

# ESTRATEGIAS DE LOS AGRICULTORES DE TEMPORAL PARA ENFRENTAR LOS RIESGOS POR VARIABILIDAD CLIMÁTICA. CASO ESPAÑITA E IXTACUIXTLA, TLAXCALA

Maricela Hernández-Vázquez<sup>1</sup>, T. Morales-Acoltzi<sup>2</sup> y J. Jiménez-López<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centro de Investigación en Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Tlaxcala.

<sup>2</sup> Meteorología Tropical, Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM, Circuito exterior, Ciudad Universitaria D.F. 04510 [acoltzi@atmosfera.unam.mx](mailto:acoltzi@atmosfera.unam.mx)

## Resumen

En el estado de Tlaxcala predomina la agricultura de temporal, siendo una de las actividades más influenciada por el clima, por lo que año con año las pérdidas en el campo están relacionadas con sequía, inundaciones, heladas, granizadas, o lluvia excesivas como muestra de los riesgos que han sido siempre parte de las actividades agrícolas. Ante esta problemática, es urgente desarrollar capacidades locales como medidas de adaptación al cambio climático, lo que constituye una oportunidad sólo si se modifican las actuales prácticas agrícolas e incluso si se aprovecha la sabiduría y conocimiento tradicional que pueden ayudar en su conjunto a hacer frente a los cambios inminentes. Por lo que en este trabajo de investigación se evalúa la capacidad para generar estrategias de los agricultores de temporal, para enfrentar la variabilidad climática en los municipios de Españita y San Felipe Ixtacuixtla, Tlaxcala. El diseño metodológico de la investigación se enfocó en técnicas cuantitativas y cualitativas, las primeras incluyen un análisis estadístico de información climática y de la producción de maíz, además, la evaluación del riesgo con base en una matriz que describe la relación impacto/amenaza, y las segundas a través de la entrevista logrando la interacción con los agricultores y la observación directa en campo. Para reducir riesgos y aumentar capacidades es necesaria la participación conjunta donde se rescaten los saberes locales, se genere información oportuna de los pronósticos climáticos y se acrecenté la participación gubernamental.

***Palabras clave:* Cambio climático, agricultura de temporal, evaluación de riesgo.**

## Introducción

El maíz, en todas las épocas, ha constituido el sustento básico de los pueblos (Aceves *et al.*, 2008), y actualmente es el cultivo más importante en México en términos de superficie, producción y aporte a la dieta (María y Rojas, 2003). En el país este cultivo ocupa el 62% de su superficie (SIAP, 2010), aun y cuando se sabe que solo el 6.4% de esta es apta para su

producción (Monterroso, *et al.*, 2011). En su mayoría el maíz se cultiva en condiciones de temporal, por lo tanto, está expuesta a eventos extremos como sequías, lluvias torrenciales, heladas y granizadas (Magaña y Neri, 2007) siendo esto causa directa del incremento de los niveles de riesgo y las altas probabilidades de desastres en la agricultura de temporal (Conde *et al.*, 2006). Entre muchas tantas repercusiones del cambio climático, una de las mayores se registrará en la agricultura (Muller, 2008), como consecuencia del aumento de la temperatura y la disminución de la precipitación.

La agricultura es una de las actividades influenciada por el clima, el sector más directamente afectado por las condiciones atmosféricas en su doble vertiente de recurso y limitante, y cuando predomina la agricultura de temporal, entonces éste determina en gran medida la producción y rendimiento de los cultivos. Año con año se ve en diferentes medios de comunicación noticias de costosas pérdidas en el campo relacionadas con sequía, inundaciones, heladas, lluvia excesivas etc., como muestra de la alta vulnerabilidad de las prácticas agrícolas a los extremos e imprevistos climáticos.

La agricultura involucra numerosos riesgos, disminuye el bienestar humano, socioeconómico y ambiental, siendo esto causa directa del incremento de los niveles de vulnerabilidad. La vulnerabilidad no sólo depende del grado de exposición a los impactos, sino también de la susceptibilidad del ente concreto que está expuesto. Es necesario aumentar la capacidad de prevención y acción ante los desastres climáticos. Algunos estudiosos sostienen que los llamados desastres naturales no son tan “naturales”. Hace falta el descuido, la desorganización o la indiferencia social para que esos eventos se conviertan en desastres (Conde, 2006).

