC3_2_MEDRES 128 lons x 64 lats	JAPON
14. Meteorological Research Institute, Coupled Global Climate Model 3	MRI-CGCM2_3_2A 128 lons x 64 lats	JAPON

15. National Center for Atmospheric Research Community Climate System Model	NCAR_CCSM3_0 256 lons x 128 lats	USA
16. National Center for Atmospheric Research Parallel Climate Model	NCAR_PCM1 128 lons x 64 lats	USA
17. Hadley Centre for Climate Prediction, Met Office	UKMO_HADCM3 96 lons x 73 lats	REINO UNIDO
18. Hadley Centre Global Environmental Model Met Office	UKMO_HADGEM1 192 lons x 145 lats	REINO UNIDO
19. Canadian Centre for Climate Modelling and Analysis, Coupled Global Climate Model 3 T63	CCCMA-CGCM3 128 lons x 64 lats	CANADA
20. Laboratory Atmospheric Sciences and Geophysical Institute of Atmospheric Physics, FGOALS1.0_g	IAP-FGOALS 128 lons x 64 lats	CHINA
21. National Aeronautics and Space Administration Goddard Institute for Space Studies, Atmosphere-Ocean Model	GISS-AOM 90 lons x 60 lats	USA
22. National Aeronautics and Space Administration Goddard Institute for Space Studies, ModelE20/HYCOM	GISS-EH 72 lons x 46 lats	USA
23. Model for Interdisciplinary Research on Climate High resolution	MIROC3_2_HIRES 320 lons x 160 lats	JAPON

METODOLOGIA.

3.1 Implementación del método fiabilidad del ensamble ponderado (FEP-REA).

El método de Fiabilidad del Ensamble Ponderado (Reliability Ensemble Averaging, REA; Giorgi & Mearns, 2002) se basa principalmente en dos criterios, el de desempeño (R_d) y el de convergencia (R_c). Estos son combinados en el factor de fiabilidad del modelo R de la siguiente manera:

$$R_i = (Rd_i^m * Rc_i^n)^{1/m*n} \quad (1)$$

Dond el índice i representa a cada modelo, y m y n son parámetros para pesar cada criterio.

Entonces obtener el cambio promedio pesado:

$$\widetilde{\Delta P} = \frac{\sum R_i \Delta P_i}{\sum R_i} \quad (2)$$

Es el cambio proyectado por cada modelo, para mayor detalle ver Giorgi & Mearns.

Este método fue implementado en México para los escenarios del Cuarto Reporte de Evaluación del IPCC (AR4) por Montero et al. 2008, contando con dos iteraciones en el criterio de convergencia ($D(P) =$

$\Delta P_i - \bar{\Delta P}$, donde $D(P)$ es la distancia del modelo al promedio del ensamble). Se ha incluido también un aumento en el número de iteraciones a 10, como contribución al trabajo de Montero et al. Para el cálculo del rango de incertidumbre se empleó la misma fórmula propuesta por Giorgi & Mearns para la desviación de la raíz media cuadrática:

$$\delta \bar{\Delta P} = \sqrt{\frac{\sum R_i (\Delta P_i - \bar{\Delta P})^2}{\sum R_i}} \quad (3)$$

$$\bar{\Delta P}_+ = \bar{\Delta P} + \delta \bar{\Delta P} \quad (4)$$

$$\bar{\Delta P}_- = \bar{\Delta P} - \delta \bar{\Delta P} \quad (5)$$

Donde $\bar{\Delta P}_+$ y $\bar{\Delta P}_-$ son los límites superior e inferior respectivamente.

4. RESULTADOS.

4.1 Temperatura.

Las proyecciones de cambio para la temperatura obtenidas para el territorio nacional en el futuro cercano y lejano son positivas, esto es observado en los resultados con 2 y 10 iteraciones.

4.1.1 INVIERNO (RCP8.5 vs A2).

Se observan incrementos en la temperatura, caso de dos iteraciones, en el rango de 0.5 a 1.5°C para el futuro cercano para el escenario RCP8.5 en casi todo el territorio nacional, mientras que el escenario A2 muestra el mismo rango excepto en la vertiente del Golfo, Península de Yucatán, las costas de Oaxaca, Guerrero y la Península de Baja California donde el máximo aumento es del orden de 1°C. En el caso de las proyecciones del futuro lejano, el escenario RCP8.5 muestra un incremento de 3.5 a 4°C en la zona centro, mientras que en el noroeste va de 4 a 4.5°C habiendo zonas como la frontera entre Sonora y Chihuahua que rebasan los 4.5°C. Por otro lado en la vertiente del Golfo de México, costa de Oaxaca y Chiapas, Campeche y Quintana Roo el incremento es de 3 a 3.5°C, esto también se observa también para Yucatán sin embargo existe una zona al noreste de dicho estado con menor incremento (2.5 a 3°C, ver Figura 1). El escenario A2 muestra que para la Península de Yucatán, el sur de la Península de Baja California y la costa este de Tamaulipas el incremento va de 2.5 a 3°C.

4.1.2 VERANO (RCP8.5 vs A2).

El cambio proyectado en la temperatura en ambos escenarios es mayor (2 iteraciones), en el caso del futuro cercano se tiene un incremento de 1 a 1.5°C en el centro del País, mientras que en el sureste (principalmente en Chiapas) se observan incrementos de 1.5 a 2°C, en el norte del País el incremento va de 1.5 a 2°C para los estados de Sonora, Chihuahua, Norte de Durango y Coahuila en el escenario RCP8.5 y para el A2 esto también es observado para los estados de Coahuila y norte de Chihuahua. Otra diferencia es en la península de Baja California, es menor el incremento en el escenario A2 (0.5 a 1°C). Para el futuro lejano, las diferencias son más marcada, teniendo incrementos del orden de 4 a 5 en casi todo el

territorio nacional, con el escenario A2 y en la península de Baja California y el este de la Península de Yucatán el incremento va de 2.5 a 3°C, sin embargo el escenario RCP8.5 muestra que en ambas penínsulas el cambio es del orden de 3.5 a 4.5°C, pero el resto del territorio el incremento va de 4.5 a 5°C, inclusive mayor a 5°C como es la costa de

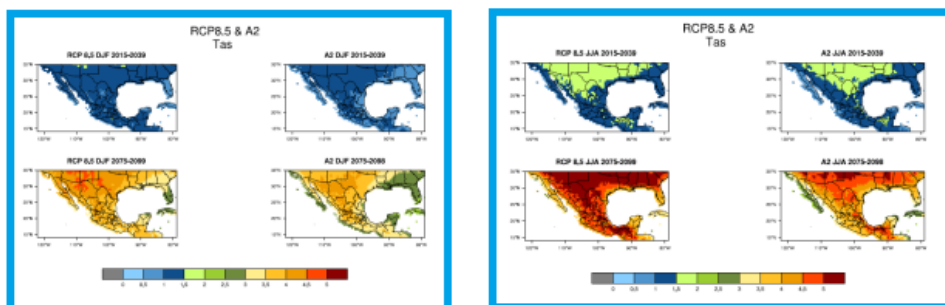


Figura 4.1. Proyección de Cambio de Temperatura para México en los períodos 2015-2039 (izquierda) y 2075-2099 (derecha) con el escenario RCP8.5 (columna 1) y A2 (columna 2).

Tabasco y centro Norte.
(RCP8.5 y A2).

4.2.1 INVIERNO (RCP8.5 vs A2).

El mayor decremento observado para el invierno con RCP8.5 es en los estados como Sonora, Sinaloa, la Península de Baja California, así como parte este de Coahuila, norte de Tamaulipas, norte y centro de Nuevo León y Colima, intensificándose el decremento en el estado de Sinaloa y en Jalisco se tiene decremento importante al suroeste en el futuro cercano, y para el futuro lejano se observa que el decremento es significativo para casi todo el territorio exceptuando las costas de Oaxaca, parte de las de Chiapas (suroeste) y Guerrero (sureste). Mientras que el escenario A2, muestra decrementos más significativos en casi todo el territorio nacional, especialmente en el estado de Sinaloa, Nayarit y costas de Jalisco para el futuro cercano; el cambio proyectado se intensifica a menos de -1 mm/día en el futuro lejano, en gran parte del territorio, principalmente hacia el oeste del País.

