

**CONVENIO ESPECÍFICO QUE CELEBRAN LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO "UNAM" A TRAVÉS DE SU COORDINADOR DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y DE LA DIRECTORA DEL INSTITUTO DE BIOLOGÍA, Y LA COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD "CONABIO" A TRAVÉS DE SU SECRETARÍA EJECUTIVA Y SU DIRECTORA TÉCNICA DE EVALUACIÓN DE PROYECTOS, AL TENOR DE LOS ANTECEDENTES Y CLÁUSULAS SIGUIENTES:**

#### ANTECEDENTES

- 1.- Con fecha 13 de junio de 1994, la "UNAM", el "FONDO" (Fondo para la Biodiversidad) y la "CONABIO", celebraron un Convenio General dentro del cual se previó el apoyo para **Proyectos**. Las obligaciones y compromisos de las partes quedaron especificados en el mismo.
- 2.- La personalidad jurídica de los representantes de las partes quedaron debidamente acreditadas en el Convenio General de referencia, misma que se ratifica en el presente instrumento.

#### CLÁUSULAS

##### PRIMERA.- OBJETO

El objeto del presente Convenio Específico es cumplimentar lo previsto en la Cláusula Primera y Tercera del Convenio General de referencia, consistente en la obligación a cargo del "FONDO" de canalizar recursos en favor de la "UNAM", para el óptimo desarrollo del proyecto, aprobado por la "CONABIO", denominado "**El origen y diversificación del maíz**" que se describe en el Anexo 1.

Dicho proyecto se llevará a cabo en el Instituto de Biología de la "UNAM", el cual cuenta con la infraestructura adecuada para cumplir con los objetivos del mismo en los plazos acordados en el Anexo 2 (Calendario de pagos y de actividades).

Para tales efectos la "CONABIO" se obliga a tramitar con el "FONDO" la canalización de recursos económicos a favor de la "UNAM", por la cantidad de **\$200,000.00** (doscientos mil pesos 00/100 M. N.) de acuerdo con el presupuesto del proyecto aprobado y conforme al Calendario de pagos (Anexo 2).

##### SEGUNDA.- RESPONSABLE Y ADMINISTRADOR DEL PROYECTO

La "UNAM" designa al Dr. Roberth Arthur Bye Boettler y a la Dra. Emma Cristina Mapes Sánchez como responsable y corresponsable, respectivamente, del proyecto y a la L. C. Claudia Alejandrina Canela Galván como administradora del mismo.

##### TERCERA.- RATIFICACIÓN

Se ratifica en todas sus partes el Convenio General aludido en los antecedentes de este documento.

##### CUARTA.- VIGENCIA

El presente Convenio Específico entrará en vigor a partir de su firma y tendrá una duración de **ocho** meses.

*[Handwritten signatures and initials]*  
Name: *map*  
*[Signature]*  
*[Signature]*

**QUINTA.- TÉRMINOS DE REFERENCIA Y ANEXOS**

Las condiciones particulares que por la naturaleza o tipo de proyecto se acuerden para la realización del proyecto se establecerán en los Términos de referencia (Anexo 3). Las partes aceptan que los tres Anexos aludidos en el presente Convenio Específico, se incorporen a él como parte integrante del mismo.

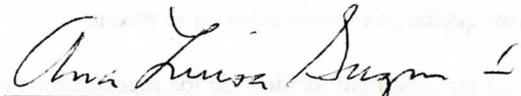
Previa lectura y con pleno conocimiento de su contenido, se extiende en cuatro ejemplares el presente Convenio Específico, que suscriben las partes en la Ciudad de México, Distrito Federal, a los 31 días del mes de agosto del año de dos mil siete.

Por la "UNAM"

Por la "CONABIO"



**Dr. René Drucker Colín**  
Coordinador de la Investigación Científica



**Mtra. Ana Luisa Guzmán y López Figueroa**  
Secretaria Ejecutiva



**Dra. Tila María Pérez Ortiz**  
Directora del Instituto de Biología



**M. en C. María del Carmen Vázquez Rojas**  
Directora Técnica de Evaluación de Proyectos



**Dr. Roberth Arthur Bye Boettler**  
Responsable del proyecto



**Dra. Emma Cristina Mapes Sánchez**  
Corresponsable del proyecto

Fecha de autorización de los recursos financieros  
para el presente proyecto por parte del "FONDO":  
**2 de mayo de 2007.**

Convenio Específico Núm. FB1260/FX004/07

**ANEXO 1**

**EL ORIGEN Y DIVERSIFICACIÓN DEL MAÍZ**

**INSTITUCIÓN RESPONSABLE**

Jardín Botánico. Instituto de Biología. UNAM. Tercer Circuito Exterior s/n Ciudad Universitaria. Coyoacán, México, D.F. C. P. 04510. Responsable Administrativa.

**RESPONSABLE DEL PROYECTO**

Dr. Robert Arthur Bye Boettler  
Investigador Titular "C" T. C.  
Teléfono 5622-9052/54  
Fax 5622-9046  
Email mcknight@ibiologia.unam.mx  
Domicilio particular: General Plata No. 92. Observatorio 11860. Miguel Hidalgo. México. D.F.  
Teléfono: 55 150819

**CORRESPONSABLE DEL PROYECTO**

Dra. Emma Cristina Mapes Sánchez  
Jardín Botánico. Instituto de Biología. UNAM  
5622-8984

**PRODUCTO**

Documento descriptivo y analítico que considere las diferentes hipótesis de los centros de origen y diversificación del maíz y que aporte elementos que precisen las definiciones de estos conceptos en la actual Ley de Bioseguridad, agregando las consideraciones de los autores

**DURACIÓN DEL PROYECTO 8 MESES**

**FINANCIAMIENTO: \$200,000.00**

*Handwritten signatures and initials:*  
- A large signature on the left.  
- The word "mcknight" written above a signature.  
- The initials "tmp" written to the right.

## Participantes

Dr. Takeo Angel Kato Yamakake  
Profesor Investigador Titular  
Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas.  
Campus Montecillo. Especialidad en Genética.  
Montecillo, Estado de México, México, 56230  
Teléfono 58045900 ext. 1536

Dr. José Antonio Serratos Hernández  
Procientec. El Colegio de México.  
Teléfono 54493000 ext.4058

## ASESORES EXTERNOS

Dr Major Goodman  
Department of Crop Science  
Collage of agricultura and life Sciences  
Universidad de Carolina del Norte  
Campus Box 7620  
Raleigh, NC 27695-7620  
Teléfono: (919) 515 2647

Dr. Bruce Benz  
Associate Professor of Biology  
McFadden Science Center, Room 209  
Texas Wesleyan University  
1201 Wesleyan St.  
Fort Worth, Texas 76105

## Instituciones participantes

1. Jardín Botánico. Instituto de Biología. UNAM. Tercer Circuito Exterior s/n Ciudad Universitaria. Coyoacán, México, D.F. C. P. 04510. Responsable Administrativa.
2. Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas. IREGEP. Montecillo, Estado de México, México, 56230.
3. El Colegio de México. PROCIENTEC. Camino al Ajusco # 20. Pedregal de Santa Teresa. CP 10740. Tlalpan. México D.F.
4. Universidad de Carolina del Norte. William Hall 1236. PO Box. 7620 Raleigh, Carolina del Norte. USA.
5. Universidad Texas Wesleyan, Forth Worth Texas. 1201 Wesleyan St. Fort Worth, Texas 76105

  
  
man  
tmp  
2

## RESUMEN

El maíz es el elemento básico en la subsistencia de las culturas mesoamericanas. En México es una especie autóctona de importancia económica, cultural y social. Se cultiva en 9 millones y medio de hectáreas; está representado por 59 razas y múltiples variedades nativas con diferentes características y usos. Siendo la base de la alimentación del pueblo mexicano, es el ejemplo más claro de la relación que guardan la diversidad cultural y la variabilidad genética.

Desde el punto de vista agronómico la transformación morfológica por la selección natural como la intervención humana ejercida durante la domesticación del maíz, es considerada el evento más espectacular en las actividades de fitomejoramiento en la historia humana. Sin embargo, a pesar de las evidencias arqueológicas que confieren a México la denominación como centro de origen, domesticación y diversidad del maíz, los investigadores no han logrado llegar a un consenso sobre si el origen y la domesticación fue unicéntrica o multicéntrica y, por lo tanto los modos de diversificación y rutas seguidas en los procesos evolutivos que dieron origen a la planta como la conocemos actualmente aún no están definidas con exactitud. Las evidencias científicas de los últimos años, han permitido ir precisando más las posibles teorías existentes. Los estudios proponen que el pariente más cercano a este cultivo desde el punto de vista taxonómico, morfológico, citológico y genético es el teocintle mexicano. Sin embargo, la polémica está en; si éste fue de hábito anual o perenne; si existió una especie intermedia extinta; si tuvo lugar en un momento específico y en un sitio geográfico determinado; y cómo una vez creada la planta, se desarrolló adaptó y logró establecerse en cada uno de los diversos ambientes que existen en nuestro país, resultando en un cultivo cuyo aprecio cultural es inmenso, manifestado en la amplia diversidad racial con características muy específicas en aclimatación y uso alimenticio. Las diferentes teorías que involucran al teocintle como progenitor del maíz, se basan en que ambas especies coexisten aproximadamente desde hace más de cinco mil años.