Es decisivo conocer el grado de incidencia de los riesgos, porque el hombre puede prepararse cada vez más con carácter proactivo para asumirlos y fortalecer capacidades. Y el conocimiento del clima no solo es indispensable para entender las características físicas y las actividades humanas que se llevan a cabo en un lugar, además, es un elemento básico para la planificación y el desarrollo. El presente trabajo tiene como objetivo evaluar el riesgo de los productores de temporal ante la variabilidad climática, con la finalidad de encontrar la capacidad de respuesta por parte de los agricultores de los municipios de Españita y San Felipe Ixtacuixtla, Tlaxcala.

### **Materiales y Métodos**

Este trabajo se basa de las técnicas cuantitativas así como por técnicas cualitativas, de tal manera que al combinarlas, se obtienen datos y discursos que se complementaron para poder llegar a conclusiones válidas. Entre las técnicas cuantitativas se incluyó el análisis de información climática y de producción la cual requirió estadística básica, como promedios y desviación estándar que posteriormente fue utilizada para generar gráficas de: a) Comportamiento de la producción de temporal, temperatura y la precipitación en el tiempo, b)

Conteo de número de días con lluvia, heladas y granizadas y; c) caracterización de años secos y húmedos.

También es evaluado el riesgo en términos físicos, lo que permite la toma de decisiones y la definición de prioridades de prevención y adaptación. En síntesis, para realizar un análisis de riesgo se deben seguir tres pasos: a) estimar la amenaza, b) evaluar la vulnerabilidad y, c) llevar a cabo la estimación del riesgo como resultado de relacionar los dos parámetros anteriores.

El uso de información climática, y de producción, representa una herramienta de gran utilidad en la planeación de las actividades agrícolas de maíz de temporal. Para determinar el riesgo climático se estimó cada uno de los componentes; amenaza y vulnerabilidad. Para este análisis es necesario: 1) Generar diagnósticos climáticos. Consiste en evaluar las condiciones históricas del clima de los municipios de Españita e Ixtacuixtla. Con base en estos datos, es posible establecer en qué medida las variaciones del clima constituyen una amenaza para el cultivo de maíz de temporal. Tales diagnósticos incluyen aspectos del clima de relevancia en la agricultura; y 2) Estimar la vulnerabilidad agrícola en forma cualitativa a partir de la siguiente deducción:

$$\text{VULNERABILIDAD (V)} = \text{IMPACTOS (I)} - \text{ADAPTACIÓN (A)}$$

Donde: (A), son las estrategias y acciones para enfrentar el riesgo; e (I), corresponde a los efectos en el cultivo por variabilidad climática. Cuando no existen medidas de adaptación la vulnerabilidad se resume en  $V = I$ . Una forma de evaluar dicho impacto es a partir de los valores de rendimiento (t/ha), suponiendo que ciertos impactos asociados a la variabilidad climática es la principal causa de que se presenten bajos rendimientos o altos rendimientos.

El riesgo se estima en términos de probabilidad condicional (Wilks, 1995), que es la probabilidad de que un evento  $E_1$  ocurra cuando sabemos que un evento  $E_2$  ocurrió u ocurrirá y lo denotamos por  $\Pr(E_1|E_2)$ . Formalmente la probabilidad condicional es definida en términos de la intersección del evento de interés ( $E_1$ ) y el evento condicional ( $E_2$ ).

$$\Pr(E_1 | E_2) = \frac{\Pr\{E_1 \cap E_2\}}{\Pr E_2}$$

La evaluación del riesgo se desarrolla con base en una matriz que describe la relación impacto/amenaza. Los renglones representan las amenazas dadas por la variabilidad climática y las columnas los posibles impactos evaluados en los valores de rendimiento maíz (t/ha), considerando que este es el cultivo que predomina en el estado. Se considera que dada la situación de que se presente un peligro o condición de amenaza [A1], los impactos que pueden corresponder a la vulnerabilidad son obtener rendimientos bajos, medios o altos ([B1],

[B2] o [B3]). Por lo tanto, los elementos  $R(A,B)$  representan los valores de la probabilidad de riesgo de obtener rendimientos bajos, medios o altos cuando se presenta una condición climática extrema (Cuadro 1).