4.2.2 VERANO (RCP8.5 vs A2).

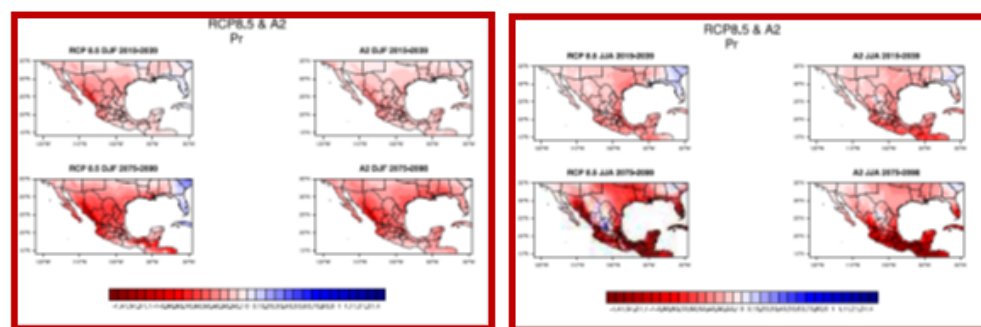


Figura 4.2. Proyección del Cambio en Precipitación para México en el futuro cercano y lejano con el escenario RCP8.5 (columna1) y A2 (columna2) para invierno (izquierda) y verano (derecha).

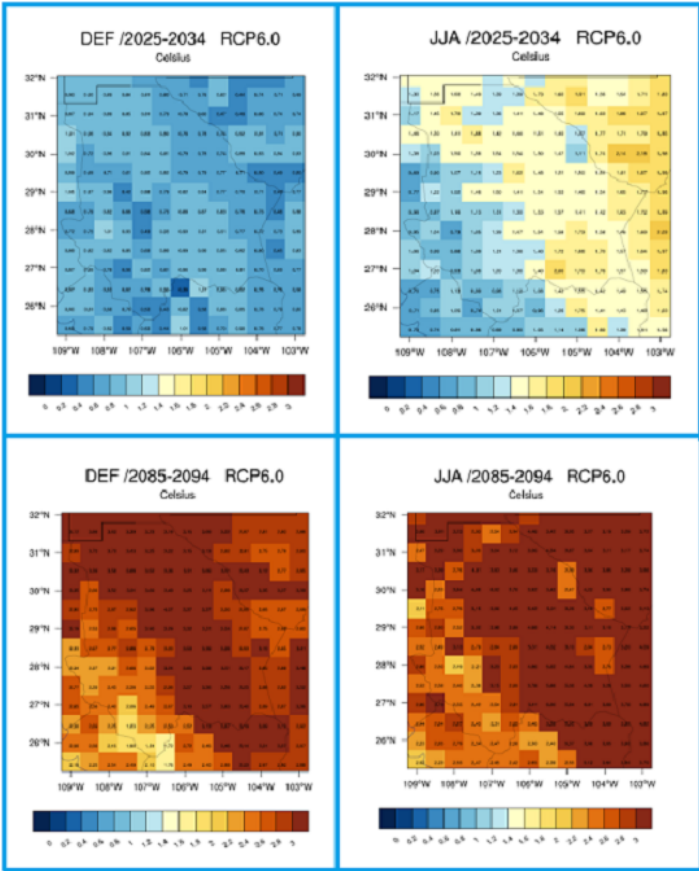


Figura 4.3. La figura muestra los cambios de temperatura para el Estado de Chihuahua. Las dos primeras corresponden al período 2025-2034y las dos últimas al período 2085-2094.

regiones llegue a 2° en el centro y este del estado como puede verse en la figura 4.3.

Para la **década de 2985-2094** el aumento de temperatura es alrededor de 3°-3.5°C en el centro y este, teniendo menor incremento (2.5°-3°C) para el este, el mismo comportamiento se observa en verano salvo que ahora los máximos cambios son del orden de 5° para este y 3° para el este.

Para el caso del verano, el cambio proyectado por RCP8.5 es también menor que el escenario A2, sin embargo los patrones proyectados de decremento se observan en ambos escenarios para el futuro cercano. Para el futuro lejano se observa que el escenario RCP8.5 proyecta mayor decremento en el noroeste del país, así como en la Península de Yucatán y en los estados de Veracruz y Tabasco que el escenario A2. Mientras que para los estados del centro y centro norte del País no hay cambios importantes, sí se puede observar que hay cambios positivos para los estados de Zacatecas, Aguascalientes, San Luis Potosí e Hidalgo.

4.3 Proyección de Temperatura para el Estado de Chihuahua.

Los cambios en la temperatura media proyectados para la década de los 2025-2034 en el estado de Chihuahua van de 0.4° a 1° C en el oeste del estado, mientras que en el centro y este del mismo es alrededor de 0.8°C en el invierno. En el caso del verano, el aumento de la temperatura será de aproximadamente 1°C para el oeste y mayor de 1.5° inclusive en algunas

4.4 Proyección de Precipitación para el Estado de Chihuahua.

Así como es observado a nivel nacional el decremento en la precipitación también es proyectado en el estado de Chihuahua. En el invierno de 2025-2034 el mayor decremento se observa en el oeste del Estado, con aproximadamente -0.3 mm/día, y para el verano misma década, el decremento (-0.3 mm/día) es más uniforme en todo el estado. Por otro lado en el invierno de 2085-2094 se observa que los cambios negativos en la precipitación más significativos (-0.7 a -0.6 mm/día) son en el suroeste del estado, mientras que atravesando el estado en dirección noreste estos cambios son menores (-0.5 a -0.2 mm/día). En el caso del verano de 2085-2094 el decremento proyectado es alrededor de -0.4 mm/día, habiendo regiones donde el cambio no se detecta o es positivo, inclusive de 1 mm/día.

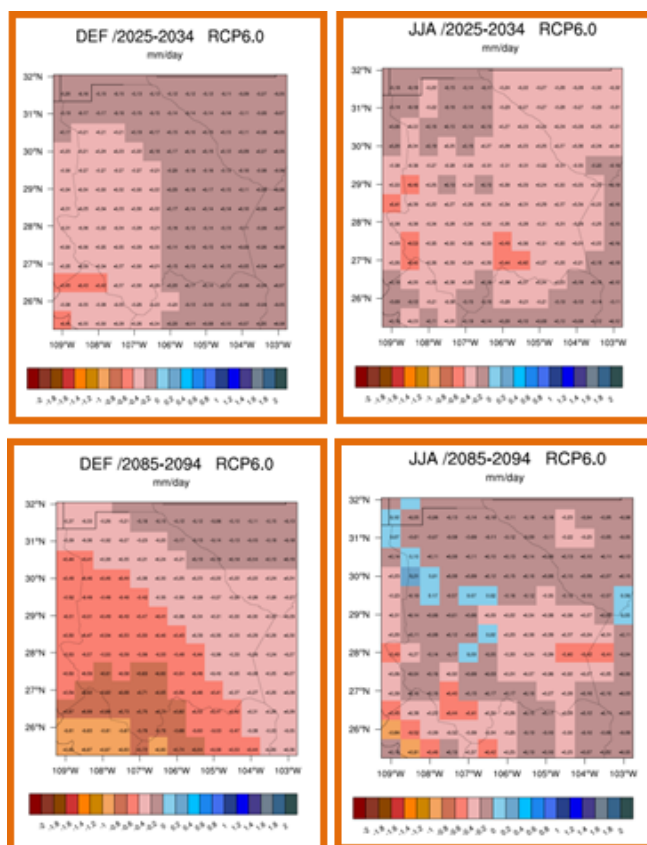


Figura 4.4. La figura muestra los cambios proyectados en la precipitación media del estado de Chihuahua para invierno y verano en el período de 2025-2034 (dos primeras respectivamente) y el período 2085-2094 (dos últimas).

