



# UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

CENTRO DE AGROFORESTERÍA PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE

**OPCIONES AGROFORESTALES PARA LOS PRODUCTORES DE PERA  
ESTUDIO DE CASO PARA LOS CULTIVOS DE PERA Y MAÍZ  
EN EL ESTADO DE MÉXICO**



**TESIS** DIRECCION ACADEMICA  
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES  
COMISION DE EXAMENES PROFESIONALES

Que como Requisito Parcial  
Para obtener el Grado de:

**MAESTRA EN CIENCIAS  
EN AGROFORESTERÍA PARA EL  
DESARROLLO SOSTENIBLE**



PRESENTA  
CONSUELO LÓPEZ REYNA

CHAPINGO, ESTADO DE MÉXICO, ENERO DEL 2000

93366

OPCIONES AGROFORESTALES PARA LOS PRODUCTORES DE PERA  
ESTUDIO DE CASO PARA LOS CULTIVOS DE PERA Y MAÍZ  
EN EL ESTADO DE MÉXICO

Tesis realizada por **Consuelo López Reyna** bajo la dirección del Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRA EN CIENCIAS EN AGROFORESTERÍA PARA EL DESARROLLO  
SOSTENIBLE



\_\_\_\_\_  
DIRECTOR: DR. JAIME SAHAGÚN CASTELLANOS



\_\_\_\_\_  
ASESOR: DR. LAKSMI REDDIAR KRISHNAMURTHY



\_\_\_\_\_  
ASESOR: M. C. GUSTAVO VELÁZQUEZ CARDELAS

OPCIONES AGROFORESTALES PARA LOS PRODUCTORES DE PERA  
ESTUDIO DE CASO PARA LOS CULTIVOS DE PERA Y MAÍZ  
EN EL ESTADO DE MÉXICO

El jurado que revisó y aprobó el examen de grado de **Consuelo López Reyna** autora de la presente tesis de Maestría en Ciencias en Agroforestería para el Desarrollo Sostenible. Estuvo constituido por:



**PRESIDENTE:** DR. JAIME SAHAGÚN CASTELLANOS



**ASESOR:** DR. LAKSMI REDDIAR KRISHNAMURTHY



**ASESOR:** M. C. GUSTAVO VELÁZQUEZ CARDELAS

## DEDICATORÍA

A la memoria de mi PADRE.....Felipe López Hernández, por haberme guiado por el camino del estudio y la superación. Para el mi eterno agradecimiento.

A la memoria de mis SUEGROS.....Isaias Flores Arciniega y Má. De la Luz Almaraz González, por su amor y sus enseñanzas durante los años compartidos, y por su entereza para afrontar los momentos más difíciles.

A MI MADRE.....Ma. De la Luz Reyna Guerrero, por compartir conmigo todos los esfuerzos y sacrificios para alcanzar las metas que me propongo, y por su gran amor a la vida. Para ella todo mi amor y que DIOS la bendiga siempre y le premie con salud.

A MI ESPOSO.....Roberto Flores Almaraz, por apoyarme siempre en mi desarrollo profesional, por ser un hombre ejemplar y por compartir conmigo ese gran proyecto de vida que es la FAMILIA. Para el mi admiración y que DIOS lo bendiga siempre.

A MIS HIJOS.....ROBERTO Y DIANA CARINA, por brindarme la oportunidad de sentir la vida en toda su magnitud, al despertar en mi los más hermosos sentimientos y por ser el motivo de un crecimiento constante. Para ellos todo mi amor y que DIOS los bendiga siempre y los guíe por el camino de la felicidad y la sabiduría.

A MIS HERMANOS.....Mario, Ma. del Carmen y Erasto, por su amor y apoyo para mi superación, por todos los momentos compartidos. Para cada uno de ellos mi especial reconocimiento, y que siempre encuentren motivos para estar felices.

A SILVANA PACHECO, por los momentos compartidos en los años de amistad y hermandad que nos une. A ella mi afecto y deseo de felicidad constante.

A MARTHITA CANO, compañera de estudios y amiga, por su invaluable apoyo durante toda la maestría y su calidez como persona. Para ella todo mi afecto y reconocimiento, y que la vida siempre le sonría.

A BLANCA LIMÓN, por su cálida y generosa amistad y por su apoyo incondicional como madre para compartir conmigo momentos críticos de mi investigación. Para ella mi más alto reconocimiento y gratitud, y que DIOS le recompense con felicidad.

AL Dr. ALBERTO PALACIOS, por ser parte importante en mi vida profesional, porque siempre me ha impulsado a seguir adelante. A el mi reconocimiento y gratitud.

## AGRADECIMIENTOS

Al Ing. Roberto Flores Almaraz por su incansable apoyo, asesoría y atinadas sugerencias, durante los momentos más difíciles de la presente tesis. Para el mi más sincero reconocimiento y gratitud.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el financiamiento otorgado para mis estudios de posgrado. Especialmente a la C.P. Rosario Godoy y al Sr. José Cuellar, por su trabajo profesional en apoyo a los estudiantes.

A la Universidad Autónoma Chapingo (UACH) por darme la oportunidad de seguir superándome. Particularmente a la Coordinación de Estudios de Postgrado a través de su Coordinador General Dr. Juan Antonio Leos Rodríguez y de su Secretaria Srita. Rocío Rodríguez Sosa, por sus apoyos incondicionales.

A la Coordinación de la Maestría en Ciencias en Agroforestería para el Desarrollo Sostenible. Particularmente al Dr. Hugo Ramírez Maldonado y a la Srita. Lolita Coronel Sánchez, por todos sus apoyos profesionales y por su Amistad.

Al Centro de Agroforestería para el Desarrollo Sostenible, por su apoyo financiero a través de la Subdirección de Investigación y Servicio, para poder realizar el trabajo de campo de la presente investigación. Especialmente al Dr. krishnamurthy y a la Secretaría Sra. Yildiz Almaraz.

Al Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), por facilitarme gentilmente la información sobre los Cultivos Intercalados en México y por darme la oportunidad de publicarlos por primera vez.

Al Dr. Jaime Sahagún Castellanos, director de mi Consejo particular, por sus valiosas revisiones y sugerencias durante el desarrollo de la investigación.

Al Dr. L. Krishnamurthy, por su valiosa asesoría en el desarrollo de la investigación y por su apoyo incondicional. Con especial agradecimiento.

Al M.C. Gustavo Velázquez Cardelas, por su amable y valiosa asesoría y por facilitarme sus variedades de maíz para esta investigación.

Al Departamento de Irrigación, particularmente al M.C. René Martínez por las facilidades otorgadas para desarrollar mi investigación en el Campo Experimental Tlapeaxco.

A la M.C. Martha Patricia Cano y al Prof. Carlos Cano, por su cálida amistad y su apoyo profesional en la culminación de la presente.

A la M.C. Elsa Cervera y al Dr. José Ma. Sálas, por su importante apoyo y orientación para definir mis estudios de Posgrado. A ellos muchas gracias.

Al personal del Campo Tlapeaxco, por todas las facilidades otorgadas para el desarrollo de mi investigación.

Especialmente a los Sres. Esteban Hernández Chávez y Gabriel Barrera Segundo, por su apoyo en el trabajo de campo y por su gran entusiasmo para realizar cada una de las actividades.

Al personal de la Biblioteca Central de la Universidad Autónoma Chapingo, por su cordial servicio. Especialmente, al Lic. Carlos A. Ruvalcaba Villanueva y a la Lic. Rosa Ma. Ojeda Trejo.

Al C. Programador Alberto Pérez Valencia, por su gentil apoyo profesional en lo correspondiente a imágenes.

A todos mis profesores y compañeros de Maestría, por formar parte en mi formación profesional y por todos los momentos compartidos. Especialmente a mis amigos Martha, Juan, Roberto, Guillermo y Ramiro.

A la Srita. Janet R. Velázquez González, por su gran apoyo en las actividades de la casa y el cuidado de mis hijos. A ella, mi mas grande reconocimiento.