**Cuadro 1. Matriz de riesgo**

Impacto/Amenaza	B1	B2	B3
A1	$R(A1,B1)$	$R(A1,B2)$	$R(A1,B3)$
A2	$R(A2,B1)$	$R(A2,B2)$	$R(A2,B3)$
A3	$R(A3,B1)$	$R(A3,B2)$	$R(A3,B3)$

Por último, en las técnicas cualitativas se utilizaron: la entrevista y la observación en campo, de esta forma, se logró con más facilidad la interacción con los agricultores y sus familias. Fue necesario elaborar una guía que permitiera profundizar en el conocimiento de las prácticas y estrategias culturales y tecnológicas, aunque es importante señalar que hubo libertad para adicionar otras preguntas durante el proceso de comunicación. Con el apoyo de las entrevistas se busca entre los agricultores aquellas estrategias que le permitirán adaptarse a la variabilidad climática.

## **Resultados y Discusión**

### **Riesgos por lluvia**

La lluvia es uno de los elementos del clima más importantes, sin embargo, tiene una distribución muy irregular. Un evento climático extremo relacionado con la lluvia es la sequía, y la que más efectos negativos provoca a la agricultura de temporal, además, es uno de los eventos más frecuentes en el estado. El municipio de Españita tiene un microclima especial, es la región más lluviosa del estado de Tlaxcala con un promedio de precipitación de 1111.8mm anual. Cuantifica años con exceso de humedad a 1985, 1990, 1991 y 1992, siendo 1991 el año más lluvioso del periodo con 2039.2mm (arriba de la línea superior), mientras que los años secos son 2000, 2001, 2002 y 2005 (debajo de la línea inferior). Por su parte Ixtacuixtla, los años más húmedos fueron 1976, 1977, 1981, 1992, 1995 y 2006 con más de 836mm de agua, los años más secos con menos de 560mm de lluvia, son 1982, 1983, 1986, 1988, 1989, 1986, 1999, 1996 y 2000. El exceso de lluvia trae consigo una serie de riesgos, además de inundaciones y desbordamiento de ríos también provoca erosión hídrica y pérdida de cosechas. La sequía es considerada como uno de los fenómenos naturales que más daños causa, pues grandes extensiones de cultivos se ven afectadas por este evento.

**Producción de la agricultura de temporal** Con respecto a la agricultura de temporal Ixtacuixtla destaca por una mayor producción, sin embargo, es importante analizar los

rendimientos por hectárea, y es ahí donde Españita sobresale con un promedio de 2.4 t/ha, en cambio Ixtacuixtla tiene un promedio de 1.9 t/ha (Cuadro 2).

**Cuadro 2. Producción agrícola en las regiones de estudio.**

Año	Españita		Ixtacuixtla	
	Producción (t)	Rendimiento (t/ha)	Producción (t)	Rendimiento (t/ha)
1992	8,001	2.3	18,969	2.9
1993	3,836	1.7	10,660	2.0
1994	6,440	2.3	11,851	2.2
1995	6,689.2	2.8	15,549.2	2.3
1996	6,664	3.1	8,860	2.0
1997	3,445.6	1.8	4,685	1.0
<b>1998</b>	<b>1,517.1</b>	<b>1.2</b>	<b>4,310</b>	<b>1.0</b>
1999	4,320	1.6	6,264	1.5
2000	10,660	2.6	8,498.7	1.9
2001	4,775	2.5	10,860	2.5
2002	1,651.4	1.3	5,715	1.3
<b>2003</b>	<b>3,168</b>	<b>2.4</b>	<b>2,695</b>	<b>1.8</b>
2004	3,706.2	2.9	4,316.8	1.9
2005	3,628.8	2.7	4,089.6	1.7
2006	4,271.3	2.8	4,675	2.0
2007	4,017	3.1	4,551	1.9
2008	3,961.7	3.1	3,972.9	1.7
Promedio	4,547.0	2.4	7,683.7	1.9

Fuente: SAGARPA-SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera), Tlaxcala. 2008.