REFERENCIAS.

- Conway D, Wilby RL, Jones PD. 1996. Precipitation and air flow indices over the British Isles. *Climate Research* 7: 169–183.
- Cubasch U, von Storch H, Waszkewitz J, Zorita E. 1996. Estimates of climate change in southern Europe using different downscaling techniques. *Climate Research* 7: 129–149.
- Fowler HJ, Kilsby CG, O’Connell PE. 2000. A stochastic rainfall model for the assessment of regional water resource systems under changed climatic conditions. *Hydrology and Earth System Sciences* 4: 261–280.
- Giorgi, F., et al., 2001: Regional climate information—evaluation and projections. Chapter 10 of: *Climate Change 2001: The Scientific Basis*. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (J.T. Houghton et al., eds), Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 583-638.
- GIORGI, F., MEARNS, L.O. Calculation of average, uncertainty range, and reliability of regional climate changes from AOGCM simulations via the Reliability Ensemble Averaging (REA) method. *J. Climate*. Vol. 15, 2002, pp. 1141-1158.
- Hanssen-Bauer I, Førland EJ. 1998. Long-term trends in precipitation and temperature in the Norwegian Arctic: can they be explained by

- changes in atmospheric circulation patterns? *Climate Research* 10: 143–153.
- Hanssen-Bauer I, Førland EJ, Haugen JE, Tveito OE. 2003. Temperature and precipitation scenarios for Norway: comparison of results from dynamical and empirical downscaling. *Climate Research* 25: 15–27.
 - Mearns LO, Giorgi F, McDaniel L, Shields C. 1995. Analysis of daily precipitation variability in a nested regional climate model: Comparison with observations and 2XCO₂ results. *Global and Planetary Change* 10: 55–78.
 - Tryhorn L and DeGaetano A 2011. A comparison of techniques for downscaling extreme precipitation over the Northeastern United States. *International Journal of Climatology* 31: 1975–1989.
 - Tebaldi C, Knutti R. 2007. Review. The use of the multi-model ensemble in probabilistic climate projections. *Philosophical Transactions of the Royal Society A* 365: 2053–2075.
 - Zorita E, von Storch H. 1999. The analog method as a simple statistical downscaling technique: Comparison with more complicated methods. *Journal of Climate* 12: 2474–2489.

6. Evaluación de sorgos dulces para producciones de etanol y forraje en Chihuahua

Luis Gerardo González Carrasco¹, Antonio H. Chávez Silva¹, Oscar Serna Beltrán², Oscar Alfredo Viramontes Olivas¹ y Guadalupe Nelson Aguilar Palma¹

¹Facultad de Zootecnia y Ecología, UACH. ²Campo Experimental La Campana –INIFAP–Chihuahua.

Introducción

Cada año las fuentes de energía proveniente de fósiles se están reduciendo. Es importante buscar alternativas que a mediano y largo plazo sustituyan esta fuente energética. Al participar con la producción de energías más limpias, se contribuye a disminuir la emisión de gases de efecto invernadero, con ello se logra disminuir los impactos del Cambio Climático a nivel Mundial.

La población mundial está creciendo continua e indefinidamente. Este crecimiento ocasiona un incremento en la demanda de alimentos, combustibles y energéticos. Sin embargo, nuestros recursos no son suficientes y tienen un límite que pronto será alcanzado. De acuerdo con la Organización para la Agricultura y la Alimentación (FAO), los combustibles fósiles son el mayor recurso energético utilizado, donde el petróleo contabiliza más del 35% del consumo primario de los países desarrollados. El carbón ocupa el segundo lugar (23%), seguido por el gas natural (21%), leña, carbón y otros biocombustibles (10%), energía nuclear (7.6%) e Hidroeléctrica (2.7%) y otras energías renovables como la energía geotérmica, solar y eólica (0.7%) (FAO, 2005). En México, sólo 9.5% de la oferta total de energía es renovable, mientras que en Brasil el 38.7% de su energía proviene de fuentes renovables. Además, habría que aclarar que la poca energía renovable que se produce en México, a diferencia de Brasil, es fundamentalmente hidráulica, solar y eólica, y no se utiliza hasta el momento la producción comercial de biocombustibles a partir de cultivos agrícolas o forestales (Becerra, 2009). Considerando lo anterior el presente trabajo tiene como objetivo evaluar la factibilidad productiva y económica de la utilización de sorgos para la producción de etanol y forraje en el estado de Chihuahua.

Materiales y Métodos. El estudio se llevó a cabo en el Campo Experimental Delicias del INIFAP. Localizado en el Centro Sur del estado de Chihuahua, con clima seco a una altitud de 1167 msnm, una precipitación promedio de 290 mm y temperatura media anual de 19.1 °C. Se evaluaron 5 materiales de Sorgo, siendo: Tanol I (T I), Tanol II (T II), RB cañero (RBc), Centurión (C) y Pampa Verde Pacas (PVP). Durante el ciclo P-V del 2011. La preparación del terreno consistió en barbecho, rastreo, nivelación y surcado. La fecha de siembra fue el 16 de abril y la densidad de 10 kg de semilla/ha, en surcos con separaciones de 80 cm. La fertilización consistió en la aplicación de la dosis de 180-80-00. El riego se dio por gravedad, aplicando una lámina de riego de 10 cm a la pre siembra y posteriormente a los 35, 55, 70, 91, y 111 dds, con un total de 60 cm. El ensayo de rendimientos se estableció bajo un diseño completamente al azar y un arreglo

factorial (variedad-fechas) con cuatro repeticiones. El tamaño de la parcela experimental fue de 320 m². Se realizaron muestreos a los 95, 110, 125 y 140 dds para evaluar: Altura de plantas (m), tallos por metro lineal (número) y peso verde (kg). El forraje verde se secó en una estufa de aire forzado a 55 °C por 48 h para determinar el rendimiento de materia seca (MS). Para determinar la producción de líquido en las cañas se utilizó una prensa extractora bajo presión hidráulica. Para determinar la cantidad de azúcar contenida en el líquido de los sorgos dulces se utilizó un refractómetro (°Brix) de acuerdo a la técnica descrita por A.O.A.C (1975). Para estimar las concentraciones de azúcares en el líquido se utilizó la ecuación ($y = -10.24 + 1.974 \cdot X$) descrita por Nan *et al.*, (1994), Para determinar el contenido de etanol en el líquido obtenido de las cañas, se utilizó la conversión propuesta por De la Cruz (2007). Con la finalidad de reforzar la información, el líquido de las cañas se fermentó con la adición de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* a razón de 1 g/L de líquido, la fermentación se inició con un pH de 4.5 a 5.0 a una temperatura de 30 °C durante 48 horas (Fernández y Garro, 2004). La destilación se llevó a cabo a 79 °C por un período de 5 horas (A.O.A.C., 1975). Se registraron los costos de los insumos para el desarrollo del cultivo, así como también, para la fermentación y destilación de los líquidos. Se determinó la relación beneficio-costos para cada tratamiento. Los datos obtenidos en las variables se sometieron a un análisis de varianza para probar diferencias entre tratamientos, el análisis de datos se realizó con el paquete estadístico SAS (1989) usando los Modelos Lineales Generales. La comparación de medias de los tratamientos se efectuó mediante la prueba de Tukey.

Resultados y Discusión

El análisis de varianza mostró diferencias ($P < 0.05$) para variedades de sorgo en altura de plantas, número de plantas, °Brix, producción de forraje verde, producción de líquido, contenido de azúcar, producción de etanol, producción de esquilmos; para fechas de corte se presentaron diferencias ($P < 0.05$) para altura de plantas, número de plantas, contenido de azúcar, contenido de etanol y producción de etanol.