# ÍNDICE

ÍNDICE DE CUADROS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2. REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>4</b>
<b>2.1. AGRICULTURA BASADA EN MONOCULTIVOS.....</b>	<b>4</b>
<b>2.2. CULTIVOS COMBINADOS.....</b>	<b>6</b>
2.2.1. CULTIVOS EN SECUENCIA.....	7
2.2.2. CULTIVOS ASOCIADOS.....	7
<b>2.3. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS CULTIVOS COMBINADOS.....</b>	<b>9</b>
2.3.1. VENTAJAS Y DESVENTAJAS FÍSICAS Y BIOLÓGICAS.....	10
2.3.2. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DESDE EL PUNTO DE VISTA ECONÓMICO.....	11
<b>2.4. LOS CULTIVOS COMBINADOS EN MÉXICO.....</b>	<b>12</b>
2.4.1. EL VII CENSO AGRICOLA-GANADERO EN MÉXICO, 1991.....	12
2.4.2. ESTADÍSTICAS DE LOS CULTIVOS INTERCALADOS.....	13
2.4.2.1. <i>CULTIVOS INTERCALADOS CUYO CULTIVO PRINCIPAL ES UN CULTIVO ANUAL.....</i>	<i>16</i>
2.4.2.2. <i>CULTIVOS INTERCALADOS CUYO CULTIVO PRINCIPAL ES UN PERENNE.....</i>	<i>24</i>
<b>2.5. AGROFORESTERÍA.....</b>	<b>34</b>
<b>2.6. CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS AGROFORESTALES (SAF).....</b>	<b>35</b>
2.6.1. CLASIFICACIÓN COMBE Y BUDOWSKI (1979).....	35
2.6.2. CLASIFICACIÓN OTS-CATIE (1986).....	36
2.6.3. CLASIFICACIÓN NAIR (1997).....	40
2.6.4. CLASIFICACIÓN YOUNG (1997).....	42

<b>2.7. COMBINACIONES DE CULTIVOS Y PLANTACIONES .....</b>	<b>45</b>
<b>2.8. PRINCIPALES CULTIVOS DE FRUTALES DE CLIMA TEMPLADO .....</b>	<b>55</b>
2.8.1. IMPORTANCIA EN MÉXICO.....	55
<b>2.9. CULTIVO DE PERA .....</b>	<b>58</b>
2.9.1. ANTECEDENTES GENERALES DEL CULTIVO DE PERA .....	58
2.9.2. CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS DEL PERAL (PYRUS L.).....	60
2.9.3. IMPORTANCIA MUNDIAL DE LA PERA .....	61
2.9.4. IMPORTANCIA NACIONAL DE LA PERA .....	64
2.9.5. IMPORTANCIA DE LA PERA EN EL ESTADO DE MÉXICO.....	69
<b>2.10. CULTIVO DE MAÍZ .....</b>	<b>72</b>
2.10.1. ANTECEDENTES GENERALES DEL CULTIVO DEL MAÍZ .....	72
2.10.2. CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS DEL MAÍZ .....	73
2.10.3. IMPORTANCIA SOCIOECONÓMICA DEL MAÍZ .....	75
2.10.4. IMPORTANCIA MUNDIAL DEL MAÍZ .....	76
2.10.5. IMPORTANCIA NACIONAL DEL MAÍZ .....	78
2.10.6. IMPORTANCIA DEL MAÍZ EN EL ESTADO DE MÉXICO.....	84
<b>3. OBJETIVOS .....</b>	<b>88</b>
<b>4. HIPÓTESIS.....</b>	<b>89</b>
<b>5. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>90</b>
<b>5.1. ÁREA EXPERIMENTAL .....</b>	<b>90</b>
5.1.1. LOCALIZACIÓN.....	90
5.1.2. GEOLOGÍA .....	90
5.1.3. HIDROGRAFÍA.....	90
5.1.4. CLIMA .....	91
5.1.5. VEGETACIÓN .....	91
5.1.6. SUELOS.....	91

<b>5.2. CARACTERÍSTICAS DE LA HUERTA DE PERA.....</b>	<b>92</b>
<b>5.3. CARACTERIZACIÓN DE LOS CULTIVOS DEL EXPERIMENTO .....</b>	<b>94</b>
5.3.1. PERA VARIEDAD KIEFFER .....	94
5.3.2. GENOTIPOS DE MAÍZ .....	95
<b>5.4. METODOLOGÍA.....</b>	<b>97</b>
5.4.1. DISEÑO DE TRATAMIENTOS.....	97
5.4.2. DISEÑO EXPERIMENTAL .....	100
5.4.3. UNIDADES EXPERIMENTALES.....	101
5.4.4. ALEATORIZACIÓN .....	101
5.4.5. VARIABLES A EVALUAR .....	104
5.4.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	104
5.4.7. ESTABLECIMIENTO Y CUIDADOS DEL EXPERIMENTO.....	105
<b>6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>106</b>
6.1. EFECTO DEL MAÍZ SOBRE EL RENDIMIENTO DEL PERAL.....	106
6.2. EFECTO DEL PERAL SOBRE EL RENDIMIENTO DEL MAÍZ.....	109
6.3. EFECTO DE LA CERCANÍA DEL PERAL A LOS SURCOS DE MAÍZ .....	112
6.4. ANÁLISIS DEL SISTEMA COMBINADO PERA-MAÍZ .....	115
<b>7. CONCLUSIONES .....</b>	<b>119</b>
<b>8. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>121</b>
<b>9. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>122</b>
<b>10. ANEXOS .....</b>	<b>126</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Superficie de labor y superficie cubierta con cultivos intercalados, por tipo de cultivo principal, ciclo agrícola, y entidad federativa. Miles de hectáreas. ....	15
Cuadro 2. Combinaciones de cultivos intercalados con cultivo principal anual, frecuencia y superficie sembrada a nivel nacional. ....	17
Cuadro 3. Relación de combinaciones de cultivos intercalados cuyo cultivo principal es un cultivo anual y la superficie ocupada en la República Mexicana, por zona económica y entidad federativa. ....	19
Cuadro 4. Combinaciones de cultivos intercalados con cultivo principal perenne, frecuencia y superficie sembrada a nivel nacional. ....	26
Cuadro 5. Relación de combinaciones de cultivos intercalados cuyo cultivo principal es un cultivo perenne y la superficie ocupada en la República Mexicana, por zona económica y entidad federativa. ....	27
Cuadro 6. Superficie cubierta por los cultivos intercalados en México, por zona económica y tipo de cultivo principal. ....	33
Cuadro 7. Clasificación de los sistemas agroforestales (Young, 1997) .....	44
Cuadro 8. Superficie y valor de cosecha de los frutales de clima templado y tropical-subtropical en México durante 1990. ....	56
Cuadro 9. Superficie cosechada y producción de peras en el mundo en 1997 Y 1998. ....	62
Cuadro 10. Superficie plantada con pera en la República Mexicana, por entidad federativa en el período 1988 - 1997. ....	66
Cuadro 11. Superficie cosechada de pera en los principales estados productores en el periodo 1988-1997. ....	67
Cuadro 12. Producción de pera en los principales estados productores en el periodo 1988-1997. ....	69
Cuadro 13. Superficie plantada de los cultivos frutales producidos en el estado de México de 1988 a 1997. ....	70
Cuadro 14. Superficie cosechada de los cultivos frutales producidos en el estado de México de 1988 a 1997 .....	71

Cuadro 15. Producción de los cultivos frutales cultivados en el estado de México de 1988 a 1997.....	72
Cuadro 16. Superficie cosechada y producción de los principales cereales en el mundo en 1998.....	76
Cuadro 17. Principales países productores de maíz en 1998.....	77
Cuadro 18. Superficie sembrada de los principales cultivos no frutales producidos en México en el periodo 1988-1997.....	78
Cuadro 19. Superficie cosechada de los principales cultivos no frutales producidos en México en el periodo 1988-1997.....	79
Cuadro 20. Producción de los principales cultivos no frutales producidos en México en el periodo 1988-1997.....	80
Cuadro 21. Superficie sembrada de maíz, total por estado en el periodo 1988-1997.....	81
Cuadro 22. Superficie cosechada de maíz, total por estado en el periodo 1988-1997.....	82
Cuadro 23. Producción de maíz, total por estado en el periodo 1988-1997.....	83
Cuadro 24. Superficie sembrada de los cultivos no-frutales producidos en el Estado de México de 1988 a 1997.....	84
Cuadro 25. Superficie cosechada de los cultivos no-frutales producidos en el estado de México de 1988 A 1997.....	86
Cuadro 26. Producción de los cultivos no-frutales producidos en es estado de México de 1988 a 1997.....	87
Cuadro 27. Relación de tratamientos resultantes al combinar dos variedades de maíz y su ubicación en las calles, con relación al peral.....	98
Cuadro 28. Relación de tratamientos resultantes al combinar dos variedades de maíz con pera en posible competencia completa o nula.....	98
Cuadro 29. Relación de tratamientos resultantes al combinar pera con las dos variedades de maíz, con igual posibilidad de competencia y los monocultivos correspondientes.....	100
Cuadro 30. Descripción de las unidades experimentales en relación a las hipótesis planteadas.....	102

Cuadro 31. Significancia de los cuadrados medios correspondientes a la evaluación del rendimiento de pera en ocho tipos de combinación con maíz y el monocultivo de pera.....	106
Cuadro.32. Comparación de medias de rendimiento de fruto/árbol .....	107
Cuadro 33. Significancia de los cuadrados medios correspondientes a la evaluación del rendimiento de dos variedades de maíz combinadas con pera y los monocultivos correspondientes. ....	110
Cuadro 34. Comparación de medias de rendimiento de maíz por parcela. ....	110
Cuadro 35. Combinaciones variedad de maíz, sistema de cultivo y posición del surco de maíz con respecto al árbol de pera.....	113
Cuadro 36. Significancia de los cuadrados medios correspondientes a la evaluación del rendimiento de los surcos de maíz con relación al efecto de la cercanía del peral. ....	114
Cuadro 37. Comparación de medias de rendimiento de maíz por surco.....	114
Cuadro 38. Valores de rendimiento por hectárea para los cultivos pera y maíz, bajo el sistema de Combinaciones de Cultivos y Plantaciones.....	116
Cuadro 39. Rendimientos medios de maíz obtenidos en combinación con pera y su relación con la densidad de población. ....	118