### Evaluación del riesgo

Para evaluar el riesgo de los impactos asociados a la variación de las lluvias se construye la matriz propuesta en el Cuadro 1. A partir de la relación de que se presente un año seco, año normal o año con exceso de agua y los posibles impactos en los rendimientos de la producción de temporal. De esta manera, los valores para la matriz que corresponde al caso Españita, son los siguientes (Cuadro 3).

**Cuadro 3. Probabilidad de rendimientos ante eventos extremos por lluvia en Españita**

Rendimiento/evento	Bajo (%)	Medio (%)	Alto (%)
Sequía meteorológica	25.0	75.0	0.0

Normal	25.0	50.0	25.0
Lluvia excesiva	25.0	50.0	25.0

Se observa que en años de sequía se tiene un 75% de probabilidad de obtener rendimientos medios y un 0% de obtener rendimientos altos. También hay una probabilidad del 50% de obtener rendimientos medios en años normales. En años de lluvia excesiva se obtienen rendimientos medios, pues representa el 50% de probabilidad, en general, Españita es menos vulnerable a las sequías y sus condiciones climáticas la hacen más vulnerable a los eventos por exceso de lluvia. El caso Ixtacuixtla muestra rendimientos bajos por eventos de sequía en un 50% de probabilidad. En años normales se tiene un 63.6% de probabilidad de obtener rendimientos medios. En cambio cuando hay exceso de lluvia existe una probabilidad del 75% de obtener rendimientos medios y solo el 25% de obtener rendimientos altos. Los indicadores deducen que esta región es vulnerable a la sequía y se ve reflejada en la relación con los rendimientos (Cuadro 4).

**Cuadro 4. Probabilidad de rendimientos ante eventos extremos por lluvia en Ixtacuixtla.**

Rendimiento/evento	Bajo (%)	Medio (%)	Alto (%)
Sequía meteorológica	50.0	37.5	12.5
Normal	27.3	63.6	9.1
Lluvia excesiva	0.0	75.0	25.0

La sequía es el evento climático extremo que más afecta la agricultura de temporal, el análisis antes expuesto demuestra la vulnerabilidad de Españita e Ixtacuixtla ante este suceso. Algunos agricultores temporales han diseñado ciertas estrategias haciendo uso de métodos agrícolas “tradicionales”. Particularmente, en Españita, se emplean “parcelas a desnivel, policultivos y sistemas agroforestales, lo que evidencia la exitosa adaptación de un conjunto de prácticas agrícolas a los entornos difíciles”.

#### **Caracterización de estrategias**

En el municipio de Españita existe una organización (Grupo Vicente Guerrero) que trae considerables beneficios para los productores, como la concientización para el manejo sustentable de sus recursos naturales, agua y suelo. Esta organización se caracteriza por apoyar acciones de capacitación con el fin de valorar y validar técnicas alternativas al alcance de la población para hacer agricultura ecológica, con perspectiva al desarrollo sustentable.

Realizar faenas es uno de los mecanismos para que los campesinos se organicen, estas consisten en dar mantenimiento a los caminos, arreglar brechas contrafuegos, reforestar, desazolve de zanjas y dar mantenimiento al sistema de agua potable. Las zanjas que construyen ayudan a retener la tierra y a mantener el equilibrio en la humedad del suelo,

almacenan el agua, que va infiltrándose poco a poco para que sea aprovechada por los cultivos. También sirve para desviar el exceso de agua, a un lado, o a ambos lados del terreno, el final de la zanja puede ser complementada con la construcción de un jagüey o un estanque de almacenamiento.

Otra práctica importante son las terrazas se construyen con la finalidad de evitar fuertes corrientes que pudiesen erosionar el terreno cuando hay exceso de lluvia ya que distribuyen la humedad, evitando así que haya lugares inundados y secciones secas. Los bordos son otra estrategia y consiste en acumular tierra formando un tipo de barda, cuya finalidad es detener el suelo. Para que los bordos funcionen de manera óptima, se les plantan barreras vivas como plantas, pastos o árboles frutales pues sus raíces funcionan compactando el bordo evitando así que se desborden a la parte baja.