Altura de plantas. Los resultados de altura de planta se presentan en el Cuadro 1. El material con mayor respuesta a la altura fue PVP seguido por RB cañero con una media de 3.43 y 3.17 m de altura respectivamente.

Cuadro 1. Altura de plantas de sorgos dulces en diferentes fechas de corte.

Altura de Plantas (mts.)					
Variedad	Fecha de Corte (dds)*				Media
	95	110	125	140	
TANOL I	2.16	3.05	3.08	3.40	3.00 B
TANOL II	2.85	2.88	3.08	3.40	3.05 B
RB CANERO	2.37	3.20	3.72	3.90	3.30 A
CENTURION	1.73	2.30	2.32	2.28	2.16 C
PV PACAS	2.63	3.36	3.87	3.87	3.43 A
Media	2.441 C	2.963 B	3.219 A	3.3485 A	

Los cortes se realizaron a 95, 110, 125 y 140 dds (*días después de la siembra) y la respuesta de altura de plantas -fue lineal con respecto a las fechas de corte. En el corte a los 95 dds los materiales TI, TII y C presentaron espigas. Para RBc el desarrollo de la espiga se registró hasta los 125 dds y en PVP a los 140 dds.

Número de Tallos. Los resultados obtenidos para número de tallos por hectárea se presentan en el Cuadro 2. La variedad PVP mostro las mayores densidades de tallos (24.7 tallos/ml), el resto de las variedades presentaron densidades de entre 14 y 18/ml y menores con respecto a PVP. Las densidades de tallos con respecto a las fechas de corte, fueron de 19.0, 18.2, 15.9, 17.6 de los 95 y a los 140 dds. La variedad que presentó la menor densidad de plantas fue RBc y TI. Las diferencias entre períodos pueden ser debidos a que los brotes que forman en los nudos se convierten a menudo en tallos. Los brotes que se forman cerca de la corona se convierten en tallos nuevos, para luego desarrollar sus propias raíces pero siguen unidas a la vieja corona.

Cuadro 2. Contenido de tallos (m lineal) de sorgos dulces en diferentes fechas de corte.

Número de Tallos					
Variedad	Fecha de Corte (dds)				Media
	95	110	125	140	
TANOL I	15	12.5	13.75	16.75	14.500 B
TANOL II	20.75	17.5	13.75	15.5	16.813 B
RB CANERO	16	13	12	17	14.500 B
CENTURION	19.5	22	15.25	18	18.688 B
PV PACAS	26.5	26.25	25	21.25	24.75 A
Media	19.55 A	18.25 A	15.95A	17.65 A	

Las diferencias en el número de plantas entre variedades se deben principalmente a la germinación y respuesta de la semilla de cada material a las condiciones de suelo, humedad y manejo del cultivo. Varela (2010) evaluó 16 materiales de sorgo dulces encontrando diferencias ($P<0.05$) para número de plantas.

Producción de forraje verde. La variedad que registró la mayor producción de forraje verde correspondió a RBc con un promedio de 102.1 t/ha (Cuadro 3). TI, TII y C fueron los materiales que presentaron las más bajas producciones de forraje verde.

Cuadro 3. Producción de forraje verde (kg/ha) de sorgo dulce en diferentes fechas de corte.

Peso Verde (kg/ha)					
Variedad	Fecha de Corte (dds)				Media
	95	110	125	140	
TANOL I	64,812.50	42,437.50	58,218.75	106,156.25	67,906 B
TANOL II	78,375.00	71,937.50	58,218.75	96,687.50	76,305 B
RB CANERO	75,781.25	90,968.75	94,843.75	147,156.25	102,188 A
CENTURION	58,875.00	59,406.25	58,687.50	63,750.00	60,180 B
PV PACAS	67,687.50	98,343.75	126,093.75	10,6468.75	99,648 A
Media	69,106 B	72,619 B	79,213 B	104,044 A	

RBc alcanzó una producción de 147.1 t/ha a los 140 dds. La producción de forraje verde en promedio tendió a incrementarse de los 95 a los 140 dds. Las diferencias encontradas para producción de forraje verde indican que cada variedad presenta un

mecanismo particular de acumulación de biomasa que la hace expresar también un comportamiento diferente (Vásquez *et al.*, 2010).

Contenido de azúcar. Los resultados obtenidos en la medición de azúcar en el líquido de las plantas de sorgo se presentan en el Cuadro 4. La variedad que presentó los promedios más altos en azúcar en el líquido extraído de las cañas fue TII seguido por TII con 14.8 y 13.6 °Brix respectivamente. En tanto que C presentó los promedios más bajos con 9.2 °Brix. En la medida que fue avanzando la fecha de corte los promedios de azúcar en el líquido de las plantas se fue incrementando de 6.7, 9.0, 11.7 y 16.3 para 95, 110, 125 y 140 dds respectivamente.

Cuadro 4. Contenidos de azúcar en cañas de sorgo dulce en diferentes fechas de corte.

Grados Brix (°B)					
Variedad	Fecha de Corte (dds)				Media
	95	110	125	140	
TANOL I	7.5	11.4	17.375	18.2	13.6188 A
TANOL II	8.75	12.175	17.375	20.925	14.8063 A
RB CANERO	5.475	5.525	10.45	15.55	9.25 B
CENTURION	7.425	11.8	7.4	16.95	10.8938 B
PV PACAS	4.525	4.1	5.95	10.25	6.2063 C
Media	6.735 D	9 C	11.71 B	16.375 A	

T I presentó contenidos de azúcar de 20.9 °Brix a los 140 dds. Valores similares en los contenidos de °Brix a los reportados en este estudio son los publicados por Montes *et al.*, (2010), con los genotipos INDU, DALE y RBc, donde la mayor cantidad de azúcar en su jugo fluctuó entre 16.3 y 18.5 °Brix.

Producción de etanol. La variedad con mayor producción de etanol fue RBc con un promedio de 3,5461 L/ha a los 140 dds (Cuadro 5). TI y TII registraron producciones de etanol muy similares. PVP fue la variedad con la menor producción de etanol (664 L/ha). Con la madurez de las plantas se generó un incremento en la producción de etanol. A los 140 dds se registró la mayor producción en las variedades evaluadas.

Cuadro 5. Producción de etanol con sorgos dulces en diferentes fechas de siembra.

Etanol (lts/ha)					
Variedad	Fecha de Corte (dds)				Media
	95	110	125	140	
TANOL I	587.3475	688.72	1776.798	2774.185	1456.8 AB
TANOL II	1007.195	1526.033	1776.798	2392.813	1675.7 A
RB CANERO	113.21	103.43	1826.51	3546.328	1397 AB
CENTURION	348.485	816.7475	360.99	1130.058	664.1 BC
PV PACAS	0	0	0	2116.015	529 C
Media	411.2 C	627 BC	1148.2 B	2391.9 A	

Producción de esquilmos. Los datos sobre producción de esquilmos (kg de MS/ha) se reportan en el Cuadro 6. En promedio la mayor producción de esquilmos la registraron las variedades RBc y T II con 53,804 y 52,107 kg de MS/ha. La variedad con menor producción fue C

con 25,084 kg de MS/ha. Los cambios en la producción de materia seca entre variedades y fechas se atribuyen a los porcentajes de caña, hoja y espiga para cada material, así como también a las extracciones de líquidos de cada material.

Valor de producción y ganancia. El esquileo incluye hoja, espiga y la caña después de la extracción de los líquidos. El valor que se le asignó fue de \$ 0.45/kg de M.S. Al etanol se le asignó un valor de \$ 5.00/L. Las ganancias se calcularon con la suma de ingresos menos el costo de producción del forraje y del proceso para obtener el etanol (\$ 12,092.00/ha). El mayor benéfico-costo se registró con la variedad RBc (Cuadro 7).

Cuadro 6. Producción de esquimos de sorgos dulces a diferentes fechas de corte.