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Zonas Económicas de México. Tomada de Andrade et al., 1989.....	18
Figura 2. Clasificación de los sistemas agroforestales en función de sus componentes asociados.....	36
Figura 3. Clasificación de los sistemas agroforestales basados en el tipo de componentes. (Nair, 1997).....	42
Figura 4. Distribución de la producción mundial de pera 1998. ....	63
Figura 5. Huerta de pera bien establecida.....	65
Figura 6. Localización del Campo experimental Tlapeaxco .....	93
Figura 7. Pera variedad Kieffer .....	94
Figura 8. Maíz de porte alto (variedad H-153-E) .....	95
Figura 9. Maíz de porte bajo (variedad H-40).....	96
Figura 10. Cultivos Pera-Maíz bajo el Sistema Agroforestal Combinaciones de Cultivos y Plantaciones. Vista del Experimento en el Campo Experimental Tlapeaxco. Área de Frutales. ....	97
Figura 11. Ejemplo de unidad experimental seleccionada para evaluar el sistema de Combinación Pera-Maíz. ....	99
Figura 12. Distribución de unidades experimentales.....	103
Figura 13. Rendimientos promedio de pera en diferentes tipos de combinación con maíz. ....	108
Figura 14. Rendimientos de grano promedio de dos variedades de maíz en combinación con pera y en monocultivo. ....	111
Figura 15. Ubicación de los surcos de maíz con relación al árbol de pera.....	113

## RESUMEN

### OPCIONES AGROFORESTALES PARA LOS PRODUCTORES DE PERA ESTUDIO DE CASO PARA LOS CULTIVOS DE PERA Y MAÍZ EN EL ESTADO DE MÉXICO

López Reyna Consuelo  
(Bajo la dirección de J. Sahagún Castellanos)

La presente investigación se realizó en el Campo Experimental "Tlapeaxco", de la Universidad Autónoma Chapingo, ubicado a 1km. Al sur de la Universidad, situada en la región oriental del Valle de México. El objetivo fue evaluar el sistema agroforestal **Combinaciones de cultivos y plantaciones** en zona templada, utilizando la combinación pera (*Pyrus communis* L.) y maíz (*Zea mays* L.). Se sembró maíz en las calles entre las hileras de los árboles de pera. Se evaluó el efecto en rendimiento de un cultivo sobre el otro en el sistema combinación Pera-Maíz; se estudió la combinación con dos variedades de maíz: Porte alto (H-153-E) y porte bajo (H-40); y se evaluó el rendimiento de maíz por surco para estudiar el efecto de su cercanía del árbol. Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar generalizado con cinco bloques. Se encontró que el peral rinde lo mismo, estadísticamente ( $\alpha \leq 0.01$ ) en monocultivo que en combinación con maíz. El efecto del peral sobre el rendimiento del maíz indicó que hay una alta significancia estadística, que está relacionada con la variedad de maíz; la variedad de porte alto siempre superó estadísticamente a la de porte bajo, resultó mejor para combinarla con el frutal y su rendimiento es alrededor de un 55% mayor que el de la variedad de porte bajo. En el sistema combinado no hay diferencia estadística significativa entre el rendimiento del surco más cercano al frutal y el del más alejado. El sistema combinado Pera-Maíz fue más eficiente en comparación a los monocultivos, al no verse afectado estadísticamente el rendimiento de un cultivo por la presencia del otro. Se obtuvo como ganancia, adicional al frutal, la producida por el cultivo de maíz.

**Palabras clave:** *Pyrus communis* L., *Zea mays* L., Combinaciones de cultivos y plantaciones, rendimiento.

## ABSTRACT

### AGROFORESTRY OPTIONS FOR PEAR PRODUCERS CASE STUDY FOR PEAR AND MAIZE CULTIVARS IN THE STATE OF MEXICO

López Reyna Consuelo

(Bajo la dirección de J. Sahagún Castellanos)

This study was carried out in the "Tlapeaxco" Experimental Field of the Autonomous Chapingo University. The field is situated on the southern side of the university which is located on the eastern region of the Mexico Valley. The purpose was to evaluate the agroforestry system **Combinations of crops and plantations** in a temperate zone, utilizing the combination pear (*Pyrus communis* L.) and maize (*Zea mays* L.). Maize was sown in the alleys among the rows of pear trees. Effect in yielding of a crop upon another crop in the Pear-Maize combination system was evaluated. The combination was studied with two maize varieties: Porte alto (H-153-E) and Porte bajo (H-40); and maize yielding by row was evaluated in order to study the effect of the pear tree proximity. An experiment desing of complete blocks at random was utilized, generalized with five blocks. It was found that the pear tree yields the same amount, statistically ( $\alpha \leq 0.01$ ) in monocrops than in combination with maize. The effect of the pear tree on maize yield indicated that there is a high statistical significance which is related with the maize variety; the porte alto variety always surpassed statistically the porte bajo variety, it was better to be combined with the fruit tree and its yield is around 55% greater than the porte bajo variety. In the combined system there is no significant statistical difference between the yielding of the closest row to the fruit tree and that of the farthest row. The Pear-Maize combined system was more efficient in comparison to monocrops because the yield of a crop is not affected statistically by the presence of another crop. It was obtained as a profit, in addition to the fruit tree, the profit produced by the maize crop.

Key words: *Pyrus communis* L., *Zea Mays* L., Combinations of crops and plantations, yield.

# 1. INTRODUCCIÓN

Las prácticas agrosilvícolas en México, específicamente en zonas templadas y frías, son escasas a pesar de que éstas se realizaban desde el florecimiento del Imperio Azteca. Aun es posible ver cultivos de nopal (*Opuntia spp*) y maguey (*Agave sp.*) combinados con árboles frutales y forestales en algunas zonas de lomerío de la cuenca del valle de México. Esto da una idea de la antigüedad de las prácticas agroforestales en México (Asteinza, 1985, citado por Duarte, 1992).

En México, el agricultor de escasos recursos o pequeño agricultor siembra algunos cultivos combinados como un sistema de explotación integral para aprovechar mejor los recursos de tierra y agua. Se practica diferentes tipos de combinaciones como son: maíz (*Zea mays L.*)-frijol (*Phaseolus vulgaris*), maíz-haba (*Vicia faba*), maíz-frijol-calabaza (*Cucurbita spp*), cacahuete (*Arachis hypogaea L.*)-maíz, cacahuete-ajonjolí (*Sesamum indicum*), entre otros, como alternativa para aumentar la eficiencia de la producción agrícola (Vázquez, 1989).

Por otra parte, los frutales juegan un papel importante en este sistema de explotación, ya que se considera que en la mayor parte del país, la fruticultura es una actividad que se combina con la producción de otros cultivos, como son:

maíz, frijol, haba, soya (*Glycine max* L.), alfalfa (*Medicago sativa*), papa (*Solanum tuberosum*), piña (*Ananas comosus*), entre otros (Maldonado, 1989). Particularmente, en la zona centro del país, existen combinaciones de árboles frutales de clima templado como la pera (*Pyrus communis* L), ciruela (*Spondias spp*), durazno (*Prunus persica* L.), manzana (*Malus pumila* Mill) con otros cultivos agrícolas de ciclo corto como el maíz, frijol, trigo (*Triticum sativum*), haba, alfalfa, etc., los cuales han sido una práctica tradicional para eficientizar el uso de la tierra. A pesar de la importancia que tienen este tipo de frutales y su interacción con los cultivos anuales, la información sobre rendimiento de ambos cultivos es restringida. De particular importancia en este contexto es el rendimiento del maíz cultivado entre las hileras del peral y el rendimiento del peral, el cual poco se ha estudiado en México, a pesar de su importancia en algunas regiones, como monocultivo y como cultivo combinado con cultivos agrícolas, encontrándose combinaciones de pera-maíz-haba, pera-maíz, pera-frijol, pera-haba, pera-alfalfa (Duarte, 1992; López *et al.*, 1997).

La producción de pera en nuestro país se hace mediante una fruticultura llamada de traspatio o de lindero o en pequeñas huertas (ASERCA, 1996; Cruz, 1997 (Comunicación personal)<sup>1</sup>). En estas condiciones el cultivo de este fruto sirve para complementar la economía de los productores durante el tiempo en

---

<sup>1</sup> M. C. Pablo Cruz Hernández. Profesor-Investigador del Departamento de Fitotécnia (Fruticultura). Universidad Autónoma Chapingo. México.

que los productos de ciclo corto (en su mayoría granos) están en etapa de desarrollo. La combinación del frutal con un cultivo agrícola hace posible obtener dos productos que contribuyen directamente a la complementación socioeconómica de los productores, ya que éstos obtienen un producto de autoconsumo (maíz) y un producto que se puede comercializar (pera).

El estudio de la combinación de cultivos permite identificar algunas de las ventajas de las técnicas agroforestales. Es por ello que este estudio tuvo como objetivo principal, evaluar el sistema agroforestal **combinaciones de cultivos y plantaciones** en zona templada, utilizando la variedad de pera Kieffer y las variedades de maíz H-153-E y H-40 con base en su productividad.