Aunado a la importancia alimenticia y cultural del maíz, en la actualidad este cultivo se encuentra inmerso en la controversia generada por las políticas de siembra de maíz genéticamente modificado. En una primera aproximación al texto de la actual Ley de Bioseguridad que rige en México, los conceptos de centro de origen y centro de diversidad no parecen estar suficientemente fundamentados por lo que resultan ser de difícil interpretación. Por lo tanto, es necesario reconsiderar estos conceptos tomando en cuenta el estudio crítico de los conocimientos científicos aportados en esta materia, además de los que se han generado alrededor de la diversidad creada por las diferentes culturas que habitan el país y que han logrado aportaciones en el manejo, incremento y conservación de los materiales genéticos.

Palabras clave: maíz, centro de origen, diversificación, teocintle, ancestro, domesticación.

*[Handwritten signatures and initials]*  
mam  
tryp

## OBJETIVOS

### General.

Realizar una revisión bibliográfica exhaustiva sobre el origen y la diversificación de maíz en México y elaborar un documento que analice y discuta las teorías que se han generado sobre este tema. Contribuir con elementos que permitan precisar los conceptos de centros de origen y diversidad genética incluidos en la Ley de Bioseguridad.

### Particulares.

1. Iniciar con una revisión bibliográfica de los artículos clásicos sobre origen del maíz, para ubicar las ideas fundamentales que permitan conocer más sobre los detalles que sustentan cada una de las teorías consideradas.
2. Agrupar la bibliografía reciente del tema y posteriormente efectuar una clasificación, selección y análisis de la misma.
3. Redefinir o confirmar las posibles rutas de diversificación del maíz y la creación de la variación racial, a partir de las fuentes bibliográficas consultadas.
4. Considerar en el documento la información que permita precisar los conceptos mencionados en el Título Cuatro: zonas restringidas. Capítulo I. centros de origen y diversidad genética en la vigente Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados. en especial los artículos 86, 87 y 88.

## PRODUCTO

Documento descriptivo y analítico que considere las diferentes hipótesis de los centros de origen y diversificación del maíz y que aporte elementos que precisen las definiciones de estos conceptos en la actual Ley de Bioseguridad, agregando las consideraciones de los autores. Preparación del artículo científico como un manuscrito para su publicación en un plazo no mayor a 12 meses.

### INDICE DEL DOCUMENTO:

#### I. INFORMACIÓN GENERAL.

- a) Biología
- b) Taxonomía
- c) Importancia cultural
- d) Importancia económica.
- e) Definición de centro de origen
- f) Definición de centro de diversidad.

#### II. INFORMACIÓN HISTÓRICA QUE PERMITIO EL AVANCE DE LAS DIFERENTES TEORÍAS.

- a) Estudios arqueológicos.
- b) Aspectos históricos considerados en el desarrollo de las teorías.
- c) Estudios etnohistóricos (usos, rituales, referencias en los códices)
- d) Aspectos culturales y etnobotánicos

### III. EVOLUCIÓN DE LA INFORMACIÓN.

- a) Desarrollo histórico de las teorías sobre origen y diversificación.
- b) Aporte de los estudios citogenéticos y moleculares en el desarrollo de las teorías sobre origen y diversificación.
- c) Discusión sobre la forma en que cada teoría, explica la diversidad de razas de maíz conocidas y las posibilidades de mayor diversificación.

### IV. LA LEY DE BIOSEGURIDAD ACTUAL EN RELACIÓN CON LAS TEORÍAS DE ORIGEN Y DIVERSIFICACIÓN DEL MAÍZ.

- a) Redefinición de los conceptos: centro de origen y diversidad
- b) Ventajas del uso de materiales nativos en áreas con gran diversidad cultural y gradientes climáticos heterogéneos.
- c) Desventajas de uniformizar los cultivos básicos con semillas mejoradas.
- d) Aporte de la riqueza de material genético (parientes silvestres) disponible en el país.

### V. CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS

#### **BIBLIOGRAFÍA BÁSICA (Se anexa la primera aportación del Dr. Angel Kato)**

- Ananiev, E. V., R. L. Phillips, and H. W. Rines. 1998. A knob-associated tandem repeat in maize capable of forming fold-back DNS segments: Are chromosome knobs megatransposons? PNAS 95(18): 10785- 10790.
- Anderson, E. 1946. Maize in Mexico. A preliminary survey. Ann. Mo. Bot. Gard. 33: 147-247.
- Anderson, E., and H. C. Cutler. 1942. Races of *Zea mays* : I. Their recognition and classification. Ann. Mo. Bot. Garden 29: 69- 88
- Beadle, G. W. 1939. Teosinte and the origin of maize. J. Heredity 30: 245-247.
- Beadle, G. W. 1972. The mystery of maize. Field Mus. Nat.Hist. Bull. 43: 9-11.
- Beadle, G. W. 1977. The origin of *Zea mays*. In Reed, C. E. (ed.). Origins of Agriculture. Mouton, The Hague. pp 615-
- Beadle, G. W. 1978. Teosinte and the origin of maize. In Walden, D. B. (ed.). Maize Breeding and Genetics. John Wiley & Sons, New York. Pp. 113- 128.
- Beadle, G. W. 1980. The ancestry of corn. Sci. Amer. 242: 112-
- Beadle, G. W. 1981. Origin of corn: pollen evidence. Science 213: 890-892.

- Benz, B. F. 1978. Five modern races of maize from Northwestern Mexico: Archaeological implications. B. S. Thesis, University of North Dakota.
- Benz, B. F. 1986. Taxonomy and evolution of Mexican maize. Madison, University of Wisconsin.
- Benz, B. F., L. R. Sánchez-Velázquez, and F. J. Santana-Michel. 1990. Ecology and ethnobotany of *Zea diploperennis*: Preliminary investigations. *Maydica* 35: 85-98.
- Brandolini, A. 1970. Maize. In Frankel, O. H., and E. Bennett (eds.). Genetic Resources in Plants – Their Exploration and Conservation. International Biological Programme Handbook No. 11. Blackwell Scientific Publications, Oxford and Edinburgh. pp. 273- 309.
- Bretting, P. K., M. M. Goodman, and C. W. Stuber. 1990. Isozymatic variation in Guatemalan races of maize. *Amer. J. Bot.* 77(2): 211- 225.
- Bretting, P. K., M. M. Goodman, and C. W. Stuber. Karyological and isozyme variation in West Indian and allied American Mainland races of maize. *Amer. J. Bot.* 74(11): 1601– 1613.
- Brown, W. L. and M. M. Goodman. 1977. Races of corn. In Sprague, G. F. (ed.). Corn and Corn Improvement. Number 18 in the series Agronomy. American Society of Agronomy, Inc. Publisher, Madison, Wisconsin, U. S. A. pp. 49- 88.
- Buckler IV, E. S., T. L. Phelps-Durr, C. S. K. Buckler, R. K. Dawe, J. F. Doebley, and T. P. Holtsford. 1999. Meiotic drive of chromosomal knobs reshaped the maize genome. *Genetics* 153: 415- 426.
- Cámara-Hernández, J., and P. C. Mangelsdorf. 1981. Perennial corn and annual teosinte phenotypes in crosses of *Zea diploperennis* and maize. Publication Number 10, The Bussey Institution of Harvard University. Pp. 1- 38.
- Carvajal, A. T, T. A. Kato Y., y A. García V. 1983. Variación en el número cromosómico del teocintle perenne tetraploide. *Agrociencia* 54: 75- 89.
- Cervantes M., T., y T. A. Kato Y. 1994. Estudio sobre el tamaño del grano de polen de maíz y teocintle. *Agrociencia, Serie Fitociencia* 5 (1): 25- 38.
- Cohen, J. I. and W. C. Galinat. 1984. Potential use of alien germplasm for maize improvement. *Crop Science* 24: 1011- 1015.
- Dennis, E. S. and W. J. Peacock. 1884. Knob heterochromatin homology in maize and its relatives. *J. Mol. Evol.* 20: 341- 35.
- de Wet, J. M. J., and J. R. Harlan, and C. A. Grant. 1971. Origin and evolution of teosinte [*Zea mexicana* (Schrad.) Kuntze]. *Euphytica* 20: 255-265.
- de Wet, J. M. J., and J. R. Harlan. 1972. Origin of maize: The tripartite hypothesis. *Euphytica* 21: 271- 279.
- de Wet, J. M. J., and J. R. Harlan. 1976. Cytogenetic evidence for the origin of teosinte (*Zea mays* ssp. *Mexicana*). *Euphytica* 25: 447- .
- de Wet, J. M. J., and J. R. Harlan. 1978. *Tripsacum* and the origin of maize. In Walden, D. B. (ed.). *Maize Breeding and Genetics*. John Wiley & Sons, New York. Pp. 129- 141.
- Doebley, J. 1990. Molecular evidence for gene flow among *Zea* species. *BioScience* 40(6): 443- 448.
- Doebley, J. F., and H. H. Iltis. 1980. Taxonomy of *Zea* (Gramineae). I. a subgeneric classification with key to taxa. *Amer. J. Bot.* 67(6): 982 – 993.