Forraje Seco (kg/ha)					
Variedad	Fecha de Corte (dds)				Media
	95	110	125	140	
TANOL I	17,406	14,423	21,826	48,566	25,556 AB
TANOL II	21,855	22,402	21,826	52,107	29,548 A
RB CANERO	17,345	21,064	29,400	53,804	30,404 A
CENTURION	16,136	18,702	20,206	25,084	20,033 B
PV PACAS	14,241	20,901	30,846	32,668	24,664 AB
Media	17,397 C	19,499 BC	24,821 B	42,446 A	

Cuadro 7. Valor de la producción y ganancia con sorgos dulces en el estado de Chihuahua.

Valores \$/ha				
Variedad	Valor del esquimo	Valor del etanol	Ganancia ha.	Relación B-C*
TANOL I	15,623.00	13,870.00	17,400.00	2.43
TANOL II	17,140.00	11,960.00	17,008.00	2.4
RB CANERO	19,485.00	17,760.00	25,093.00	3.07
CENTURION	10,340.00	5,660.00	3,898.00	1.32
PV PACAS	14,014.00	10,580.00	12,502.00	2.03
* Beneficio-Costo.				

Conclusiones. 1. RBc, Tanol I y Tanol II registraron las mayores producciones de forraje verde, esquimos, azúcar y etanol. 2. RBc registro las mayores ganancias y 3. La producción de bioetanol con sorgo dulce representa una opción económica para los productores del Sistema Producto Sorgo.

Literatura citada.

AOAC. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. (12 ed) Washington, DC. 2004. 1975.
 Becerra PLA. La industria del etanol en México. ECONOMIAUNAM 2009; 6(16): 82-99.
 De la Cruz SR. El sorgo dulce. Centro Universitario de Sancti Spiritus José Martí Pérez 2007. En línea: www.monografias.com/trabajos51/sorgo-dulce/sorgo-dulce.shtml. Consultado 23 mayo 2011.
 FAO. Bioenergy. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación 2005. En línea:

<http://www.fao.org/docrep/meeting/009/j4313e.htm>. Consultado 23 mayo 2011.

Fernández C, Garro OA. Alcohol a partir de sorgo dulce. Sacarificación y fermentación. Resumen E074. Universidad Nacional del Noreste. Chaco, Argentina. 3p. 2004.

Montes GN, Cisneros LME, Salinas GJR, Loredó PR, Vargas VE, García GMA. Biomasa de sorgos dulces para producción de etanol en Tamaulipas, México. V Reunión Nacional de Innovación Agrícola 2010. Resumen. Campeche 2010.

Nan L, Best G, De Carvalho CC. Integrated energy systems in China-The cold Northeastern region experience. Ethanol production from sweet sorghum. FAO. Rome. 1994.

SAS SAS/STAT. 1989. Users Guide version 3.1. SAS Institute Cary, NC, USA.

Varela M.R. Estudio del sorgo dulce como alternativa de cultivo energético en la producción de energías alternativas renovables 2010. En línea:

www.certa.cc/sorgo%20dulce%20como%20alternativa%20de%20cultivo%20energetico.pdf. Consultado 14 junio 2011.

Vázquez RJA, Sánchez AD, Cuellar VEJ, Montes GN, Luévanos EMP. Evaluación de once variedades de sorgo dulce en el Sitio Experimental Zaragoza Coahuila. V Reunión Nacional de Innovación Agrícola 2010. Resumen. Campeche 2010

7. El papel de la industria en la mitigación del cambio climático. Estándares y herramientas para la medición de la Huella de Carbono Corporativa desde la perspectiva de Análisis de Ciclo de Vida (ACV).

Elsa Gabriela Alvarado Díaz, Guillermo González Sánchez

El cambio climático es un problema complejo y global, que atañe a todos los niveles de la sociedad, a los distintos mecanismos de gobierno y a los sectores industriales. El calentamiento global es una de las manifestaciones más inmediatas del cambio climático, originado por el constante aumento de los gases de efecto invernadero (GEI) consecuencia de las actividades humanas.

Los mecanismos de mitigación establecidos por la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC) están encaminados a la aplicación de políticas para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) así como a potenciar los sumideros a través de cambios y reemplazos tecnológicos.

El sector privado juega un papel estratégico para la estabilización de las concentraciones de GEI en la atmósfera. En México, tan solo en el año 2006, las emisiones del sector industrial contribuyeron con 63.5 Mt de CO₂ equivalente, representando el 9% de total de las emisiones nacionales por sector.

En México, debido a su contribución en las emisiones de GEI a los totales nacionales, el sector industrial posee un su gran potencial de mitigación del Cambio Climático. Antes de llevar a cabo las acciones de mitigación que mejor se adapten a sus características, es primordial que las empresas cuantifiquen e identifiquen las emisiones de GEI, es decir que efectúen una medición de su huella de carbono (HC).

La aplicación de la HC dentro del ámbito industrial se conoce como el cálculo de la Huella de Carbono Corporativa (HCC). Considerada como una herramienta de gestión empresarial contra el cambio climático, la HCC provee a las empresas de un mejor entendimiento de las fuentes de emisión de GEI a la vez que se identifican los puntos con mayor potencial de reducción.

El seguimiento de la metodología de Análisis de Ciclo de Vida (ACV) es considerada una de las mejores aproximaciones para el cálculo de la Huella del Carbono. La medición de la huella de carbono es un ACV limitado sólo a las emisiones que tienen un efecto en el cambio climático. Hoy en día se encuentran disponibles una gran variedad de software y bases de datos para la realización de estudios de ACV. El Protocolo de Gases de Efecto Invernadero, la Especificación Pública Disponible (PAS 2050: 2011, por sus siglas en inglés) y la norma ISO: 14064 constituyen la referencia internacional y el estado del arte para

la contabilización y el reporte de las emisiones de GEI de productos y servicios. Es importante recalcar que en dichos estándares se adopta la perspectiva del Análisis de Ciclo de Vida.

Para la administración efectiva de las emisiones de GEI en México, es de vital importancia que las empresas nacionales y extranjeras establecidas en el territorio nacional conozcan e implementen un programa para la medición de la huella de carbono corporativa, a través de la aplicación de software y bases de datos de ACV en sintonía con los marcos normativos y estándares internacionales mencionados anteriormente.

Este trabajo muestra en forma esquemática y sencilla los principios metodológicos de los estándares del Protocolo de Gases de Efecto Invernadero, del PAS 2050:2011, y de la norma ISO: 14064 desde la perspectiva de ACV con la finalidad de servir de guía práctica durante la implementación de la HCC.

Resumen extenso del trabajo

El cambio climático es un problema complejo y global, que atañe a todos los niveles de la sociedad, a los distintos mecanismos de gobierno y a los sectores industriales. Sus orígenes y efectos poseen denominadores comunes, involucrando aspectos como pobreza, salud, crecimiento poblacional, educación, desarrollo sustentable, desarrollo económico, administración de recursos, infraestructura tecnológica, energía, alimentación, etc.

El Panel Intergubernamental en Cambio Climático (IPCC) se refiere a él como un cambio en el estado del clima que persiste a través de un periodo prolongado de tiempo, producto de la variabilidad natural y/o de las actividades humanas. El calentamiento global es una de las manifestaciones más inmediatas del cambio climático, se refiere al incremento promedio de la temperatura terrestre y marina global. Dicho calentamiento atmosférico es “inequívoco”, se presenta en la Tierra desde mediados del siglo XX, existiendo evidencias de que su origen se debe principalmente al aumento constante de los gases de efecto invernadero (GEI) derivados de las actividades humanas relacionadas con la quema de combustibles fósiles y usos intensivos del suelo.

Esfuerzos provenientes de diferentes disciplinas y campos de investigación alrededor del mundo se han dirigido a la búsqueda de soluciones, siendo desde 1992 la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC) acuerdo rector de carácter internacional para formulación de planes y de acción (mecanismos de mitigación) encaminados a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y al desarrollo de iniciativas de adaptación a impactos inevitables ante futuros escenarios de cambio climático.