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. AGRICULTURA BASADA EN MONOCULTIVOS

De acuerdo con Márquez (1977), el monocultivo significa que en un área agrícola, o al menos en la mayor parte, se siembra siempre el mismo cultivo, año tras año en la estación de crecimiento. Por razones sociales, el monocultivo anual resulta fundamental para algunas especies cultivadas. Éstas se explican bien para el caso de algunos cultivos como es el caso del monocultivo del maíz, que es un imperativo social porque en donde se practica prevalece una agricultura de subsistencia en su mayor parte; por lo que el campesino está obligado a sembrar algo que le garantice su alimentación familiar.

La agricultura de monocultivo ha presentado desde siempre, serios riesgos, tanto desde el punto de vista económico como ecológico. Económicamente, en una economía no planificada, el monocultivo hace una región fuertemente dependiente de las fluctuaciones del mercado, ya sea nacional o internacional, pues los campesinos y agricultores no tienen otras alternativas de comercialización cuando el precio es desfavorable. Por otra parte, ecológicamente, existe el riesgo inherente a la siembra de un solo cultivo en grandes áreas agrícolas, donde pueden propagarse más fácilmente los parásitos de las plantas cultivadas, pues la constante presencia de las mismas

especies permite la continua reproducción de éstos, al presentarse los ciclos reproductivos prácticamente ininterrumpidamente (Márquez, 1977). Sin embargo, el sistema en monocultivo tiene una ventaja principal, que es el grado de perfeccionamiento al que se puede llegar en su realización tanto en aspectos técnicos como comerciales, haciendo un uso más eficiente de los recursos físicos y humanos.

Bajo este contexto, se ha desarrollado una agricultura de monocultivos intensivos, propia para productores comerciales, que poseen grandes extensiones de tierra, la mayor parte con riego, amplias posibilidades de adquisición de insumos y con un buen apoyo tecnológico, lo que se le ha denominado *monocultivo comercial*. Este tipo de agricultura no ha beneficiado eficientemente a la mayor parte de los campesinos que practican una agricultura de subsistencia principalmente, ha contribuido a la degradación ecológica, y ha generado una limitada participación de los campesinos con terrenos marginales.

En base a lo anterior y en busca de mejores opciones para los campesinos que viven de una agricultura de subsistencia principalmente, misma que Márquez (1977), clasificó con el 52%, la agricultura tradicional con 41% y la moderna con el 7% del nacional, y si consideramos que de acuerdo con éste autor, desde tiempo a tras, se han cultivado bajo un sistema combinado dos de los principales cultivos básicos como son el maíz y el frijol, ocupando el 57, 8% del

total del área dedicada a esos cultivos, lo cual refleja la importancia que siempre han tenido los cultivos combinados dentro de la agricultura mexicana. De tal forma que, para una agricultura de subsistencia y con una producción de autoconsumo básicamente, los cultivos combinados son una alternativa viable.

## **2.2. CULTIVOS COMBINADOS**

Los cultivos combinados han sido definidos y clasificados por diversos autores, que también los han denominado múltiples, multicultivos, policultivos, cultivos intercalados y más recientemente, es lo que viene a ser la agroforestería cuando se involucra un cultivo perenne. Sin embargo, el tema será manejado bajo el concepto de cultivos combinados.

Andrews y Kassam (1976) definen los cultivos combinados o múltiples como un conjunto de prácticas a través de las que, la producción total por unidad de superficie por año se obtiene del desarrollo simultáneo de dos o más cultivos en el mismo terreno.

Márquez (1977b) define a los multicultivos o cultivos combinados como agroecosistemas en los que dentro de la misma parcela o lote se siembra dos o más cultivos, coexistiendo en alguna forma regular o irregular, o en una mezcla completa. El mismo autor los ubica como contraparte de los unicultivos en el eje

espacio, de acuerdo con su clasificación tecnológica de los agroecosistemas (según espacio y tiempo).

Andrews y Kassam (1976) clasifican los cultivos combinados o múltiples en dos grandes grupos, que son ***cultivos en secuencia*** y ***cultivos asociados***.

#### 2.2.1. CULTIVOS EN SECUENCIA

Se definen como el desarrollo de dos o más cultivos en secuencia en el mismo terreno en un año. La siembra del segundo cultivo se realiza después de haber cosechado el primero y así sucesivamente. La intensificación del cultivo es sólo en la dimensión tiempo. No hay competencia entre cultivos. El agricultor sólo maneja un cultivo a la vez en el mismo terreno. Las formas más comunes son:

- a) Cultivos dobles. Crecimiento secuencial de dos cultivos al año.
- b) Cultivos triples. Crecimiento secuencial de tres cultivos al año.
- c) Cultivos cuádruples. Crecimiento secuencias de cuatro cultivos al año.

#### 2.2.2. CULTIVOS ASOCIADOS

Se definen como el desarrollo de dos o más cultivos simultáneamente en el mismo terreno. El cultivo es intensivo en la dimensión tiempo y espacio. Hay competencia entre los cultivos durante parte o todo el ciclo de crecimiento de los mismos. El agricultor maneja más de un cultivo a la vez en el mismo terreno. Los grupos principales son:

- a). *Cultivos asociados mezclados*. El desarrollo de dos o más cultivos simultáneamente sin un arreglo en hileras establecido.
- b). *Cultivos asociados en hileras*. El desarrollo de dos o más cultivos simultáneamente, donde uno o más cultivos se establecen en hileras.
- c). *Cultivos asociados en fajas*. El desarrollo de dos o más cultivos. Simultáneamente en fajas diferentes, lo suficientemente anchas para permitir su cultivo independiente pero suficientemente angostas para que los cultivos interactúen agronómicamente.
- d). *Cultivos asociados en relevo*. El desarrollo de dos o más cultivos simultáneamente durante parte del ciclo de vida de cada uno. El segundo cultivo se establece después de que el primero ha alcanzado su etapa de crecimiento reproductivo pero antes de que esté listo para la cosecha.

Otra descripción acerca de los cultivos múltiples más actualizada, es la de Krishnamurthy *et al.*, (1984). que dice "Cultivos múltiples es un término descriptivo general que incluye varios tipos de producción agrícola tales como: cultivos secuenciados, "Ratoon cropping" (por ejemplo los cultivos de caña de azúcar, plátano, etc) y cultivos asociados de varios tipos (mezclados, intercalados, en franjas, etc.). De éstos varios tipos de cultivos múltiples, los cultivos asociados representan la práctica más común. La asociación de cultivos denota aquí la práctica en la cual dos o más cultivos crecen simultáneamente en la misma unidad de tierra. El uso moderno del término "Intercropping" hace referencia al sistema de producción de alimentos donde la

competencia entre cultivos se da durante todo o parte del período de crecimiento, sin tomar en cuenta su arreglo espacial. El término "Asociación de cultivos" es usado como sinónimo de "Intercropping" e incluye tanto a los cultivos intercalados (Mixed cropping) como a los asociados (Row intercropping)".

### **2.3. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS CULTIVOS COMBINADOS**

Es importante señalar que una de las principales razones por las que los agricultores eligen los sistemas de cultivos combinados, es que con ellos frecuentemente obtienen mayores rendimientos en una unidad de área, que si la destinaran a establecer unicultivos (Liebman, 1987, citado por Flores, 1992).

Además de las ventajas en el rendimiento y los consecuentes beneficios económicos, de este tipo de cultivos, también se le atribuye una serie de propiedades que se resumen en : Reducción de riesgo de fracaso del cultivo, baja variabilidad del rendimiento entre un ciclo de cultivo y otro, presentan patrones diferenciales de crecimiento y consecuentemente una uniforme distribución de las labores en el tiempo, se obtiene una menor susceptibilidad a plagas, enfermedades y malezas, se logra una mejor calidad en los productos agrícolas y se asegura un ingreso sostenido y disponible en aquellos casos donde los cultivos destinados al consumo alimenticio se mezclan con cultivos de valor económico (Krishnamurthy *et al.*, 1984).

### 2.3.1. VENTAJAS Y DESVENTAJAS FÍSICAS Y BIOLÓGICAS

Gliessman (1971) señala que los cultivos múltiples presentan ciertas ventajas y algunas desventajas físicas y biológicas.

#### **Ventajas**

- a) El suelo es usado de modo más eficiente en su espacio vertical y horizontal por los sistemas radicales.
- b) Los nutrimentos son extraídos de las partes profundas hacia la superficie mediante la asociación de árboles o arbustos con herbáceas.
- c) Mayor retorno de materia orgánica al suelo.
- d) Mejor adaptación a los ambientes cambiantes.
- e) Disminución en la evaporación del agua de la superficie del suelo.
- f) Aumento de la actividad microbiana del suelo.
- g) Protección contra la erosión.
- h) Mayor eficiencia en la absorción de fertilizantes.
- i) Control físico de malezas.
- j) Aporte de nutrimentos de algunas plantas.