Handwritten notes and signatures in the bottom right corner, including a signature and the words "man" and "map".

- Doebley, J. F. 1983. The taxonomy and evolution of *Tripsacum* and teosinte, the closest relatives of maize. In Gordon, D. T., J.K. Knoke, R. L. Nault, and R. M Ritter. (eds.). Proceedings International Maize Virus Disease Colloquium and Workshop. 2-6 August 1982. The Ohio State University, Ohio Agricultural Research and Development Center, Wooster. Pp. 15 – 28.
- Doebley, J. F. 1984. Maize introgression into teosinte—A reappraisal. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 71: 1100- 1113.
- Doebley, J. 1990. Molecular evidence and the evolution of maize. *Econ. Bot.* 44(3 supplement): 6-27.
- Doebley, J. 1990. Molecular systematics of *Zea* (Gramineae). *Maydica* 35: 143 – 150.
- Doebley, J. 1990. Molecular evidence for gene flow among *Zea* species. *BioScience* 40(6): 443- 448.
- Doebley, J. F. 1992. Mapping the genes that made maize. *TIG* 8(9): 302 – 307.
- Doebley, J. and A. Stec. 1991. Genetic analysis of the morphological differences between maize and teosinte. *Genetics* 129: 285- 295.
- Doebley, J. F., M. M. Goodman, and C. W. Stuber. 1984. Isoenzymatic variation in *Zea* (Gramineae). *Syst. Bot.* 9(2): 203 – 218.
- Doebley, J. F. and H. H. Iltis. 1980. Taxonomy of *Zea* (Gramineae). I. A subgeneric classification with key to taxa. *Amer. J. Bot.* 67(6): 982-993.
- Doebley, J. F., M. M. Goodman, and C. W. Stuber. 1987. Patterns of isozyme variation between maize and Mexican annual teosinte. *Econ. Bot.* 41(2): 234- 246.
- Doebley, J. F., A. Stec, J. Wendel, and M. Edwards. 1990. Genetic and morphological analysis of amaize-teosinte F<sub>2</sub> population: Implications for the origin of maize. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 87: 9888- 9892.
- Dorweiler, J., A. Stec, J. Kermicle, and J. Doebley. 1993. Teosinte glume architecture 1: A genetic locus controlling a key step in maize evolution. *Science* 262: 233- 235.
- Ellstrand, N. C., H. C. Prentice, and J. F. Hancock. 1999. Gene Flow and introgression from domesticated plants into their wild relatives. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 30: 539- 563
- Ellstrand, N. C. 1992. Gene flow by pollen: implications for plant conservation genetics. *Oikos* 63: 77- 86.
- Galinat, W. C. 1965. The evolution of corn and culture in North America. *Econ. Bot.* 19: 350- 357.
- Galinat, W. C. 1971. The origin of maize. *Annu. Rev. Genet.* 5: 447-478.
- Galinat, W. C. 1977. The origin of corn. In Sprague, G. F. (ed.). *Corn and Corn Improvement*. Agronomy 18. American Society of Agronomy, Madison, WI. Pp 1 – 47.
- Galinat, W. C. 1978. The inheritance of some traits essential to maize and teosinte. In Walden, D. B. (ed.). *Maize Breeding and Genetics*. John Wiley & Sons.
- Galinat, W. C. 1988. The origin of corn. In Sprague, G. F. and J. W. Dudley (eds.). *Corn and Corn Improvement*. Number 18 in the series Agronomy. American Society of Agronomy, Inc., Crop Science Society of America, Inc., and Soil Science Society of America, Inc. Publishers, Madison, Wisconsin, U. S. A. pp. 1- 31.
- Galinat, W. C. 1992. Corn, Columbus, and culture. *Perspectives in Biology and Medicine* 36(1): 1- 12.

*Handwritten signature*  
*man*  
*trip*  
 7

- Galinat, W. C. 1992. Corn, Columbus and culture. *Perspectives in Biology and Medicine* 36(1): 1- 12.
- Galinat, W. C. 1992. Maize: Gift from America's first peoples. In Foster, N. and L. S. Cordell (eds.). *Chillies to Chocolate. Food the Americas Gave the World*. The University of Arizona Press, Tucson and London. Pp. 47- 61.
- Galinat, W. C. 1993. Sex expression and sequencing during the origin and improvement of maize. In Johannessen, S. and C. A. Hastorf (eds.). *Corn and Culture in the Prehistoric New World*. Westview Press, Inc. Boulder, San Francisco, Oxford. Pp. 83- 87.
- Galinat, W. C. 1995. El origen del maíz: el grano de la humanidad. The origin of maize: grain of humanity. *Econ. Bot.* 49(1): 3-12.
- Gottlieb, L. D. 1984. Genetics and morphological evolution in plants. *Amer. Nat.* 123(5): 681- 709.
- Goodman, M. M. 1965. The history and origin of maize. *North Carolina Agric. Expt. Sta. Tech. Bull. No. 170*.
- Goodman, M. M. 1978. A brief survey of the races of maize and current attempts to infer racial relationships. In Walden, D. B. (ed.). *Maize Breeding and Genetics*. John Wiley & Sons. New York. Pp. 143- 158.
- Goodman, M. M. 1988. The history and evolution of maize. *CRC Critical Review in Plant Sciences* 7(3): 197-220.
- Goodman, M. M., and W. L. Brown. 1988. Races of corn. In Sprague, G. F. and J. W. Dudley (eds). *Corn and Corn Improvement*. Number 18 in the series *Agronomy, American Society, Inc., Crop Science Society of ASmerica, Inc., and Soil Acience of America, Inc. Publishers. Madison, Wisconsin, U. S. A.* pp. 33- 79.
- Guzmán M., R. 1978. Redescubrimiento de *Zea perennis* (Gramineae). *Phytologia* 38: 177.
- Guzmán M., R. 1978. Una nueva localidad para el teosinte *Zea perennis* y primer reporte de *Zea mexicana* para Jalisco. *Bol. Inf. Inst. Bot. Univ. Guadalajara. Epoca IV* 1: 9-10.
- Hake, S., and V. Walbot. 1980. The genome of *Zea mays*, its organization and homology to related grasses. *Chromosoma (Berl.)* 79: 251- 270.
- Hernández X., E., y G. Alanís F. 1970. Estudio morfológico de cinco nuevas razas de maíz de la Sierra Madre Occidental de México: Implicaciones citogenéticas filogenéticas. *Agrociencia* 5: 3-30.
- Hitchcock, A. S. 1951. *Manual of the grasses of the United Status*. U. S. D. A. Publ. No. 200.
- Iltis, H. H. 1972. The taxonomy of *Zea mays* (Gramineae). *Phytologia* 23: 248-249.
- Iltis, H. H. 1983. From teosinte to maize: the catastrophic sexual transmutation. *Science* 222: 886-894.
- Iltis, H. H., and J. F. Doebley. 1980. Taxonomy of *Zea* (Gramineae). II. Subspecific categories in the *Zea mays* complex and a generic synopsis. *Amer. J. Bot.* 67(6): 994 - 1004.
- Iltis, H. H. 1988. Maize evolution and agricultural origins. In Soderstrom, T. R., K. W. Hilu, C. S. Campbell, and M. E. Barkworth (eds.). *Grass Systematics and Evolution*. An International Symposium Held at the Smithsonian Institution, Washington, D. C. 27- 31 July, 1986. Smithsonian Institution Press, Washington, D. C. pp. 195- 213.