En lo concerniente al cambio climático, los mecanismos de mitigación se refieren a la aplicación de políticas destinadas a reducir las emisiones de GEI y así como a potenciar los sumideros, por medio de cambios y reemplazos tecnológicos que reducen el consumo de recursos así como las emisiones por unidad de producción.

El sector privado juega un papel estratégico para la estabilización de las concentraciones de GEI en la atmósfera. En México, tan solo en el año 2006, las emisiones del sector industrial contribuyeron con 63.5 Mt de CO₂ equivalente, representando el 9% de total de las emisiones nacionales por sector. Esta categoría considera las emisiones generadas en la producción y uso de minerales, producción de metales, industria química, producción de papel, alimentos y bebidas y así como las relacionadas a la producción y consumo de hidrofluorocarbonos (HFCs), perfluorocarbonos (PFCs) y hexafluoruro de azufre (SF₆).

Debido a su contribución en las emisiones de GEI en México, el sector industrial posee un gran potencial de mitigación del Cambio Climático, siendo su colaboración un factor determinante en el logro de los esfuerzos nacionales de mitigación. Esto último mediante el cumplimiento de los marcos legales y regulatorios y el aprovechamiento de instrumentos económicos. Las acciones de la industria encaminadas a la mitigación de GEI se pueden dirigir en cuatro ejes esenciales: aprovechamiento y uso eficiente de fuentes renovables y no renovables de energía, manejo sustentable de los desechos, transición hacia los biocombustibles y desarrollo de sistemas para el secuestro de carbono en proyectos forestales.

Antes de llevar a cabo las acciones de mitigación es primordial que las empresas cuantifiquen e identifiquen las emisiones de GEI, en otras palabras, que efectúen una medición de su huella de carbono. La Huella de Carbono (HC) se define como el monto total de CO₂ y de gases de efecto invernadero asociados al ciclo de vida y cadena de suministro de un producto, incluidos los procesos de obtención de materias primas, manufactura, transporte, distribución, almacenaje, uso y recuperación o disposición final. Se cuantifica usando indicadores como el Potencial de Calentamiento Global (PCG) el cual acorde con el PICC es el indicador que refleja el efecto relativo de los GEI en términos de calentamiento global considerando un periodo de tiempo fijo, por ejemplo a 100 años (PCG₁₀₀).

La aplicación de la HC dentro del ámbito industrial se conoce como el cálculo de la Huella de Carbono Corporativa (HCC), es un certificado en el que se miden las emisiones de GEI, en equivalentes de dióxido de carbono (CO₂), que se realizan en la totalidad de las actividades que son de propiedad o que son controladas por la empresa en la elaboración de un producto y en la prestación de un servicio.

Considerada como una herramienta de gestión empresarial contra el cambio climático, la HCC provee a las empresas de un mejor entendimiento de las fuentes de emisión de GEI a la vez que se identifican los puntos con mayor potencial de reducción. En base a lo anterior las compañías pueden comparar sus actividades en el mercado y desarrollar una efectiva estrategia de mitigación al Cambio Climático

incorporada a su estrategia de sustentabilidad vigente. Estrategia que les permita comunicar a clientes, tomadores de decisiones externos e internos, empleados y proveedores sobre su conciencia ambiental hacia el cambio climático..

El seguimiento de la metodología de Análisis de Ciclo de Vida (ACV) es considerada una de las mejores aproximaciones para el cálculo de la Huella del Carbono. El ACV es el método estandarizado mundialmente para la evaluación ambiental de los diferentes impactos (GEI, acidificación, eutrofización, agotamiento de los recursos, toxicidad, etc.), mediante la cuantificación de los recursos (materia y energía) y emisiones involucradas a lo largo de todas las etapas del ciclo de vida de un producto o servicio determinado.

La medición de la huella de carbono es un ACV limitado sólo a las emisiones que tienen un efecto en el cambio climático. Si bien el cambio climático es un parámetro importante por su elevado potencial de impacto sobre el medio ambiente, hay que vigilar que la reducción de la huella de carbono no se alcance a expensas de aumentar otros impactos ambientales. Hoy en día se encuentran disponibles una gran variedad de software y bases de datos para la realización de ACV, dentro de los cuales se encuentran los programas SimaPro y GaBi que requieren licencia, o Umberto y OpenLCA que son software de libre acceso

Por otro lado, el Protocolo de Gases de Efecto Invernadero, la Especificación Pública Disponible (PAS 2050:2011, por sus siglas en inglés) y la norma ISO: 14064 constituyen la referencia internacional y el estado del arte para la contabilización y el reporte de las emisiones de GEI de productos y servicios. Es importante recalcar que en dichos estándares se adopta la perspectiva del Análisis de Ciclo de Vida.

Para la administración efectiva de las emisiones de GEI en México, es de vital importancia que las empresas nacionales y extranjeras establecidas en el territorio nacional conozcan e implementen un programa para la medición huella de carbono corporativa, a través de la aplicación, de software y bases de datos de ACV en sintonía con los marcos normativos y estándares internacionales mencionados anteriormente.

La implementación de la HCC además de proporcionar inventarios de GEI fiables, permiten a las empresas participar en programas que conduzcan a disminuir las emisiones, a la vez que protegen ganancias, reducen contaminantes atmosféricos en el ámbito local y atenúan el cambio climático a escala global. Desde este punto de vista, el calentamiento global no sólo se percibe como un problema a resolver sino también como una oportunidad de crear un mercado internacional para la reducción de emisiones de GEI e impulsar la innovación tecnológica.

8. Disminución de GEI usando calentón a base de pellets de aserrín en la región manzanera de Cuauhtémoc, Chih.

Miriam Alexia Chávez García

La producción de manzana en el estado de Chihuahua año con año se ve amenazada por heladas que afectan la región manzanera de Cuauhtémoc durante la época de invierno y primavera. Los fruticultores para proteger sus cultivos recurren a las llamadas “prendidas” que consiste en utilizar calentones o estufas a base de combustibles fósiles (i.e., Diesel). Éstas provocan la emisión de gases de efecto invernadero (GEI), ej., CO_2 , N_2O , y CH_4 . Así como grandes cantidades de humos densos.

El propósito de este proyecto es el de reducir las emisiones de CO_2 originado por los actuales sistemas de calentamiento ubicado en las huertas manzaneras. Esto se busca mediante la sustitución de los sistemas tradicionales que emplean la quema de combustibles fósiles tales como el diesel y gasóleo doméstico, por sistemas de combustión a base de biomasa, en este caso, de pellets de aserrín. De igual manera, se busca mejorar la calidad del aire en la región, y por consiguiente la calidad de vida de los habitantes de la misma

Metodología para el diseño

Primeramente, se hizo un prototipo de calentón, para que posteriormente este pudiera ser utilizado para una experimentación con la biomasa adecuada. A continuación, se presenta el procedimiento para la elaboración de la infraestructura del calentón.

Para dicho prototipo, se utilizó una hoja de lámina galvanizada de 4 por 10 pulgadas de calibre 22, así como metal desplegado E-26-16 y 4 bisagras de libro de 3 pulgadas. De igual forma fueron necesarios los equipos de un taller de hojalatería para su construcción.



Figura 1. Representación de los trazos en la hoja de lámina.

Como se puede observar en la figura 1, se tomó la hoja de lámina y se dibujaron en ella los cortes que se realizarían.

Correspondiente a dicha figura, se comenzó con el trazo del dibujo con la letra A, la cual era de un cuarto de círculo, cuyo radio sería de 110 cm, dando una longitud de arco aproximadamente de 190 cm. Del mismo origen, se trazó otro círculo más pequeño con un radio de 40 cm. El lado recto entre ambas curvas tendría una medida de 70 cm. De esta manera, se haría un cono truncado con una base de diámetro de 55 cm aproximadamente y diámetro de la parte superior de 20 cm. Dentro de la misma silueta, se dibujó un trapecio dentro del cono, paralelo a la curvatura a 3 cm por arriba de ésta. La base mayor del trapecio mediría 25 cm, la altura sería de 30 cm y la base menor, de 20 cm.