#### **Desventajas**

- a) Posible competencia entre cultivos por luz, agua y nutrimentos principalmente.
- b) Sobreextracción de nutrimentos.
- c) Dificultad para la mecanización de las labores y cosecha del cultivo.
- d) Incremento en la pérdida de agua por transpiración.
- e) Daños mecánicos causados por la caída de hojas, ramas, frutos y goteo del componente más alto sobre el pequeño.

### 2.3.2. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DESDE EL PUNTO DE VISTA ECONÓMICO

Desde el punto de vista económico, Gliessman (1971) señala algunas ventajas y desventajas de los sistemas de cultivo múltiple sobre el monocultivo.

#### **Ventajas**

- a) El agricultor cuenta con varios cultivos, de manera que las fluctuaciones de precio y mercado, los siniestros de clima, plagas y enfermedades o altas producciones no afecten drásticamente la economía del productor.
- b) Son variados los productos útiles que obtiene (leña, miel, material para construcción y autoconsumo), reduciendo la dependencia del exterior e incrementando la calidad de la dieta del campesino.
- c) Mayor flexibilidad en la distribución del trabajo durante el año.
- d) Uso de mano de obra en regiones con alto desempleo, sobre todo de tipo familiar.
- e) Es posible recuperar la inversión en menor tiempo, especialmente en producción combinada de perennes (frutales) con cultivos agrícolas de ciclo corto.
- f) Se promueve actividades interdisciplinarias dentro del grupo o comunidad.
- g) Disponibilidad de cosecha en un período más largo.
- h) Promueve el regreso del agricultor a la tierra al permanecer más en ella.

## Desventajas

- a) En ciertos casos los rendimientos pueden ser bajos, sólo obteniéndose producción a nivel de subsistencia.
- b) En general, el sistema de explotación múltiple requiere mayor mano de obra.
- c) En ciertos casos puede resultar económicamente ineficiente, debido a la complejidad de las actividades que lo hacen funcional.
- d) Su aceptación puede ser difícil por contravenir un sistema social, económico y político preestablecido.

## 2.4. LOS CULTIVOS COMBINADOS EN MÉXICO<sup>2</sup>

### 2.4.1. EL VII CENSO AGRÍCOLA-GANADERO EN MÉXICO, 1991.

En este apartado se presenta información proporcionada por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) (INEGI, 1999), correspondiente al VII Censo Agrícola–Ganadero llevado a cabo en México en 1991, el cual recogió información relacionada con las especies agrícolas producidas en sistemas de cultivos combinados, bajo la denominación genérica de "**cultivos intercalados**", definida como *"Las especies anuales o perennes que se encuentran compartiendo un mismo terreno con otros cultivos anuales o*

---

<sup>2</sup> Esta información fue proporcionada a la autora de la presente tesis directamente por la Dirección General de Estadística del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática para su utilización. Cabe aclarar que la información de este apartado no había sido publicada anteriormente por esa institución, por lo que el manejo de los datos es responsabilidad de la autora.

*perennes. Pueden estar sembrados mezclados o asociados en el mismo terreno" (INEGI, 1999).*

La información captada en el censo sólo se refiere al nombre de los cultivos intercalados y a la superficie ocupada.

El diseño conceptual del censo agropecuario, también incluye las siguientes definiciones: "**Cultivos anuales**", *son las especies vegetales agrícolas cuyo período de siembra hasta la cosecha es menor o igual a un año*, "**Cultivos perennes**", *son las especies vegetales agrícolas o plantaciones cuyo ciclo vegetativo es mayor de un año.*

#### 2.4.2. ESTADÍSTICAS DE LOS CULTIVOS INTERCALADOS

De acuerdo a INEGI (1999), el Censo Agropecuario efectuado en 1991 revela que la superficie ocupada por cultivos intercalados en México es de 1, 606, 841 ha, resultantes de 1,020,853 ha en sistemas con cultivo principal anual en el ciclo de Primavera-Verano; 119,721 ha en sistemas con cultivo principal anual en el ciclo Otoño-Invierno y de 466,267 ha en sistemas cuyo cultivo principal es perenne (Cuadro 1). En todos los estados de la República Mexicana se practican los cultivos intercalados, destacando Chiapas, San Luis Potosí, Veracruz, Oaxaca, Puebla y Guerrero con más de 100,000 ha cada uno, y que en conjunto constituyen el 55% de la superficie total nacional con cultivos

intercalados. Sin embargo, por su importancia relativa en cada entidad, medida como la proporción de la superficie manejada con cultivos intercalados en relación a la superficie de labor, destacan los estados de Querétaro, San Luis Potosí, Quintana Roo, Colima, Guerrero, Puebla y Chiapas, que destinan el 18.1%, 14.4%, 14%, 10.6%, 10%, 9.9% y 9.1%, respectivamente, de su superficie de labor a cultivos intercalados. En el diseño conceptual del censo, la superficie de labor comprende *la superficie destinada para cultivos, independientemente de que se haya realizado o no la siembra o plantación en el año agrícola 1990/91; así como las tierras que no fueron sembradas por diferentes motivos y aquellas otras que tienen pastos naturales, agostadero o están enmontadas y que fueron sembradas por lo menos una vez en los últimos cinco años (INEGI, 1994)*. A nivel nacional, la superficie ocupada por cultivos intercalados en el año agrícola que comprendió el censo, constituye el 5.17% de la superficie de labor (Cuadro 1).

**Cuadro 1. Superficie de labor y superficie cubierta con cultivos intercalados, por tipo de cultivo principal, ciclo agrícola, y entidad federativa. Miles de hectáreas.**

Entidad Federativa	Superficie de Labor (A)	Superficie cubierta con Cultivos Intercalados (ha x 1000)				TOTAL (B)	B/A %
		Cultivo Principal					
		Anual			Perenne		
		Ciclo P-V	Ciclo O-I	Total	Total		
<b>Total Nacional</b>	<b>31,104.45-1</b>	<b>1,020.853</b>	<b>119.721</b>	<b>1,140.574</b>	<b>466.267</b>	<b>1,606.841</b>	<b>5.17</b>
Chiapas	2,477.571	122.768	20.745	143.512	82.770	226.282	9.13
San Luis Potosí	1,132.707	137.982	8.411	146.393	17.478	163.871	14.47
Veracruz	3,147.246	39.826	14.867	54.693	96.828	151.522	4.81
Oaxaca	1,486.768	78.031	8.496	86.527	36.679	123.206	8.29
Puebla	1,119.056	75.436	4.227	79.664	31.798	111.461	9.96
Guerrero	1,096.851	74.808	4.452	79.260	31.003	110.263	10.05
Tabasco	1,113.975	8.295	5.483	13.778	63.251	77.029	6.91
Michoacán	1,372.077	44.099	5.602	49.701	13.607	63.308	4.61
Yucatán	805.821	51.536	2.548	54.083	7.277	61.361	7.61
Hidalgo	656.942	46.253	4.089	50.342	7.784	58.127	8.85
Zacatecas	1,351.224	55.904	0.746	56.649	0.830	57.479	4.25
Jalisco	1,721.154	37.821	3.143	40.964	5.800	46.763	2.72
Querétaro	254.110	44.118	0.031	44.149	1.998	46.147	18.16
México	732.732	34.422	1.208	35.630	5.465	41.095	5.61
Campeche	768.583	24.642	4.178	28.820	8.272	37.093	4.83
Quintana Roo	257.650	29.688	2.466	32.154	4.149	36.303	14.09
Sinaloa	1,349.113	16.386	9.748	26.134	3.317	29.451	2.18
Colima	220.894	1.146	0.488	1.633	21.739	23.372	10.58
Nuevo León	899.650	17.728	1.537	19.266	4.048	23.313	2.59
Tamaulipas	2,381.583	16.762	4.102	20.864	1.507	22.371	0.94
Nayarit	469.159	5.346	7.673	13.019	5.283	18.302	3.90
Guanajuato	1,170.760	16.778	0.639	17.418	0.242	17.660	1.51
Durango	848.838	10.695	0.094	10.789	2.488	13.277	1.56
Morelos	162.860	6.115	0.751	6.865	2.772	9.637	5.92
Chihuahua	1,479.750	7.306	0.099	7.406	2.121	9.527	0.64
Coahuila	533.874	4.830	0.458	5.288	3.630	8.918	1.67
Sonora	1,308.932	3.151	2.420	5.571	1.612	7.182	0.55
Tlaxcala	199.227	3.803	0.126	3.929	1.112	5.041	2.53
Aguascalientes	159.174	2.633	0.236	2.869	0.287	3.156	1.98
Baja California	303.660	1.006	0.421	1.427	0.540	1.967	0.65
Distrito Federal	23.279	1.407	0.071	1.478	0.053	1.531	6.57
Baja California Sur	99.230	0.133	0.166	0.300	0.528	0.827	0.83

FUENTE: Elaborado en base a INEGI, 1994 e INEGI, 1999.