~~Handwritten signature~~  
 8  
 mac  
 imp

- Iltis, H. H., J. F. Doebley, R. Guzmán M., and B. Pazy. 1979. *Z. diploperennis* (Gramineae): a new teosinte from Mexico. *Science* 203: 186-188.
- Iltis, H. H., D. A. Kolterman, and B. F. Benz. 1986. Accurate documentation of germplasm: The lost Guatemalan teosintes (*Zea*, Gramineae). *Econ. Bot.* 40(1): 69- 77.
- Kato Y., T. A. 1976. Cytological studies of maize (*Zea mays* L.) and teosinte (*Zea mexicana* Schrad. Kuntze) in relation to their origin and evolution. *Massachusetts Agric. Expt. Sta. Bull.* No.635.
- Kato Y., T. A. 1978. La investigación básica en el plasma germinal. In Cervantes S., T. (ed.). *Recursos Genéticos Disponibles a México*. Sociedad Mexicana de Firogenética, A. C. Chapingo, México. Pp. 49- 55.
- Kato Y., T. A. 1984. Chromosome morphology and the origin of maize and its races. *Evol. Biol.* 17: 219-253
- Kato Y., T. A. 1988. Cytological classification of maize race populations and its potential use. In CIMMYT 1988. *Recent Advances in the Conservation and Utilization of Genetic Resources: Proceedings of the Global Maize Germplasm Workshop*. Mexico, D. F. pp. 106- 117.
- Kato Y., T. A. 1986. La introgresión y su importancia en biología. In Palomino H., G. y E. Pimienta B. (coord.). *Memorias del Seminario sobre la Investigación Genética Básica en el Conocimiento y Evaluación de los Recursos Genéticos*. Jardín Botánico del Instituto de Biología, UNAM, México, D. F. pp. 54- 70
- Kato Y., T. A. 1991. Heterocromatina: estructura, función y significado evolutivo en el género *Zea*. In Ortega P., R., G. Palomino H., F. Castillo G., V. A. González H. y M. Livera M. (eds.). 1991. *Avances en el Estudio de los Recursos Filogenéticos de México*. SOMEFI, Chapingo, México. Pp. 363- 384.
- Kato Y., T. A. 1996 Revisión del estudio de la introgresión entre maíz y teocintle. In Serratos, J. A., M. C. Wilcox, y F. Castillo (eds.). 1996. *Flujo Genético entre Maíz Criollo, Maíz Mejorado y Teocintle: Implicaciones para el Maíz Transgénico*. México, D. F. CIMMYT. Pp. 48- 57.
- Kato Y., T. A. 2005. Cómo y dónde se originó el maíz. *Investigación y Ciencia* Agosto 2005: 68- 72.
- Kato Y., T. A. and A. López R. 1990. Chromosome knobs of the perennial teosintes. *Maydica* 35: 125- 141.
- Kato Y., T. A. and J. J. Sánchez G. 2002. Introgression of chromosome knobs from *Zea diploperennis* into maize. *Maydica* 47: 33-50.
- Kermicle J.L. and J. O. Allen. 1990. Cross-incompatibility between maize and teosinte. *Maydica* 35: 399- 408
- Khankhoje, P. 1930. Nuevas variedades de maíz. Escuela Nacional de Agricultura, Estación Experimental Agrícola, Boletín de Investigación Núm. 1, Chapingo, México.
- Longley, A. E. 1939. Knob positions on corn chromosomes. *J. Agric. Res.* 59(7): 475- 490.
- Longley, A. E. and T. A. Kato Y. 1965. Chromosome morphology of certain races of maize in Latin America. *CIMMYT Res. Bull.* 1.
- López R., A., T. A. Kato Y., and F. Castillo, G. 1995. Karyotypic characterization of the race Jala of maize. *Maydica* 40: 233- 244.
- Listman, G. M. 1994. Los Reyes teosinte: Going going ... gone! Tracking teosinte outside of Mexico city. *Diversity* 9(4): 1993. 10(1): 1994.

*[Handwritten signatures and initials]*  
 9

- Magoja, J. L. 1982. Heteosis en híbridos entre teosinte perenne y maíz. Rev. Facultad de Agronomía 3(3): 237-245.
- Mangelsdorf, P. C. 1961. Introgression in maize. Euphytica 10: 157- 168.
- Mangelsdorf, P. 1971. Review of "Agriculture Origins and Dispersals". In Struever, S. (ed.). Prehistoric Agriculture. Amer. Antiquity 19(1): 87- 90. Reprinted in The American Museum of Natural History, The Natural History Press, Garden City, New York. pp. 415- 422.
- Mangelsdorf, P. C. 1974. Corn. Its Origin, Evolution, and Improvement. The Belknap Press of Harvard University Press. Cambridge, Massachusetts.
- Mangelsdorf, P. C. 1986. The origin of corn. Scientific American 254(8): 80- 86
- Mangelsdorf, P. C., and R. G. Reeves. 1939. The Origin of Indian Corn and its Relatives. Texas Agric. Expt. Sta. Bulletin No. 574.
- Mangelsdorf, P. C., and R. G. Reeves. 1959. The origin of corn. I. Pod corn, the ancestral form. Bot. Mus. Leaflets, Harvard University, Cambridge, Mass. Pp 329-355.
- Mangelsdorf P. C. and R. G. Reeves. 1959. The origin of corn. III. Modern races, the product of teosinte introgression. Bot. Mus. Leaflets, Harvard University, Cambridge, Mass. pp 389-411.
- Mangelsdorf P.C., and R. G. Reeves. 1959. The origin of corn. IV. Place and time of origin. Bot. Mus. Leaflets, Harvard University, Cambridge, Mass. pp 413-439.
- Mangelsdorf, P. C., R. S. MacNeish, and W. C. Galinat. 1964. Domestication of corn. Science 143: 538- 545.
- Mangelsdorf, P. C., R. S. MacNeish, and W. C. Galinat. 1967. Prehistoric maize, teosinte, and *Tripsacum* from Tamaulipas, Mexico. Bot. Mus. Leafl., Harvard University 22: 33- 63.
- Mangelsdorf, P. C., R. S. MacNeish, and G. R. Willey. 1964. Origins of agriculture in Middle America. Handbook of Middle American Indians 1: 427- 444.
- Mangelsdorf, P. C., E. S. Barghoorn, and U. C. Banerjee. 1978. Fossil pollen and the origin of corn. Bot. Mus. Leafl. Harvard University 26: 237- 255.
- Mangelsdorf, P. C., L. M. Roberts, and J. S. Rogers. 1981. The probable origin of annual teosintes. Publication Number 10, The Bussey Institution of Harvard University. Pp. 39- 69
- Matsuoka, Y., Y. Vigouroux, M. M. Goodman, J. J. Sánchez G., E. Buckler, and J. Doebley. 2002. A single domestication for maize shown by multilocus microsatellite genotyping. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 99 (6): 6080- 6084.
- McClintock, B. 1959. Genetic and cytological studies of maize. Carnegie Inst. Wash. Year book 58: 452- 456.
- McClintock, B. 1960. Chromosome constitutions of Mexican and Guatemalan races of maize. Carnegie Inst. Wash. Yearbook 59: 461- 472.
- McClintock, B. 1978. Significance of chromosome constitutions in tracing the origin and migration of races of maize in the Americas. In Walden, D. B. (ed.). Maize Breeding and Genetics. John Wiley and Sons, New York. pp 159-184.
- McClintock, B., T. A. Kato Y., and A. Blumenschein. 1981. Chromosome Constitution of Races of Maize. Its Significance in the Interpretation of Relationships between Races and Varieties in the Americas. Colegio de Postgraduados, Chapingo, Mexico. (Existe versión en español)

- Moll, R. H., W. D. Hanson, C. S. Levings III, and Y. Ohta. 1972. Associations between chromosomal knobs of *Zea mays* L. and agronomic performance. *Crop Sci.* 12: 585-589.
- Muñoz O., A. 2003. Centli Maíz. Colegio de Postgraduados, Montecillo, México.
- Ortega P., R. 2003. La diversidad del maíz en México. In Esteva, G. y C. Marielle (coord.). Sin Maíz no hay País. Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, Dirección General de Culturas Populares e Indígenas, México, D. F. pp 123-154.
- Ortega P. R., J. J. Sánchez G., F. Castillo G., y J. M. Hernández C. 1991. Estado actual de los estudios sobre maíces nativos de México. In Ortega, P., R., G. Palomino H., F. Castillo G., V. A. González H. y M. Livera M. Avances en el estudio de los recursos fitogenéticos de México. Sociedad Mexicana de Citogenética, A. C., Chapingo, México. pp 161-185.
- Peacock, W. J., E. S. Dennis, M. M. Rhoades, and A. J. Pryor. 1981. Highly repeated DNA sequence limited to knob heterochromatin in maize. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 78 (7): 4490-4494.
- Pryor, A., K. Faulkner, M. M. Rhoades, and W. J. Peacock. 1980. Asynchronous replication of heterochromatin in maize. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 77(11): 6705-6709.
- Randolph, L. F. 1955. History and origin of corn. II. Cytogenetic aspects of the origin and evolutionary history of corn. In G. F. Sprague (ed.). *Corn and Corn Improvement*. Academic Press, New York.
- Randolph, L. F. 1959. The origin of maize. *Indian J. Genet. Plant Breeding* 19: 1-12.
- Randolph, L. F. 1976. Contribution of wild relatives of maize to the evolutionary history of domesticated maize: a synthesis of different hypotheses. I. *Econ. Bot.* 30: 321-
- Reeves, R. G. 1950. The use of teosinte in the improvement of corn inbreds. *Agronomy Journal* 42(5): 248-251.
- Reeves, R. G. and P. C. Mangelsdorf. 1942. A proposed taxonomic change in the tribe Maydeae (Family Gramineae). *Amer. J. Bot.* 29: 815-817.
- Reeves, R. G., and P. C. Mangelsdorf. 1959. The origin of corn. II. Teosinte, a hybrid of corn and *Tripsacum*. *Botanical Mus. Leaflets*, Harvard University, Cambridge, Mass. pp 357-387.
- Rincón E., G., P. Ramírez V., J. J. Sánchez G., y T. A. Kato Y. 2005. Variación isoenzimática en poblaciones de teocintle. *Rev. Fitotec. Mex.* 28(2): 105-113.
- Rogers, J. S. 1950. The inheritance of inflorescence characters in maize-teosinte hybrids. *Genetics* 35: 541-558.
- Sánchez G. J. J. 1993. Modern variability and patterns of maize movement in Mesoamerica. In Johannessen, S. and C. A. Hastorf (eds.). *Corn and Culture in the Prehistoric New World*. Westview Press, Boulder, San Francisco, Oxford. Pp. 136-156.
- Sánchez G., J., M. M. Goodman, and C. W. Stuber. 2000. Isozymatic and morphological diversity in the races of maize of Mexico. *Econ. Bot.* 54(1): 43-59.
- Sánchez G., J. J., T. A. Kato Y., M. Aguilar S., J. M. Hernández C., A. López R., y J. A. Ruiz C. 1988. Distribución y caracterización del teocintle. Libro Técnico Núm. 2, Centro de Investigación Regional del Pacífico Centro, INIFAP, México