Posteriormente, se comenzó con el dibujo con la letra B en donde se hizo un rectángulo de base de 175 cm. y altura de 25 cm. A esta pieza, se le dibujó un rectángulo de 40 cm de largo y 15 cm de alto justo en medio del rectángulo, dejando de esta manera, un margen de 5 cm.

De igual manera, se dibujó la pieza C, un círculo de diámetro de 61 cm, siendo el círculo que se utilizaría de diámetro de 55 cm y 3 cm por lado para la unión con la pieza B. Y también un último círculo, la pieza D (mostrado en la figura 1) cuyo diámetro fue de 34 cm. y se dibujó una cuña partiendo del centro del círculo de un ángulo de 30°.

Por último se dibujaron las siguientes figuras: 3 rectángulos iguales de 6 cm de ancho y 61 cm de largo, 3 rectángulos de 6 cm por 10 cm y un rectángulo de 64 cm por 6 cm, un rectángulo de 18 cm por 43 cm. Así como un trapecio de base mayor de 28 cm, de altura, 33 cm y de base menor de 23 cm.

Corte y doblado

Se pasó a la etapa de corte y doblado, en donde en un principio con la cortadora de metales, se seccionaron las figuras que se dibujaron al final, así como sólo los contornos de las figuras A, B, C y D por las líneas previamente realizadas.

La lámina de la pieza A se introdujo en la dobladora y se comenzó a doblar a manera de cono, permitiendo que la parte de arriba fuera la más angosta. Luego se introdujo la pieza B (el rectángulo) y se dobló hasta hacer un anillo. También se tomó la pieza D y se dobló a manera de cono. El doblado finalizó cuando los dos lados rectos de las láminas se sobrepusieron y fuera posible doblar uno de los lados rectos para evitar que quedara muy filoso y se pudiera hacer la soldadura.

A la pieza C (el círculo) se le midieron 3 cm. alrededor de la circunferencia y con la dobladora y la guillotina, se le hicieron dobleces a manera de cejillas perpendiculares al círculo.

Con unas tijeras para metal, se cortaron las figuras que se encontraban dentro de las piezas A y B, pero dejando 1.5 cm aproximadamente de cejilla, ya que se doblaron hacia adentro, de modo que no quedaran filos. Y las últimas figuras que se dibujaron (los rectángulos y el trapecio) se les doblaron las orillas de 1,5 cm por orilla. Los rectángulos quedaron de 3 cm, con las orillas tocándose por la parte de atrás.

Así mismo, se tomó el metal desplegado y se cortó un círculo cuyo radio fue de 27,5 cm aproximadamente, se denominó la pieza E.

Soldadura y perforaciones

Se utilizó una soldadora de punto de magneto y se soldaron las piezas de lámina previamente cortadas. Primero se tomó la pieza B y se cerró el anillo. Luego, se tomó la pieza A y se soldó la unión de las dos líneas rectas del cono, sobreponiendo una pequeña parte de un lado sobre el otro, para permitir la soldadura de puntos. De la misma manera, se tomó la pieza E y se soldaron las orillas.

Se utilizó el taladro para hacer orificios alrededor del anillo hecho con la pieza B a una altura de 5 cm. Se hicieron aproximadamente 25 orificios, de 1 cm de diámetro y con separación de 6 cm entre los orificios.

Se tomó el rectángulo de 3 por 64 cm, se dobló a manera de anillo y se soldó. En este anillo se colocaron los tres rectángulos de 3 por 10 cm, a una distancia igual y se les colocó un remache debido al grosor de la unión. Quedó una especie de corona. En los extremos libres de los tres rectángulos, se les dobló ligeramente a una distancia de 3 cm para dentro del círculo. En estos tres dobleces se centró y el cono denominado pieza D y con remaches se unieron las dos piezas.

Esta pieza se colocó en la parte superior de la pieza A (cono truncado) y se soldó. En la base del cono truncado, se hicieron cejillas de 3 cm y se doblaron ligeramente, para permitir introducir el cono dentro del anillo, pieza B. Se alinearon los espacios de las piezas A y B que fueron cortados con las tijeras y se introdujo el cono en el anillo. Las cejillas se soldaron por dentro del anillo.

Por la parte de abajo del anillo, se introdujo el círculo de la pieza E (de metal desplegado) hasta que quedó a la altura del inicio del anillo. Luego se tomaron los tres rectángulos de 3 por 61 cm, y de cada uno se le doblaron 3 cm para permitir que se sujetaran por dentro. Se introdujeron los rectángulos uno por uno dentro del calentón, con los dobleces hacia abajo hasta que tocaron con el metal desplegado. Se utilizaron remaches para fijar estos soportes dentro del anillo.

Luego se colocó la pieza C, que es el círculo de lámina con las cejillas por debajo del anillo, y se soldaron las cejillas con el anillo en puntos. Las cejillas se colocaron hacia abajo y al ras del anillo.

Las piezas pendientes eran el trapecio y el rectángulo cuyas orillas fueron dobladas previamente. Con la dobladora de metales, se les dio la curvatura deseada. A continuación, se tomó el trapecio, con la base mayor hacia abajo y se le colocaron dos bisagras de libro del lado izquierdo. Con la remachadora se fijaron las bisagras a lo que sería la puerta. Se tomó el calentón se alineó la puerta con el espacio vacío y se fijó la puerta con otros remaches. Se hizo lo mismo con el rectángulo que sería la puerta para sacar la ceniza de la parte de abajo del calentón.

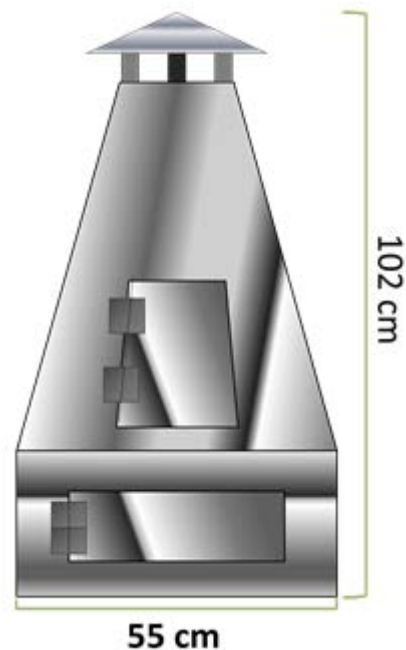


Figura 2. Dimensiones finales del calentón

Funcionamiento

El funcionamiento del calentón consiste en colocar la biomasa (pellets) dentro del cuerpo del calentón y encender la biomasa. Conforme la combustión vaya ocurriendo, el calor emanará a través de la lámina y por los orificios que se encuentran entre el cono y su techo. El humo que se produzca saldrá por esos mismos orificios. Las cenizas que se irán formando como consecuencia de la combustión, irán cayendo por entre la rejilla a la base del calentón, para que de esta manera sea más sencillo retirar estos residuos en un momento más adecuado que cuando esta el calentón activo. El calentón posee dos puertas, una en la base, que es por donde se retirarán los residuos de ceniza y la otra se encuentra en el cono que es por donde se prende el calentón y se le colocan los pellets cuando sea necesario.

Experimentación

Como parte del proyecto, se realizó un experimento en donde se buscaba evaluar los consumos de diferentes combustibles. Para ello, se consiguieron 3 latas de lámina iguales de 153 por 254 mm., para poder colocar los combustibles. Se compraron 2 litros de diesel, 2 litros de gasóleo doméstico y 1 kilogramo de briqueta de aserrín *Pine Mountain Classic Log*. Se pesó 1 kg de cada combustible. Con mucho cuidado, en un lugar al aire libre se prendió cada una de las latas al mismo tiempo, para que se encontraran todas bajo las mismas condiciones ambientales y se tomó el tiempo que tardaron en consumirse en su totalidad.



Figura 3. Combustión de los tres materiales.

Resultados

La tabla 1 muestra los resultados de los tiempos obtenidos durante la experimentación.