2.4.2.1. *CULTIVOS INTERCALADOS CUYO CULTIVO PRINCIPAL ES UN CULTIVO ANUAL*

INEGI (1999) reporta que dentro de los sistemas de cultivos intercalados cuyo cultivo principal es anual, destacan aquellos en los que el cultivo principal es el maíz, el frijol, la cebada, el trigo, el sorgo, la soya, el algodón, el cártamo o el arroz; con una superficie de 1,112,000 ha, 6,527 ha, 5,179 ha, 1,427 ha, 1,400 ha, 814 ha, 347 ha, 257 ha, y 236 ha respectivamente, considerando ambos ciclos de cultivo, Primavera-Verano y Otoño-Invierno. Adicionalmente reporta 12,282 ha cubiertas con otros cultivos principales anuales (anual - anual). De acuerdo a estas cifras, el maíz ocupa el primer lugar con un 97.5% del total de la superficie nacional con cultivos intercalados cuyo componente principal es un cultivo anual (Cuadro 2).

De las 1,112,000 ha cultivadas bajo sistemas intercalados con el maíz como cultivo principal, destacan las combinaciones Maíz-Frijol con 732,221 ha y Maíz-Frijol-Calabaza, con 101,351 ha, cubriendo el 64.2% y el 8.9%, respectivamente, de la superficie total nacional con cultivos intercalados cuyo componente principal es un cultivo anual.

**Cuadro 2. Combinaciones de cultivos intercalados con cultivo principal anual, frecuencia y superficie sembrada a nivel nacional.**

Cultivo Principal	Combinación	Frecuencia	Superficie (ha)	Porcentaje
Algodón	Algodón – Frijol	28	132.450	0.012
	Algodón – Sorgo	*	66.500	0.006
	Algodón – Soya	3	41.000	0.003
	Algodón – Trigo	*	64.000	0.005
	Algodón – Otro Anual	8	43.930	0.004
	Total	39	347.880	0.030
Arroz	Arroz – Frijol	46	44.190	0.004
	Arroz – Sorgo	*	102.000	0.009
	Arroz – Soya		0.500	-
	Arroz - Otro Anual	43	89.520	0.008
	Total	89	236.210	0.021
Cártamo	Cártamo – Frijol	3	46.250	0.004
	Cártamo – Sorgo	*	37.500	0.003
	Cártamo – Soya		10.000	-
	Cártamo – Trigo	*	12.500	0.001
	Cártamo – Otro Anual	3	151.500	0.013
	Total	6	257.750	0.022
Cebada	Cebada – Frijol	43	193.940	0.017
	Cebada – Sorgo	*	409.000	0.036
	Cebada – Trigo	99	872.745	0.076
	Cebada – Otro Anual	473	3,704.254	0.325
	Total	615	5,179.939	0.454
Frijol	Frijol – Sorgo	69	627.350	0.055
	Frijol – Soya	3	8.050	-
	Frijol – Trigo	86	277.330	0.024
	Frijol - Otro Anual	3,600	5,614.387	0.492
	Total	3,758	6,527.117	0.572
Maíz	Maíz – Algodón	52	395.080	0.034
	Maíz – Arroz	701	1,545.836	0.135
	Maíz – Cártamo	6	53.000	0.005
	Maíz – Cebada	421	1,520.460	0.133
	Maíz – Frijol	355,495	732,221.927	64.197
	Maíz - Frijol - Calabaza	38,112	101,351.138	8.886
	Maíz - Frijol - Chile Verde	910	2,080.978	0.182
	Maíz - Frijol - Otro Anual	68	122.370	0.011
	Maíz – Sorgo	1,418	10,860.749	0.952
	Maíz – Soya	32	622.530	0.054
	Maíz – Trigo	473	1,674.687	0.147
	Maíz - Otro Anual	103,857	259,551.750	22.756
	Total	501,545	1,112,000.505	97.494
	Sorgo	Sorgo – Soya	3	173.620
Sorgo – Trigo		6	87.000	0.007
Sorgo - Otro Anual		107	1,140.315	0.100
Total		116	1,400.935	0.123
Soya	Soya – Trigo	*	19.000	0.001
	Soya - Otro Anual	6	795.000	0.069
	Total	6	814.000	0.071
Trigo	Trigo - Otro Anual	306	1,427.141	0.125
Otro Anual	Otro Anual – Otro Anual	7,313	12,382.610	1.085
<b>Total</b>	<b>Cultivo Principal Anual</b>	<b>513,793</b>	<b>1,140,574.087</b>	<b>100.000</b>

Elaborado en base a INEGI, 1999.

En la Figura 1 se presenta un mapa de las zonas económicas de la República Mexicana. En el Cuadro 3 se presenta la relación de combinaciones de cultivos intercalados y la superficie que ocupan por zona económica y entidad federativa. Las combinaciones más importantes arriba mencionadas, Maíz-Frijol y Maíz-Frijol-Calabaza, se practican en todos los Estados del país.



Figura 1. Zonas Económicas de México. Tomada de Andrade *et al.*, 1989.

**Cuadro 3. Relación de combinaciones de cultivos intercalados cuyo cultivo principal es un cultivo anual y la superficie ocupada en la República Mexicana, por zona económica y entidad federativa.**

COMBINACIÓN / ZONA E.	SUPERFICIE (ha)	ENTIDAD FEDERATIVA (*) - SUPERFICIE (ha)
<b>ALGODON-FRIJOL</b>		
NOROESTE	94.500	SIN: 94.500
NORTE	37.950	COAH: 29.950; CHIH: 8.000
<b>ALGODON-SORGO</b>		
NORTE	5.500	CHIH: 4.000; DGO: 1.500
NORESTE	61.000	TAMP: 61.000
<b>ALGODON-SOYA</b>		
NOROESTE	41.000	SON: 41.000
NORTE	0.000	CHIH: 0.000
<b>ALGODON-TRIGO</b>		
NOROESTE	44.000	SIN: 19.000; SON: 25.000
NORTE	20.000	CHIH: 20.000
<b>ALGODON-OTRO ANUAL</b>		
NOROESTE	14.000	B.C.S.: 6.000; SIN: 8.000
NORTE	28.930	COAH: 9.930; CHIH: 19.000
PACIFICO SUR	1.000	CHIS: 1.000
<b>ARROZ-FRIJOL</b>		
NORTE	0.040	S.L.P.: 0.040
CENTRO SUR	1.150	MEX: 0.450; MOR: 0.700
GOLFO	13.000	TAB: 3.500; VER: 9.500
PACIFICO SUR	29.000	CHIS: 26.500; GRO: 2.500
PENINSULA DE YUCATAN	1.000	CAMP: 1.000
<b>ARROZ-SORGO</b>		
CENTRO OCCIDENTE	10.000	MICH: 10.000
CENTRO SUR	2.000	MEX: 2.000
PENINSULA DE YUCATAN	90.000	CAMP: 90.000
<b>ARROZ-SOYA</b>		
PACIFICO SUR	0.500	CHIS: 0.500
<b>ARROZ-OTRO ANUAL</b>		
CENTRO OCCIDENTE	41.000	COL: 40.000; MICH: 1.000
CENTRO SUR	1.700	MOR: 1.700
GOLFO	27.160	TAB: 10.250; VER: 16.910
PACIFICO SUR	19.160	CHIS: 9.410; GRO: 7.000; OAX: 2.750
PENINSULA DE YUCATAN	0.500	Q ROO: 0.500
<b>CARTAMO-FRIJOL</b>		
NOROESTE	46.000	NAY: 20.000; SIN: 20.000; SON: 6.000
NORESTE	0.250	TAMP: 0.250
<b>CARTAMO-SORGO</b>		
NOROESTE	37.500	SIN: 5.500; SON: 32.000
<b>CARTAMO-SOYA</b>		
NOROESTE	10.000	SIN: 10.000
<b>CARTAMO-TRIGO</b>		
NOROESTE	9.000	SON: 9.000
CENTRO OCCIDENTE	3.500	JAL: 3.500
<b>CARTAMO-OTRO ANUAL</b>		
NOROESTE	136.000	SIN: 28.000; SON: 108.000
CENTRO OCCIDENTE	15.500	JAL: 3.500; MICH: 12.000
<b>CEBADA-FRIJOL</b>		
NOROESTE	7.500	B.C.: 5.000; SON: 2.500
NORTE	1.500	CHIH: 0.000; S.L.P.: 1.500
NORESTE	7.000	N.L.: 7.000
CENTRO OCCIDENTE	11.000	GTO: 11.000
CENTRO SUR	164.440	HGO: 61.000; MEX: 99.440; PUE: 4.000
GOLFO	2.500	VER: 2.500

Continúa ....