- Sánchez-Velázquez, L. R. 1991. *Zea diploperennis*: mejoramiento genético del maíz, ecología y la conservación de recursos naturales. *Tiempos de Ciencia, Revista de Difusión Científica, Universidad de Guadalajara*. Julio-Septiembre, 1991: 1- 8.
- Sánchez-Velázquez, L. R., J. A. Solís-Magallanes, E. Cortéz, R. G. Jiménez G., A. L. Cárdenas T., y M. P. Rosales A. 1991. Efecto del cultivo tradicional del maíz sobre el crecimiento y desarrollo de *Zea diploperennis*. *Biotam* 3(3): 51- 58.
- Shaver, D. L. 1962. Cytogenetic studies of allotetraploid hybrids of maize and perennial teosinte. *Amer. J. Bot.* 49: 348- 354.
- Smith, J. S. C., and M. M. Goodman. 1981. A comparison of chromosome knob frequencies between sympatric and allopatric populations of teosinte and maize. *Amer. J. Bot.* 68(7): 947- 954.
- Smith, J. S. C., M. M. Goodman, and T. A. Kato Y. 1982. Variation within teosinte. II. Numerical analysis of chromosome knob data. *Econ. Bot.* 36(1): 100 – 112.
- Smith, J. S. C., M. M. Goodman, and C. W. Stuber. 1984. Variation within teosinte. III. Numerical analysis of allozyme data. *Econ. Bot.* 38(1): 97 – 113.
- Smith, J. S. C., M. M. Goodman, and R. N. Lester. 1981. Variation within teosinte. I. Numerical analysis of morphological data. *Econ. Bot.* 35(2): 187 – 203.
- Sederoff, R. R., C. S. Levings III, D. H. Timothy, and W. W. L. Hu. Evolution of DNA sequence organization in mitochondrial genomes of *Zea*. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 78(10): 5953 – 5957.
- Iltis, H. H. 1983. From teosinte to maize: The catastrophic sexual transmutation. *Science* 222: 886- 894.
- Timothy, D. H., C. S. Levings III, D. R. Pring, M. F. Conde, and J. L. Kermicle. 1979. Organelle DNA organization and systematic relationships in the genus *Zea*: teosinte. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 76(9): 4220- 4224.
- Vavilov, N. I. 1951. *The Origin, Variation, Immunity and Breeding of Cultivated Plants*. *Chronica Botanica* Vol. 13, Ronald Press, New York.
- Weatherwax, P. 1935. The phylogeny of *Zea mays*. *Amer. Midland Nat.* 16: 1-71.
- Weatherwax, P. 1954. *Indian corn in old America*. Macmillan, New York.
- Weatherwax, P. 1955. History and origin of corn. I. Early history of corn and theories as to its origin. In Sprague, G. F. (ed.). *Corn and Corn Improvement*. Academic Press, New York.
- Wellhausen, E. J., L. M. Roberts, and E. Hernández X., in collaboration with P. C. Mangelsdorf. 1952. *Races of maize in Mexico*. Bussey Institution, Harvard University.
- Wellhausen, E., L. M. Roberts, E. Hernández X., en colaboración con P. C. Mangelsdorf. 1951. *Razas de maíz en México, su origen, características y distribución*. Folleto Técnico no.5, Oficina de Estudios Especiales, Secretaría de Agricultura y Ganadería, México, D. F.
- Wilkes, H. G. 1967. *Teosinte: The closest relative of maize*. The Bussey Institution of Harvard University. Pp. 1- 159.
- Wilkes, H. G. 1977. Hybridization of maize and teosinte, in Mexico and Guatemala and the improvement of maize. *Econ. Bot.* 31(3): 254 – 293.
- Wilkes, H. G. 1979. Mexico and Central America as a centre for the origin of agriculture and the evolution of maize. *Crop Improv.* 6(1): 1 – 18.

- Wilkes, H. G. 1989. Maize: domestication, racial evolution, and spread. In Harris, D. R., and G. C. Hillman (eds.). Foraging and Farming. The Evolution of Plant Exploitation. Unwin Hyman, London, Boston, Sydney, Wellington. pp. 440- 455.
- Wilkes, H. G. 1992 (???). Conservation of maize crop relatives in Guatemala. In Potter, C. S., J. I. Cohen, D. Janczewski (eds.). Perspectives on Biodiversity: Case Studies of Genetic Resource Conservation and Development. American Association for the Advancement of Science Press. Pp. 75- 88.
- Wilkes, H. G., and M. M. Goodman. 1995. Mystery and missing links. In Taba, S. (ed.). Maize Program Special Report, Mexico, D. F. CIMMYT. Pp. 1 -4.

### **BIBLIOGRAFÍA RECIENTE**

**Siendo uno de los objetivos del proyecto, la cooperación de los asesores del proyecto será una de las fuentes principales en la actualización de las citas bibliográficas recientes a recopilar**

- Brush, B., S. and H. R. Perales. A maize landscape: Ethnicity and agro-biodiversity in Chiapas México. In: Agriculture Ecosystems & Environment. 121 (2007) 211-221.
- Aguirre-Gómez, J. A.; M. R. Bellón; and M. Smale. 2000. A regional analysis of maize biological diversity in southeastern Guanajuato, México. Econ. Bot. 54 (1) 60-72.
- Histories of Maize: multidisciplinary approaches to the prehistory, linguistics, biogeography, domestication, and evolution of Maize. Edited by John Staller, Robert H. Tykot, Bruce F. Benz. 2006. Academic Press.
- Benz, B. 2001. Archeological evidence of teocintle domestication at Guila Naquitz, Oaxaca. Proceedings of the National Academy Science 98: 2014-2016.
- Brush, B. S. 2004. Farmer's Bounty. Locating crop diversity in the contemporary world. Yale University Press.
- Brush, B, S. 1999. Genes in the field. On farm. Conservation of crop diversity. IPGRI. IDRC. Lewis Publishers. 288 p.p
- Kato-Yamakake, T.A. 2004. Variedades transgénicas y el maíz nativo en México. Agricultura, Sociedad y Desarrollo. Vol. 1 (2) 101-110.
- Louette, D. 1999. Traditional management of seed and genetic diversity: what is a landrace? In: Brush, B, S. 1999. Genes in the field. On-farm. Conservation of Crop Diversity. IPGRI. IDRC. Lewis Publishers. 109-142
- Matsuoka, Y; Y. Vigoroux; M. Goodman, J. Sánchez; G. Edgard Buckler y J. Doebley. 2002. A single domestication for maize shown by multilocus microsatellite genotyping. www. Pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.052125199.
- Ortiz-García, S.; E. Ezcurra; B. Schoel; F. Acevedo; J. Soberón and A.Snow. 2004. Absence of detectable transgenes in local landraces of maize in Oaxaca, México. PNAS. 30: 102 (35) 12338-12343.
- Perales, R. H. 2005. Maize diversity and ethnolinguistic diversity in Chiapas, México. PNAS Vol. 102 (3).
- Perales, R. H. y J. M. Casillas H. 2005. Diversidad del maíz en Chiapas. En: Diversidad Biológica en Chiapas. (Coordinadores) González-Espinosa M; N. Ramírez-Marcial y L. Ruiz-Montoya. 419-438 pp.

*[Handwritten signatures and initials]*  
 mau  
 tmp

- Perales, R. H., Brush, S.B. and C. O. Qualset. 2003a. Landraces of maize in Central México: an altitudinal transect. *Econ. Bot.* 57: 7-20.
- Perales, R. H., Brush, S.B. and C. O. Qualset. 2003b. Dynamic management of maize landraces in Central Mexico. *Econ. Bot.* 57: 21-34.
- Quist, D. and I. Chapela. 2001. Transgenic DNA introgressed into traditional maize landraces in Oaxaca, México. *Nature* 414: 541-543.
- Quist, D and I. Chapela. 2002. reply. *Nature* advance online publication, 4 april 2002, DOI 10.1038/nature740.
- Sánchez-González, J. J. M. M. Goodman y; C. W. Stuber. 2000. Isozymatic and morphological diversity in the races of maize of México. *Econ. Bot.* 54: 43-59.
- Smith, D. B. 2005. Reassessing Coxcatlán Cave and the early history of domesticated plants in Mesoamérica. *PNAS*. Vol. 102 (27)
- Soleri, D. and D. A. Cleveland. 2001. Farmer's genetic perception regarding their crop populations: An example with maize in the Central Valleys of Oaxaca, México. *Econ. Bot.* 55 (1) 106-128.
- Turrent A. and J. A. Serratos. 2004. Maize and biodiversity: The effects of Transgenic Maize in México. Chapter 1. Context and Background on Maize and its Wild Relatives in México. Secretariat of the Commission for Environmental Cooperation of North America.

## DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO.

Para llevar a cabo la revisión bibliográfica se pretende visitar los acervos bibliográficos de la Ciudad de México y del área de Chapingo, Montecillo y El Batán, donde se encuentran la Universidad Autónoma Chapingo, el Colegio de Postgraduados, y el CIMMYT, para iniciar el acopio de información histórica y reciente del tema. Haciendo uso de los servicios de Internet se solicitará al Instituto de Biología de la UNAM las revisiones en extenso, que se han generado en los últimos 20 años sobre el tema. Además de la cooperación activa de los asesores para lograr una mejor compilación.

Para hacer una revisión de la asociación de las culturas mesoamericanas, pasadas y presentes, con la diversificación del maíz, se recurrirá a las fuentes de las instituciones como el INAH, El Colegio de México, la UNAM y la ENAH para compilar los datos más relevantes con relación a dicha asociación.

Con la finalidad de completar la revisión se mantendrá el contacto con universidades del extranjero para solicitar la impresión y envío de documentos que no se logren obtener por los medios antes mencionados. Aunado a lo anterior se propone realizar una visita a los archivos de la Universidad de Carolina del Norte, USA, para adquirir los artículos publicados que no se logren obtener por Internet, además de aprovechar la oportunidad brindada por el Dr. Major Goodman, para revisar los archivos solicitados.

Considerando que la información escrita sobre el origen del maíz se resume en tres posibles teorías se escribirá el desarrollo histórico de cada una, considerando los elementos más sobresalientes que cada una aportó en su momento. Es decir, partiendo del primer escrito

*man  
mp*

que realizó Harshberger en 1893 donde se hace la primera mención al teocintle como la especie madre que dio origen al maíz (Harshberger 1893, Collins, 1912, 1918). A partir de ese momento se han analizado elementos de diferentes ramas del conocimiento que han permitido mantener esa idea. Las investigaciones arqueológicas, históricas y antropológicas han brindando elementos muy valioso para el avance de cada una de las teorías propuestas (Wilkes, 1967).

En cada uno de los trabajos desarrollados se han propuesto diferentes hipótesis de cómo se llevó a cabo la transformación del maíz: por un tronco común, por cambios en las frecuencias génicas a nivel de mutaciones Beadle, (1972, 1981); De Wet et. al (1971); Galinat (1971, 1977, 1992, 1995); Iltis (1983); Doebley (1984); Kato, (1984)<sup>1</sup>; del maíz silvestre; Mangelsdorf, (1974) y (1986); Wilkes (1967); Goodman (1988).; incluso sobre el origen del propio teocintle y su transmutación sexual (Iltis, 1982). Lo importante es que éste se ha mantenido como el ancestro. Otro factor importante a considerar es si el evento fue en un sitio definido (Matsuoka et al. 2007) o bien dada la diversidad genética presente se realizó en sitios diferentes (Kato, 1984; MckClintock, 1978; McCkintock, Kato y Blumenschein, 1981).

La evolución de una planta cultivada ocurre en ambientes manejados por habitantes de comunidades agrícolas tradicionales. Se produce en ambientes heterogéneos, el agricultor delimita su terreno de cultivo pero tiene vecinos con otro tipo de manejo y semillas preferidas. Pocas investigaciones han procurado entender las percepciones fundamentales de los agricultores respecto a sus poblaciones cultivadas, sus ambientes de cultivo y sus expectativas en relación con la respuesta a la selección de una planta dentro del sistema agrícola. Las poblaciones de maíz, al igual que las poblaciones naturales están sujetas a los procesos de la selección natural (ej. migración, extinción local y procesos de recolonización). Asimismo, en la selección dirigida por los humanos el impacto por las prácticas de manejo a pequeña escala, incluyendo la siembra de numerosas variedades de maíz, es clave en la evolución del maíz y su diversidad.

Una raza local es definida por el agricultor en términos de las características de la mazorca y las necesidades que satisfaga, el tipo será mantenido por medio de una selección constante, a pesar de un flujo genético considerable (Louette *et al*, 1997; Louette and Smale, 2000). La decisión del agricultor para elegir sus variedades esta basada en la variación genética y ambiental a nivel local (Soleri, 2001; Perales 2007; Brush 2005). Considerando lo anterior, dos conceptos deben ser explicados de manera separada:

- a) Centro de origen o domesticación.- el área geográfica específica donde se origino la planta cultivada, a partir de su congénere silvestre.
- b) Centro de diversidad.- Para las plantas cultivadas existe un término que define las áreas de confluencia y coexistencia entre los parientes silvestres y otras formas biológicas en

Handwritten signature and initials in blue ink, including the name 'Hane' and 'Emp'.

procesos intermedios de domesticación (arvenses, razas, variedades etc.), es un área con una riqueza genética muy amplia (Harlan 1993).

Sin embargo, este término que tiene una connotación biológica, no puede separarse del aspecto cultural, puesto que los procesos de domesticación llevan implícitos las interacciones con grupos humanos, la modificación genética del cultivo ha tenido un objetivo de selección, que esta relacionado con una adaptación a las diferentes condiciones ambientales, a las diferentes prácticas de producción, hábitos alimenticios y rituales que dieron origen al mismo. Por lo que también deberá considerarse concepto de:

c) Centro de diversidad cultural, que debe hacer referencia a las prácticas culturales empleadas en la generación y mantenimiento del cultivo, creando una diversidad de materiales locales, acordes a las percepciones genéticas y ambientales del agricultor (Pressoir, 2000; Perales, 2005; Brush, 2004; ). Los agricultores valoran la diversidad dentro y entre ellos, debido a lo heterogéneo del suelo, las condiciones de producción, riesgos, demanda del mercado, consumo y uso de diferentes productos de una especie individual.

La biología de la planta de maíz, planta de polinización abierta, es un factor que debió ser muy conocido por los agricultores que iniciaron los procesos de selección y domesticación, debido a que no es fácil controlar las posibilidades de entrecruzamiento entre una variedad local y un material exótico llámenseles, razas exóticas o materiales genéticamente modificados.

### **Antecedentes del proyecto.**

Tanto el responsable del proyecto, como los participantes y la asistente han colaborado en proyectos sobre maíz; el más reciente "Conservación de la diversidad genética y el mejoramiento de la productividad agrícola en México: Una estrategia basada en el conocimiento del agricultor (MILPA)" financiado por la Fundación Mcknight de 1996 a 2003, el cual contó con la participación de varios investigadores dedicados al estudio del maíz, pertenecientes a diversas instituciones educativas nacionales e internacionales. Esto permitirá la comunicación con expertos del tema que de igual manera podrán contribuir a enriquecer el acervo bibliográfico del proyecto y en la revisión del informe final. Por último, la experiencia en el tema por parte de cada uno de los especialistas que participarán en este proyecto, tomará en cuenta puntos de vista diferentes lo que extenderá el alcance del documento final.

### **Teorías sobre origen**

Las investigaciones realizadas para esclarecer el origen del maíz, han sido motivadas, apoyadas y sustentadas por estudios de: arqueología, historia, antropología y genética. A partir de finales del siglo XIX se han postulado varias teorías acerca del origen del maíz. Sin embargo, tres han sido las más importantes.

a) El pariente silvestre extinto.

Los resultados se obtuvieron de los trabajos arqueológicos de MacNeish (1967) en territorio mexicano. Los restos arqueológicos de material vegetal encontrado en las cuevas de La Perra, Romero y Valenzuela en Tamaulipas; Santa Marta en Ocozocuahtla, Chiapas y en el Valle de Tehuacan; permitieron ubicar en una escala temporal, la aparición del maíz en México. En compañía de Mangelsdorf (1974) definieron el origen geográfico del maíz en las zonas altas de Mesoamérica, desde el punto de vista biológico, postularon dos hipótesis:

1) Que el teocintle anual había resultado de una hibridación entre un teocintle diploide perenne y un maíz temprano extinto antes de la domesticación que también dio origen al teocintle actual (Mangelsdorf, 1974).

2) Que el maíz domesticado había resultado de más hibridaciones entre el maíz y los nuevos teocintles anuales (Wellhausen *et al.*, 1952; Galinat, 1971; Iltis, 1983; de Wet y Harlan, 1971; Beadle, 1972; Wilkes, 1979).

Lo unificador de estos postulados, es la propuesta de que maíz y teocintle están emparentados biológicamente, siendo el teocintle el ancestro del maíz.

b) Origen Multicéntrico.

Con base en los resultados de un amplio estudio de la morfología de los cromosomas paquiténicos (especialmente la constitución de nudos cromosómicos) de los maíces y teocintles de América se desarrolló una teoría que propone que el maíz fue originado (domesticado) en varias regiones entre México y Guatemala (Mesoamérica) es decir, que este cultivo tuvo un inicio multicéntrico habiéndose determinado cinco centros de domesticación: Mesa Central o parte alta de México, región de altura media de los estados de Morelos, México y Guerrero, territorio comprendido entre los estados de Oaxaca y Chiapas, otra región independiente de Oaxaca y la región alta de Guatemala (McClintock, 1978; Kato, 1984). Esta idea explica la gran variación racial (Hernández, X. *et al.* 1987) presentes en el territorio mexicano, debido a que los grupos humanos en esos tiempos llevaron a cabo migraciones y con ellos los materiales seleccionados también viajaban.

c) Origen Unicéntrico.