Tabla 1.

Combustible	Tiempo de combustión
Diesel	125 min
Gasóleo doméstico	118 min
Briqueta de aserrín Pine Mountain	160 min

Para poder analizar los impactos ambientales, se hizo una simulación y proyección tomando como caso demostrativo a la huerta “El Chaparral” ubicado en la región manzanera del estado de Chihuahua. Dicha huerta consta de 12 hectáreas de cultivo y en promedio consume aproximadamente 57,500 litros de diesel por temporada (anual).

En base a los datos obtenidos en el experimento de los combustibles, se calculó la equivalencia de kilogramos de biomasa que se necesitaría para cubrir la misma cantidad de tiempo. Aproximadamente se necesitarían 38,200 kg de biomasa. Se realizó a su vez un inventario de gases de efecto invernadero, tomando los factores de emisión: CO₂, CH₄ y N₂O. Los índices GWP (Global Warming Potentials) son con una base de tiempo a 20 años. Los resultados se muestran en la tabla 2.

Tabla 2.

Indice	Valores
CO ₂	Se ahorrarían 64.88 ton
CH ₄	Se incrementaría la producción 18.9 kg
N ₂ O	Se incrementaría la producción 2.1 kg
Toneladas de CO ₂ equivalente	Se lograría mitigar 62.92 ton aprox.

Memoria de Cálculo

Ficha técnica	
Combustible	Diesel
Tiempo de consumo (min/kg)	125
Densidad (kg/lt)	0,85
Poder Calorífico MJ/lt	37,44
Poder Calorífico MJ/kg	44,047
Poder Calorífico TJ/kg	4,40471E-05
Consumo por hora (kg/hr)	0,48
Costo por litro (\$/lt)	10,99

Consumo por hora			
1	kg	0,48	kg
125	min	60	min

Conversión poder calorífico					
37,44	MJ	1	lt	44,047	MJ
1	lt	0,85	kg	1	kg
44,047	MJ	1	TJ	4,4E-05	TJ
1	kg	1000000	MJ	1	kg

Ficha técnica	
Combustible	Madera (Pellets)
Tiempo de consumo (min/kg)	160
Densidad (kg/lt)	N/A
Poder Calorífico MJ/lt	N/A
Poder Calorífico MJ/kg	22,13
Poder Calorífico TJ/kg	0,00002213
Consumo por hora (kg/hr)	0,375
Costo por kilogramo (\$/kg)	8,00

Consumo por hora			
1	kg	0,375	kg
160	min	60	min

Caso demostrativo

Equivalencias en base al consumo			
Diesel		Madera (Pellets)	
0,48	kg/hr	0,375	kg/hr
48875	kg	38183,6	kg

Factores de emisión de GEI por combustión				Potencial de Calentamiento Global a 20 años		
Energético	Factor de emisión estándar			CO ₂	CH ₄	N ₂ O
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O			
Diesel	74100	3	0,6	1	72	289
Madera (Pellets)	112000	30	4	1	72	289

Cálculo de las emisiones de la cantidad de combustibles propuestos							
Combustible	Toneladas de GEI			Toneladas CO ₂ eq.			TOTAL
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	
Diesel	159,5225	0,0065	0,0013	159,522	0,465	0,373	160,361
Madera (Pellets)	94,6403	0,0254	0,0034	94,640	1,825	0,977	97,442
Diferencia ton GEI	64,8822	-0,0189	-0,0021			Ton CO ₂ eq.	62,9184

Conclusiones

De acuerdo a la información obtenida, se puede observar que la implementación de los nuevos calentones es una solución viable para la problemática ambiental que causan las “prendidas” en la región manzanera del estado de Chihuahua. El proyecto ofrece una innovación tecnológica en cuanto a la sustitución de los calentones actuales alimentados a base de diesel por otros cuyo combustible sean los pellets de aserrín. Es importante mencionar que la experimentación sigue en proceso, ya que actualmente no se tiene una producción a gran escala de pellets, por lo que las medidas de consumo pueden variar. Sin embargo, este proyecto tiene como objetivo comenzar con la investigación de alternativas factibles que sean más amigables con el medio ambiente, sin sacrificar la economía de los fruticultores ni la producción de manzana.

Referencias

Amegas Informa. (2012, Octubre 13). Retrieved from Asociación Mexicana de Empresarios Gasolineros A.C.: <http://www.amegas.net>

ASTROSETI.ORG. (n.d.). *La Tierra en cifras*. Retrieved from Planeta Sedna: http://www.portalplanetasedna.com.ar/datos_tierra.htm

Barrientos Juárez, E. e. (n.d.). *Uso de residuos forestales generados en el proceso de aserrío para la generación de calor*. Chihuahua.

Besnier, F. (1980). *La Energía Solar en Agricultura*. Retrieved from España, Ministerio de Agricultura: http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1980_11-12.pdf

Heladas: Orígenes y tipos de heladas, las heladas en Mendoza. (n.d.). Retrieved from Dirección de Agricultura y Contingencias Climáticas: <http://www.contingencias.mendoza.gov.ar/pdf/heladas.pdf>

IPCC. (2006). Chapter 2: Stationary Combustion - Table 2.2. In *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories* (Vol. 2, pp. 2.16-2.17).

IPCC. (2007). *2.10.2 Direct Global Warming Potentials*. Retrieved from IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007: http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/en/ch2s2-10-2.html

Mansergas, A. F. (1968). *Lucha contra heladas en plantaciones frutales*. Retrieved from Estación Experimental de Aula DEI Centro de Investigación y Desarrollo Agrario EBRO: <http://digital.csic.es/bitstream/10261/11155/1/LUCHA%20CONTRA%20LAS%20HELADAS%20EN%20PLANTACIONES%20FRUTALES.PDF>

Moreno-López, M. e. (2010). *Factibilidad del Aprovechamiento de los residuos forestales para su pelletización*. Chihuahua, Chihuahua, México: Centro de Investigación de Materiales Avanzados, S.C.

Morgenstern, V. e. (2008). Atopic Diseases, Allergic Sensitization, and Exposure to. *AMERICAN JOURNAL OF RESPIRATORY AND CRITICAL CARE MEDICINE*, 177, 1331-1337. Retrieved from <http://ajrccm.atsjournals.org/content/177/12/1331.full.pdf>

Rodríguez Flores, E. (2008). *Biomasa. Pellets y Briquetas*. Retrieved from Gas Natural Fenosa: <http://www.gasnaturalcomercializadora.es/servlet/BlobServer?blobcol=urlfichero&blobtable=Articulo&blobheadervalue1=attachment%3Bfilename%3DComo+es+19.pdf&blobkey=id&blobheadername1=Content-Disposition%3A&blobwhere=1236327453876&blobheader=application%2Fpdf>

Ruta Ciudad de México, Distrito Federal - Chihuahua, Chih. (2012). Retrieved from CarreterasMéxico.com.mx: <http://www.carreterasmexico.com.mx/9/ruta-ciudad-de-mexico-df-chihuahua-chih.html>

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (2012). *Cierre de la producción agrícola por cultivo - Estado Chihuahua Ciclo Perennes 2011*. Retrieved from Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera: http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=350

SMA. (n.d.). *Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero*. Retrieved from Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal: http://www.sma.df.gob.mx/sma/links/download/archivos/inv_emis_invernadero/08inventario.pdf

Snyder, R. L.-A. (2010). *Protección contra las heladas: fundamentos, práctica y economía*. Roma: FAO.

**©MEMORIAS DEL SEGUNDO CONGRESO CAMBIO
CLIMÁTICO DEL ESTADO DE CHIHUAHUA.**

La edición consta de 250 ejemplares. Centro de Investigación en Materiales Avanzados/ Centro de Información. Fue editado para su distribución en formato electrónico en el Centro de Investigación en Materiales Avanzados, Miguel de Cervantes No. 120, Complejo Industrial Chihuahua. Chihuahua, México. Se terminó de editar en el mes de enero de 2014.