**Cuadro 3. Relación de combinaciones de cultivos intercalados cuyo cultivo principal es un cultivo anual y la superficie ocupada en la República Mexicana, por zona económica y entidad federativa. (Continuación).**

COMBINACIÓN / ZONA E.	SUPERFICIE (ha)	ENTIDAD FEDERATIVA (*) – SUPERFICIE (ha)
<b>CEBADA-SORGO</b>		
NOROESTE	10.000	SON: 10.000
NORTE	120.000	CHIH: 120.000
NORESTE	270.000	N.L.: 270.000
CENTRO OCCIDENTE	9.000	GTO: 9.000
<b>CEBADA-TRIGO</b>		
NOROESTE	585.250	B.C.: 78.000; SON: 507.250
NORTE	24.500	COAH: 4.500; CHIH: 4.000; DGO: 5.000; S.L.P.: 4.000; ZAC: 7.000
NORESTE	21.875	N.L.: 21.875
CENTRO OCCIDENTE	12.250	MICH: 12.250
CENTRO SUR	225.870	HGO: 105.500; MEX: 87.120; PUE: 14.000; QRO: 7.250; TLAX: 12.000
PACIFICO SUR	3.000	OAX: 3.000
<b>CEBADA-OTRO ANUAL</b>		
NOROESTE	533.000	B.C.: 380.000; SON: 153.000
NORTE	2596.180	COAH: 231.000; CHIH: 414.000; DGO: 727.500; S.L.P.: 220.980; ZAC: 1002.700
NORESTE	76.000	N.L.: 67.000; TAMP: 9.000
CENTRO OCCIDENTE	116.270	GTO: 3.000; JAL: 43.500; MICH: 69.770
CENTRO SUR	378.154	D.F.: 2.778; HGO: 88.415; MEX: 191.320; PUE: 65.350; QRO: 3.000; TLAX: 27.291
GOLFO	4.150	VER: 4.150
PACIFICO SUR	0.500	OAX: 0.500
<b>FRIJOL-SORGO</b>		
NOROESTE	252.250	NAY: 75.000; SIN: 119.250; SON: 58.000
NORTE	36.000	COAH: 11.250; CHIH: 0.250; DGO: 21.500; ZAC: 3.000
NORESTE	207.200	N.L.: 40.700; TAMP: 166.500
CENTRO OCCIDENTE	26.500	COL: 4.500; JAL: 16.000; MICH: 6.000
CENTRO SUR	33.400	D.F.: 0.150; QRO: 33.250
GOLFO	4.000	VER: 4.000
PACIFICO SUR	68.000	CHIS: 66.000; GRO: 1.500; OAX: 0.500
<b>FRIJOL-SOYA</b>		
CENTRO SUR	0.550	PUE: 0.300; QRO: 0.250
GOLFO	2.250	TAB: 0.250; VER: 2.000
PACIFICO SUR	5.250	OAX: 5.250
<b>FRIJOL-TRIGO</b>		
NOROESTE	102.280	SIN: 92.280; SON: 10.000
NORTE	37.000	COAH: 4.000; CHIH: 18.000; DGO: 1.000; ZAC: 14.000
NORESTE	8.000	N.L.: 8.000
CENTRO OCCIDENTE	14.500	JAL: 4.000; MICH: 10.500
CENTRO SUR	77.800	HGO: 5.750; MEX: 43.250; PUE: 27.300; QRO: 1.500
PACIFICO SUR	37.750	OAX: 37.750
<b>FRIJOL-OTRO ANUAL</b>		
NOROESTE	661.408	B.C.: 23.283; B.C.S.: 33.580; NAY: 238.345; SIN: 256.750; SON: 109.450
NORTE	1292.357	COAH: 65.750; CHIH: 218.750; DGO: 167.383; S.L.P.: 187.580; ZAC: 652.894
NORESTE	110.000	N.L.: 61.250; TAMP: 48.750
CENTRO OCCIDENTE	354.459	AGS: 20.500; COL: 1.500; GTO: 14.750; JAL: 157.080; MICH: 160.629
CENTRO SUR	1390.113	D.F.: 12.140; HGO: 235.620; MEX: 274.897; MOR: 118.910; PUE: 513.736; QRO: 45.000; TLAX: 189.810
GOLFO	393.859	TAB: 95.425; VER: 298.434
PACIFICO SUR	687.874	CHIS: 399.188; GRO: 158.163; OAX: 130.523
PENINSULA DE YUCATAN	724.317	CAMP: 123.490; Q ROO: 195.052; YUC: 405.775

Continúa ...

**Cuadro 3. Relación de combinaciones de cultivos intercalados cuyo cultivo principal es un cultivo anual y la superficie ocupada en la República Mexicana, por zona económica y entidad federativa. (Continuación).**

COMBINACIÓN / ZONA E.	SUPERFICIE (ha)	ENTIDAD FEDERATIVA (*) – SUPERFICIE (ha)
<b>MAIZ-ALGODON</b>		
NOROESTE	117.000	B.C.: 20.000; SIN: 20.000; SON: 77.000
NORTE	169.830	COAH: 45.250; CHIH: 114.750; DGO: 9.830
GOLFO	105.000	VER: 105.000
PACIFICO SUR	3.250	GRO: 3.250
<b>MAIZ-ARROZ</b>		
NOROESTE	150.000	SIN: 150.000
NORTE	2.000	S.L.P.: 2.000
CENTRO OCCIDENTE	4.000	MICH: 4.000
CENTRO SUR	3.950	MEX: 0.500; MOR: 3.450
GOLFO	665.905	TAB: 265.000; VER: 400.905
PACIFICO SUR	657.231	CHIS: 561.731; GRO: 71.500; OAX: 24.000
PENINSULA DE YUCATAN	62.750	CAMP: 60.750; Q ROO: 2.000
<b>MAIZ-CARTAMO</b>		
NOROESTE	49.000	SIN: 43.000; SON: 6.000
CENTRO OCCIDENTE	4.000	MICH: 4.000
<b>MAIZ-CEBADA</b>		
NOROESTE	110.000	B.C.: 38.000; SON: 72.000
NORTE	154.550	COAH: 116.500; CHIH: 0.500; S.L.P.: 27.500; ZAC: 10.050
NORESTE	19.962	N.L.: 13.462; TAMP: 6.500
CENTRO OCCIDENTE	123.500	AGS: 6.000; JAL: 44.500; MICH: 73.000
CENTRO SUR	1092.448	D.F.: 0.030; HGO: 680.110; MEX: 285.178; PUE: 79.800; QRO: 43.080; TLAX: 4.250
GOLFO	15.000	VER: 15.000
PACIFICO SUR	5.000	OAX: 5.000
<b>MAIZ-FRIJOL</b>		
NOROESTE	17278.125	B.C.: 174.410; B.C.S.: 19.750; NAY: 8861.682; SIN: 7521.483; SON: 700.800
NORTE	174467.663	COAH: 2991.240; CHIH: 2645.703; DGO: 5214.608; S.L.P.: 113695.397; ZAC: 49920.715
NORESTE	18849.947	N.L.: 8767.312; TAMP: 10082.635
CENTRO OCCIDENTE	82179.847	AGS: 2549.810; COL: 382.385; GTO: 16747.820; JAL: 30598.652; MICH: 31901.180
CENTRO SUR	171747.405	D.F.: 572.202; HGO: 44291.887; MEX: 20274.933; MOR: 4363.290; PUE: 59484.200; QRO: 41183.454; TLAX: 1577.439
GOLFO	50043.780	TAB: 6505.030; VER: 43538.750
PACIFICO SUR	194702.417	CHIS: 119515.342; GRO: 23272.233; OAX: 51914.842
PENINSULA DE YUCATAN	22952.743	CAMP: 3524.893; Q ROO: 8287.210; YUC: 11140.640
<b>MAIZ-FRIJOL-CALABAZA</b>		
NOROESTE	1226.519	B.C.: 21.109; B.C.S.: 5.250; NAY: 939.410; SIN: 220.750; SON: 40.000
NORTE	12808.435	COAH: 70.784; CHIH: 19.000; DGO: 496.819; S.L.P.: 10750.797; ZAC: 1471.035
NORESTE	2782.098	N.L.: 1990.438; TAMP: 791.660
CENTRO OCCIDENTE	5747.472	AGS: 72.500; COL: 28.000; GTO: 195.750; JAL: 1639.804; MICH: 3811.418
CENTRO SUR	10194.024	D.F.: 78.963; HGO: 378.368; MEX: 1635.164; MOR: 415.682; PUE: 5988.675; QRO: 1560.536; TLAX: 136.636
GOLFO	1303.117	TAB: 468.689; VER: 834.428
PACIFICO SUR	27477.804	CHIS: 4742.228; GRO: 10815.703; OAX: 11919.873
PENINSULA DE YUCATAN	39811.669	CAMP: 2292.058; Q ROO: 16056.466; YUC: 21463.145

Continúa ...