En años recientes, los estudios genotípicos de 99 loci en la constitución de microsatélites de maíz y teocintle, provenientes del continente americano y de teocintle mexicano y guatemalteco, enfocados hacia la domesticación (Benz, 2001; Matsuoka *et al.* 2002; Smith, 1998), han trabajado la idea de que el teocintle de la zona del Balsas *ssp. parviglumis* es el ancestro directo del maíz. Las razas surgieron posteriormente por la hibridación de *parviglumis* con *ssp. mexicana* en el centro del país. Esta investigación propone las posibles rutas que la planta domesticada, recorrió para adaptarse al territorio americano; contraria a la idea de que la dispersión del maíz siguió una ruta de sur a norte. Los investigadores proponen que la región central de la cuenca del río Balsas, fue el lugar geográfico de donde se inició la dispersión del maíz. Una vez domesticado recorrió rutas, quizás ya trazadas por intercambio cultural, por el oeste y norte de México al sureste de Estados Unidos. Otra ruta

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

va del oeste y sureste de las tierras bajas hacia Guatemala y el Caribe, llegando a las tierras bajas de Suramérica y las montañas de los Andes. Lo notorio de esta propuesta son las rutas de dispersión que se trazaron posterior a la domesticación de la planta. Los trabajos arqueológicos y antropológicos deberán tener mayor injerencia para lograr entender como las rutas siguieron direcciones indistintas, ¿qué papel jugaron las culturas presentes en esos tiempos?

Tomando en cuenta los avances científicos en las ciencias naturales las posibilidades de encontrar nuevas tendencias en el origen genealógico del maíz es muy probable. Por lo que, pudiera ser factible definir una zona geográfica, como centro de origen.

### **La diversidad cultural.**

Sin embargo, desde el punto de vista etnobotánico (incluyendo los aspectos socioculturales involucrados); al estudiar como sucedió la diversificación de esta planta cultivada, que ha sido base de la alimentación Mesoamericana desde los inicios y dispersión de la agricultura, no se pueden dejar de lado las interacciones que a lo largo de la historia la planta ha establecido con los diferentes grupos humanos (Anderson, 1946; Hernández X. 1985, Vargas 2007). La presencia de 84 diferentes grupos humanos en las áreas de producción (Turrent y Serratos, 2003) ha influido en la creación de los diferentes casi 60 materiales raciales definidos actualmente (Sánchez et al. 2000). Diversos estudios que han establecido comparaciones de los materiales colectados en diferentes áreas indígenas de producción, en diferentes periodos de registro, tanto regionales como locales, han permitido entender como los agricultores locales han mantenido e incrementado sus materiales nativos, considerando una relación ambiente-genotipo, debido a la recombinación que ellos mismos han realizado con sus tipos regionales y el manejo de poblaciones introducidas por intercambio o para probar el rendimiento de estos materiales. Pero siempre manteniendo los materiales propios adaptados a sus condiciones ambientales (Paczka, 1973; Aguirre, 2000; Perales, 2007).

El maíz no es sólo un cultivo que tiene importancia agronómica por ser un cultivo comercial. Su importancia cultural ha fundado una serie de mitos y creencias alrededor de su propio proceso de cultivo (Vargas, 2007). Influyendo en la creación de materiales destinados únicamente a cubrir los aspectos ceremoniales del proceso de cultivo.

La planta del maíz ha sido diversificada en 60 grupos regionales diferenciados por características morfológicas, bioquímicas y marcadores genéticos que les permiten su reconocimiento como grupo. Esto es lo que se define como "raza"

A su vez cada raza, presenta una variación en características morfológicas (color y tipo de grano), adaptación a diferentes condiciones ambientales y fisiológicas lo que se ha definido como "variedad"

Si esta variedad ha sido creada por métodos de investigación científica es la "variedad mejorada o cultivada".

  
18  
Mou  
hmp

Los materiales generados y mantenidos en las comunidades por los propios agricultores es lo que conocemos como “criollos o variedades locales”

Retomando los aspectos ceremoniales, se han seleccionado criollos locales, con un color definido (rojo) que son empleados en las ceremonias que involucran fertilidad y buen rendimiento de la cosecha del cultivo (Vargas, 2007; Perales, 2005; Levy, 2000)

Lo anterior, se hace patente que el proceso de formación y diversidad de maíces en nuestro país, no es un proceso estático. Las culturas actuales aún realizan diferentes prácticas culturales que les permiten el mantenimiento y sobre todo la generación de nuevas variedades que cubran sus necesidades. Valoran la diversidad de sus cultivos dentro y entre ellos sin embargo, la persistencia en el uso de los materiales locales se ha mantenido, con la presencia dominante de uno o dos tipos. La introducción de materiales exóticos ha llegado a generar ciertas expectativas entre ellos, con el objetivo de incrementar el rendimiento de la producción. Las variedades mejoradas, con un genotipo homogéneo y con adaptaciones fisiológicas determinadas no han logrado desplazar a las locales.

La investigación que promueva la introducción de materiales genéticamente modificados deberá considerar que en el caso del maíz, no sólo se involucran aspectos biológicos, los socioculturales, han sido determinantes en el mantenimiento de la reserva genética del país. La uniformidad, no es una solución, los agricultores requieren diversidad. Las plantas sembradas, tendrán como vecinos cultivos locales con los que podrán polinizarse, a menos que la distancia entre ellos genere una barrera geográfica que impida este proceso natural. Las manifestaciones fenotípicas de un OGM, podrán variar con el tiempo, si el agricultor ha seleccionado materiales que guardan una relación estable entre genotipo y ambiente, el ambiente también será afectado.

Finalmente, las razas conocidas actualmente son producto de investigaciones que iniciaron en 1940. Cuando las carreteras del país eran una limitante muy fuerte en la posibilidad de llegar a todos los pueblos y comunidades de México. Si consideramos que estos recorridos de campo se deben de haber visto restringidos para colectar en todos los sitios. En la actualidad no se puede estar muy seguro de que solo sean 59 las razas de maíz presentes en México. Aún se deben explorar las zonas no colectadas, que permita descubrir nuevos materiales (ejemplo: raza purépecha).

### **La Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados y los Centros de Origen y Diversificación**

En la ley se encuentra definido el concepto de “*Centro de origen*” y el de “*Centro de diversidad genética*” en el título primero, capítulo I, artículo 3, fracciones VIII y IX, respectivamente. Asimismo, en el título cuarto de la ley referente a las zonas restringidas, el capítulo I está dedicado a los “*Centros de Origen y Diversidad Genética*” en sus artículos 86 a 88.

Por lo expuesto en los temas anteriores pensamos que estas definiciones deben ser reconsideradas al no incluir la importancia del concepto “diversidad cultural”

  
19  
Hann  
Trop

El objetivo de esta parte del proyecto será analizar críticamente la información que se genere para ofrecer argumentos científicos sólidos que contribuyan a la determinación de los centros de origen y diversificación, en este caso, del maíz.

Por otra parte, el análisis comparativo de los resultados de este proyecto con las definiciones establecidas en la ley permitirá aportar elementos para una discusión académica y legislativa que las mejore o modifique. No es un ejercicio ocioso el análisis de los conceptos origen y diversificación. Las controversias que se han generado a lo largo de los últimos 15 años alrededor del maíz genéticamente modificado están ligadas, en buena medida, a la clasificación del país como megadiverso, centro de origen, domesticación y diversidad de cultivos. En este sentido, consideramos que los resultados de este proyecto contribuirán significativamente a solucionar una parte de esas controversias.

Participantes del proyecto:

- Dr. Ángel Kato Yamakake (citogenetista del género *Zea*, quien ha publicado diversos artículos sobre el origen del maíz e introgresión maíz - teocintle) El será responsable de aportar bibliografía y revisión del capítulo sobre desarrollo de las diferentes teorías.

- Dra. Cristina Mapes Sánchez (Etnobotánica, especialista en domesticación de granos alimenticios, actualmente responsable de la Colección Etnobotánica del Jardín Botánico). Su participación se enfocará a conjuntar la bibliografía etnobotánica y sobre estudios moleculares que han apoyado las diferentes teorías.

-Dr. José Antonio Serratos Hernández (Biotecnología y Agroecología). Experto en temas sobre Bioseguridad, responsable de supervisar el capítulo final que deberá ser una integración de los elementos que brinden mayor solidez científica a los conceptos de centro de origen y diversificación de la Ley de Bioseguridad.

- Dr. Major Goodman. La responsabilidad del Dr. Goodman será brindarnos la información más reciente sobre la teoría unicéntrica, supervisar el capítulo de discusión de las teorías y autorizar la versión del documento final.

Con la finalidad de concluir el análisis de la información en el tiempo comprometido, se contratará a la M. C. Luz María Mera Ovando, quien cuenta con experiencia en la elaboración de informes académicos y de difusión, además de contar con una formación agrobiológica del tema. La Mtra. Mera se dedicará de tiempo completo a la lectura, análisis y archivo de los documentos obtenidos. Los avances de los resultados que se vayan obteniendo, serán revisados y discutidos por los integrantes del proyecto. Toda la información será catalogada y concentrada en el Instituto de Biología.



## DURACIÓN DEL PROYECTO.

El análisis de la información dará inicio al momento de la aprobación del proyecto. Mencionando que para la elaboración de la propuesta del proyecto se hizo una primera recopilación de información, misma que se incluye en el punto "d" del proyecto.