Por su parte, en San Felipe Ixtacuixtla restan las capacidades que le permiten enfrentar los riesgos por variabilidad climática, aun cuando su cercanía con España y al Grupo Vicente Guerrero el cual ofrece capacitación agroecológica, siguen prevaleciendo los cambios tecnológicos como el uso de agroquímicos y la utilización de semilla mejorada que no les ha permitido optimizar su producción, por el contrario, han deteriorado los suelo convirtiéndolos en menos fértiles.

### **Conclusiones**

Los municipios estudiados se caracterizan por cultivar bajo condiciones de temporal, esto hace que la producción se exponga a los impactos de diferentes eventos climáticos extremos. La presencia o ausencia de capacidades tecnológicas y culturales en los agricultores de temporal para enfrentar la variabilidad climática, indica que los municipios en estudio no tienen los mismos alcances para diseñar estrategias.

En España, específicamente, la comunidad de Vicente Guerrero cuenta con una organización que ha fomentado las capacidades entre agricultores que les permite resolver algunas necesidades de su población. En cambio Ixtacuixtla sigue siendo más vulnerable ante la falta del diseño de estrategias. A esta problemática se agrega que no todos los agricultores son beneficiados con programas gubernamentales, la falta de organización no les permita realizar actividades para un beneficio en común, difícilmente comparten experiencias productivas que les ayude a planear sus actividades agrícolas. Esta situación hace que los agricultores de Ixtacuixtla sean más vulnerables.

Se sugiere una participación conjunta de diversos actores para que intercambien información y productos que permitan la retroalimentación del sistema. El gobierno local debe integrar la reducción del riesgo como política pública y en los planes de desarrollo. Aunque las estrategias si traen consigo beneficios en términos de riesgos evitados, casi nunca los beneficios se expresan en términos monetarios, y es ahí donde los responsables de la toma

de decisiones deben decidir si se deben tomar medias o no para adaptarse a un determinado riesgo.

### **Literatura Citada**

- Aceves, L. A., J. F. Juárez, D. J. Palma, R. López, B. Rivera, J. A. Rincón, R. Morales, R. Hernández y J. L. Hernández, 2008. Estudio para determinar zonas de alta Potencialidad del Cultivo del Maíz (*Zea mays* L.) en el estado de Tabasco. Colegio de Postgraduados, DEIDRUS-Tabasco, e INIFAP. Tomo X.
- AMIS, (Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros). 2008. Boletín Informativo.
- Breen, Murray W. 2008. Desertización y cambio climático en un área del noreste mexicano: una aproximación interdisciplinaria. Pp. 519, en Annamaría Lammel, Marina Goloubinoff y Esther Katz, "Aires y lluvias: Antropología del clima en México", edic. CIESAS, CEMCA e IRD, México.
- Conde, C. 2006. "México y el Cambio Climático Global". Edit. Dirección General de divulgación de la Ciencia, UNAM.
- Magaña, V. y C. Neri, 2007. Proyecto: Fomento de las Capacidades para la Etapa II de adaptación al Cambio Climático en Centroamérica, México y Cuba. PNUD/CATHALAC/INE/CCA-UNAM.
- María, R. Andrés y Rojas M. Israel. 2003. Producción de Maíz de Temporal en el Estado de Tlaxcala. Fundación Produce Tlaxcala, INIFAP Tlaxcala. Tlaxcala, Tlax.
- Monterroso, A. I., C. Conde, G. Rosales, J. D. Gómez and C. Gay, 2011. Assessing current and potential rainfed maize suitability under climate change scenarios in México. *Atmósfera* 24, 53-67.
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2008. Disponible en <http://www.siap.gob.mx/>. Acceso el 24 de septiembre de 2009.
- Wilks D.F. 1995. *Statistical Methods in the Atmospheric Sciences*. Academic Press, pp. 467.