Se procederá al análisis y escritura de la primera propuesta del documento del primero al sexto mes. Enviándolo a revisión y considerando dos meses más al momento de recibir los comentarios y sugerencias de revisores externos para concluir la versión final. La duración del proyecto será de 8 meses.

## PROGRAMA DE TRABAJO (anexo2).

### PRODUCTO

Documento descriptivo y analítico que considere las diferentes hipótesis de los centros de origen y diversificación del maíz, incluyendo los comentarios de los autores. Preparación del artículo científico como un manuscrito para su publicación en un plazo no mayor a 12 meses.

### PRESUPUESTO DESGLOSADO

#### 1. HONORARIOS

Responsable del proyecto (Dr. Robert Bye Boettler), sobresueldo, \$2,600/mes/2 meses	5,200.00
1 técnico externo, búsqueda de documentación, análisis y síntesis (Luz Ma. Mera Ovando), nivel M en C, TC, sueldo 11,400/ mes/ 8	91,200.00 +IVA13,680.00
Pago único a asesores \$ 5,000 x 4	20,000.00 +IVA3,000.00
<b>SUBTOTAL</b>	<b>116,400.00</b> <b>+IVA16,680.00</b>

#### 2. VIÁTICOS Y VIAJES

1 viaje México-Washington D.C.-México, Boleto de avión clase económica \$5,850.00	5,850.00
1 estancias de 15 días en Raleigh, Carolina del Norte, para consulta de biblioteca y asesoría del Dr. Major Goodman. 1pers/15 días x \$2,100/día	31,500.00
3 días de viáticos en México, D.F. para asesores externos, 2pers/ 4 noches x \$950	7,600.00
9 días de viáticos en Estado de México para técnico 1 pers./10/ 350	3,150.00
11 días de viáticos en el D.F. para visitar diferentes instituciones de investigación en antropología y ciencias sociales. 1 investigador (J.A. Serratos) / 11 / 200	2,200.00
<b>SUBTOTAL</b>	<b>50,300.00</b>

3. EQUIPO

1 Computadora portátil Por la logística del mismo proyecto, donde se pretende hacer una recopilación bibliográfica lo más completa posible, incluyendo visitas a diferentes personas y lugares, se hace necesaria la compra de una computadora portátil que permita realizar el trabajo sin contratiempos.	12,120.00
<b>SUBTOTAL</b>	<b>12,120.00</b>

4. OTROS

Papel, disquetes y cartuchos de tinta.	3,500.00
Fotocopias de artículos que no son fácilmente obtenidos vía internet.	1,000.00
<b>SUBTOTAL</b>	<b>4,500.00</b>
SUMA DE SUBTOTALES	183,320.00
15% de IVA	16,680.00
<b>GRAN TOTAL</b>	<b>200,000.00</b>

PRESUPUESTO GLOBAL

1. Honorarios	116,400.00
2. Viáticos y viajes	50,300.00
3. Equipo	12,120.00
4. Otros	4,500.00
IVA	16,680.00
<b>TOTAL</b>	<b>200,000.00</b>

*Handwritten signatures and initials:*  
 [Signature] [Signature]  
 [Initials] [Initials]

ANEXO 2

CALENDARIO DE PAGOS Y DE ACTIVIDADES

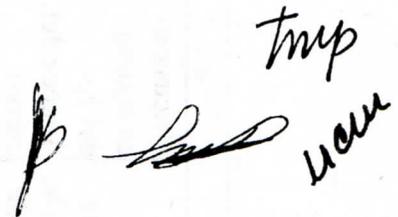
El "FONDO" cubrirá a la "UNAM" para la realización del proyecto objeto del presente Convenio, la cantidad de \$200,000.00 (doscientos mil pesos 00/100 M.N.) que incluye todos los gastos que se requieran para el mismo.

Dicha cantidad se pagará en 3 partidas correspondientes a:

\$90,000.00 (noventa mil pesos 00/100 M. N.) a la firma del convenio,

\$60,000.00 (sesenta mil pesos 00/100 M. N.) el 29 de febrero de 2008,

\$50,000.00 (cincuenta mil pesos 00/100 M. N.) a la entrega del informe final a satisfacción de la "CONABIO".

Handwritten signatures and initials in black ink. On the right, there are the initials 'tmp' and 'uam'. To the left, there are two more signatures, one of which appears to be 'p'.

(calendario de actividades al reverso)

ACTIVIDAD / MES		1	2	3	4	5	6	7	8
Revisión bibliográfica. Solicitud de revisión por internet de los últimos 7 años sobre el tema. Realizar las primeras consultas inter-bibliotecarias.	Solicitud de revisión por internet de los últimos 7 años sobre el tema.	Estancia en la Universidad de Carolina del Norte para contactar al Dr. Major Goodman de la Universidad de Carolina del Norte para hacer concentrado de información.	Discusión en equipo del 1er. Avance del escrito.	Discusión y revisión en equipo del borrador del documento final	<b>Primera entrega de la versión del documento completo a la CONABIO para revisión.</b>	Revisión y corrección del primer avance. Elaboración de correcciones y compendio de la segunda parte de la información	Entrega final del documento descriptivo y analítico que considere las diferentes hipótesis. Preparación del artículo científico.		
Visita UACh, Cimmyt, Colpos. Efectuar entrevistas a investigadores.	Visita UACh, Cimmyt, Colpos. Efectuar entrevistas a investigadores.	Continuar el análisis de bibliografía	Elaboración del primer avance de información.	Análisis de bibliografía.	Visita a los asesores, intercambio de ideas.	Propuesta de contenido del artículo a publicar en los próximos meses.			
Primera reunión de equipo de trabajo	Análisis y organización de información recabada.	Análisis y organización de la información conseguida.							
	Planeación de la estancia en EUA								

*mm*  
*[Signature]*  
*[Signature]*

ANEXO 3

TÉRMINOS DE REFERENCIA

1. La información obtenida en el proyecto se incorporará al Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB), y los datos estarán disponibles para consulta pública no restringida y en la página web de la Conabio.
2. La información que resulte de éste trabajo se entregará a la SEMARNAT y a la SAGARPA, para que contribuya a sustentar, en el marco de las atribuciones que les confiere el artículo 86 de la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados, la determinación de los centros de origen y de diversidad genética del maíz en nuestro país y las áreas geográficas donde se localizan.
3. En el informe final se deberá especificar claramente la forma en que se deben dar los créditos correspondientes por el uso de información resultado del proyecto, tomando en cuenta y respetando la propiedad intelectual de cada parte de la misma. Cualquier omisión o violación de derechos al respecto será atribuible al responsable del proyecto.
4. El informe de avance así como el informe final deberán estar firmados por el responsable del proyecto y por los asesores, doctores Tadeo Angel Kato Yamakake, José Antonio Serratos Hernández, Major Godman y Bruce Benz.
5. La UNAM y el responsable del proyecto se comprometen a entregar el informe de avance y el informe final, así como los resultados del proyecto, tres semanas antes de las fechas señaladas en el Calendario de actividades y pagos (Anexo 2) y en los meses indicados en el calendario de trabajo. El informe final deberá entregarse en archivo digital, como un documento completo que incluya un resumen, una breve introducción y antecedentes del proyecto, sus objetivos, los métodos usados, y un análisis detallado de los datos y resultados obtenidos, así como una discusión, conclusiones del trabajo y referencias bibliográficas.
6. La CONABIO podrá solicitar a la UNAM, una relación explícita de los gastos realizados así como copia de los comprobantes de dichos gastos, en cualquier momento durante el desarrollo del proyecto y hasta dos años después de aceptado el informe final del mismo.
7. El proyecto se llevará a cabo con el personal y de acuerdo con el presupuesto especificados en el Anexo 1; no se podrá hacer ningún cambio ni en el presupuesto, ni en los objetivos, ni en el programa de trabajo planteados en el proyecto aprobado, sin previa autorización por escrito de la CONABIO. La UNAM ejercerá el presupuesto tal y

*[Handwritten signatures and initials]*  
uau  
mp

X

como se establece en dicho acuerdo; cualquier cantidad que no se gaste de acuerdo a lo establecido deberá devolverse al FONDO.

8. Al término de los trabajos del proyecto, el equipo que para realizarlos adquirió la UNAM con recursos financieros establecidos en la Cláusula primera, quedará como propiedad exclusiva de la UNAM para uso del Jardín Botánico.
9. La UNAM se compromete a dar preferencia a la CONABIO para celebrar un convenio con objeto de editar el manuscrito, elaborado como resultado del proyecto, y de celebrarse seguirá las sugerencias que ésta haga respecto a formatos como tiraje, características de edición y editoriales. En caso de que no se celebre tal Convenio, la UNAM sólo deberá dar el crédito correspondiente a la CONABIO por el apoyo al estudio que le dio origen.
10. El responsable del proyecto se compromete a colaborar con la CONABIO en la elaboración de al menos un artículo, a partir de los resultados obtenidos en el proyecto.
11. El proyecto deberá concluirse y aportar la información señalada en el anexo 1, en un **plazo máximo de ocho meses.**

 *manu*  
 *tmp*

X