**Cuadro 3. Relación de combinaciones de cultivos intercalados cuyo cultivo principal es un cultivo anual y la superficie ocupada en la República Mexicana, por zona económica y entidad federativa. (Continuación).**

COMBINACIÓN / ZONA E.	SUPERFICIE (ha)	ENTIDAD FEDERATIVA (*) – SUPERFICIE (ha)
<b>MAIZ-FRIJOL-CHILE VERDE</b>		
NOROESTE	76.000	B.C.: 2.000; NAY: 31.500; SIN: 26.500; SON: 16.000
NORTE	374.750	COAH: 3.000; CHIH: 94.500; DGO: 3.000; S.L.P.: 73.250; ZAC: 201.000
NORESTE	15.500	N.L.: 2.500; TAMP: 13.000
CENTRO OCCIDENTE	72.000	AGS: 3.000; GTO: 0.500; JAL: 39.250; MICH: 29.250
CENTRO SUR	310.917	D.F.: 0.385; HGO: 100.580; MEX: 15.700; MOR: 1.000; PUE: 134.002; QRO: 59.250
GOLFO	405.550	TAB: 20.480; VER: 385.070
PACIFICO SUR	422.773	CHIS: 164.300; GRO: 61.580; OAX: 196.893
PENINSULA DE YUCATAN	403.488	CAMP: 185.571; Q ROO: 89.680; YUC: 128.237
<b>MAIZ-FRIJOL-OTRO ANUAL</b>		
NOROESTE	10.000	NAY: 9.000; SON: 1.000
NORTE	2.000	DGO: 2.000
CENTRO OCCIDENTE	3.000	MICH: 3.000
CENTRO SUR	22.800	HGO: 3.500; MEX: 1.000; PUE: 13.300; QRO: 5.000
GOLFO	1.750	VER: 1.750
PACIFICO SUR	9.170	CHIS: 1.500; GRO: 6.670; OAX: 1.000
PENINSULA DE YUCATAN	73.650	Q ROO: 19.480; YUC: 54.170
<b>MAIZ-SORGO</b>		
NOROESTE	2097.499	NAY: 65.499; SIN: 1639.000; SON: 393.000
NORTE	1064.080	COAH: 146.500; CHIH: 69.000; DGO: 235.500; S.L.P.: 186.000; ZAC: 427.080
NORESTE	1021.400	N.L.: 480.400; TAMP: 541.000
CENTRO OCCIDENTE	5426.422	AGS: 11.000; COL: 281.500; GTO: 120.330; JAL: 3152.502; MICH: 1861.090
CENTRO SUR	323.670	D.F.: 0.120; HGO: 2.000; MEX: 46.550; MOR: 156.500; PUE: 21.500; QRO: 97.000
GOLFO	125.750	TAB: 34.750; VER: 91.000
PACIFICO SUR	799.928	CHIS: 214.700; GRO: 330.978; OAX: 254.250
PENINSULA DE YUCATAN	2.000	YUC: 2.000
<b>MAIZ-SOYA</b>		
NOROESTE	528.280	SIN: 358.780; SON: 169.500
NORTE	15.000	COAH: 5.000; S.L.P.: 10.000
NORESTE	26.000	TAMP: 26.000
CENTRO SUR	35.000	HGO: 2.000; MEX: 33.000
GOLFO	1.000	VER: 1.000
PACIFICO SUR	17.250	CHIS: 17.250
<b>MAIZ-TRIGO</b>		
NOROESTE	359.500	SIN: 110.500; SON: 249.000
NORTE	152.000	COAH: 75.500; CHIH: 68.500; DGO: 7.000; ZAC: 1.000
NORESTE	62.000	N.L.: 61.000; TAMP: 1.000
CENTRO OCCIDENTE	494.750	JAL: 309.520; MICH: 185.230
CENTRO SUR	492.312	D.F.: 1.000; HGO: 53.000; MEX: 315.637; MOR: 21.000; PUE: 32.440; QRO: 23.000; TLAX: 46.235
GOLFO	6.375	TAB: 0.500; VER: 5.875
PACIFICO SUR	107.750	CHIS: 10.750; OAX: 97.000

Continúa ...

**Cuadro 3. Relación de combinaciones de cultivos intercalados cuyo cultivo principal es un cultivo anual y la superficie ocupada en la República Mexicana, por zona económica y entidad federativa. (Continuación).**

COMBINACIÓN / ZONA E.	SUPERFICIE (ha)	ENTIDAD FEDERATIVA (*) – SUPERFICIE (ha)
<b>MAIZ-OTRO ANUAL</b>		
NOROESTE	17890.978	B.C.: 153.223; B.C.S.: 60.395; NAY: 2534.357; SIN: 13657.603; SON: 1485.400
NORTE	31089.749	COAH: 1128.450; CHIH: 3008.328; DGO: 3403.331; S.L.P.: 20910.209; ZAC: 2639.431
NORESTE	15627.579	N.L.: 6647.579; TAMP: 8980.000
CENTRO OCCIDENTE	15243.390	AGS: 160.505; COL: 832.300; GTO: 289.582; JAL: 4121.759; MICH: 9839.244
CENTRO SUR	32020.522	D.F.: 615.435; HGO: 3616.974; MEX: 11213.238; MOR: 1510.407; PUE: 12346.434; QRO: 947.447; TLAX: 1770.587
GOLFO	14520.044	TAB: 6021.802; VER: 8498.242
PACIFICO SUR	82937.354	CHIS: 17304.627; GRO: 44040.997; OAX: 21591.730
PENINSULA DE YUCATAN	50222.134	CAMP: 22345.851; Q ROO: 7278.164; YUC: 20598.119
<b>SORGO-SOYA</b>		
NOROESTE	96.500	SIN: 23.500; SON: 73.000
NORESTE	12.000	TAMP: 12.000
PACIFICO SUR	65.000	CHIS: 65.000
PENINSULA DE YUCATAN	0.120	YUC: 0.120
<b>SORGO-TRIGO</b>		
NOROESTE	17.000	SON: 17.000
NORESTE	45.000	N.L.: 45.000
CENTRO OCCIDENTE	20.000	JAL: 10.000; MICH: 10.000
CENTRO SUR	5.000	QRO: 5.000
<b>SORGO-OTRO ANUAL</b>		
NOROESTE	377.675	B.C.S.: 26.000; NAY: 80.675; SIN: 146.500; SON: 124.500
NORTE	77.860	COAH: 26.600; CHIH: 34.600; DGO: 12.910; S.L.P.: 2.250; ZAC: 1.500
NORESTE	110.500	N.L.: 71.500; TAMP: 39.000
CENTRO OCCIDENTE	537.080	GTO: 4.330; JAL: 293.250; MICH: 239.500
CENTRO SUR	22.550	HGO: 2.750; MEX: 1.250; MOR: 10.800; PUE: 4.250; QRO: 3.500
GOLFO	4.000	VER: 4.000
PACIFICO SUR	8.250	CHIS: 2.750; GRO: 5.500
PENINSULA DE YUCATAN	2.400	YUC: 2.400
<b>SOYA-TRIGO</b>		
NOROESTE	5.000	SIN: 5.000
NORTE	14.000	CHIH: 14.000
<b>SOYA-OTRO ANUAL</b>		
NOROESTE	788.500	SIN: 788.500
NORTE	2.000	COAH: 2.000
CENTRO SUR	0.500	QRO: 0.500
GOLFO	2.000	VER: 2.000
PACIFICO SUR	2.000	OAX: 2.000
<b>TRIGO-OTRO ANUAL</b>		
NOROESTE	393.000	B.C.: 23.000; B.C.S.: 2.500; SIN: 160.000; SON: 207.500
NORTE	417.485	COAH: 46.875; CHIH: 54.000; DGO: 273.530; S.L.P.: 9.080; ZAC: 34.000
NORESTE	67.580	N.L.: 67.250; TAMP: 0.330
CENTRO OCCIDENTE	263.554	GTO: 1.500; JAL: 45.054; MICH: 217.000
CENTRO SUR	238.775	D.F.: 2.100; HGO: 25.000; MEX: 143.005; MOR: 27.000; PUE: 34.720; QRO: 1.500; TLAX: 5.450
GOLFO	9.500	VER: 9.500
PACIFICO SUR	37.247	CHIS: 7.497; GRO: 0.500; OAX: 29.250

Continúa ...

**Cuadro 3. Relación de combinaciones de cultivos intercalados cuyo cultivo principal es un cultivo anual y la superficie ocupada en la República Mexicana, por zona económica y entidad federativa. (Conclusión).**

COMBINACIÓN / ZONA E.	SUPERFICIE (ha)	ENTIDAD FEDERATIVA (*) – SUPERFICIE (ha)
<b>ANUAL-ANUAL</b>		
NOROESTE	2296.131	B.C.: 508.685; B.C.S.: 146.188; NAY: 163.473; SIN: 609.755; SON: 868.030
NORTE	1513.623	COAH: 273.662; CHIH: 456.941; DGO: 206.641; S.L.P.: 312.366; ZAC: 264.013
NORESTE	728.340	N.L.: 643.420; TAMP: 84.920
CENTRO OCCIDENTE	1851.206	AGS: 45.339; COL: 63.070; GTO: 20.000; JAL: 481.685; MICH: 1241.112
CENTRO SUR	3272.086	D.F.: 192.514; HGO: 690.025; MEX: 966.556; MOR: 234.685; PUE: 899.515; QRO: 129.886; TLAX: 158.905
GOLFO	815.617	TAB: 352.296; VER: 463.321
PACIFICO SUR	1194.775	CHIS: 402.089; GRO: 482.099; OAX: 310.587
PENINSULA DE YUCATAN	710.832	CAMP: 196.581; Q ROO: 225.412; YUC: 288.839

FUENTE: Elaborado en base a INEGI, 1999.

(\*) AGS=AGUASCALIENTES; B.C.=BAJA CALIFORNIA; B.C.S.=BAJA CALIFORNIA SUR; CAMP=CAMPECHE; CHIH=CHIHUAHUA; CHIS=CHIAPAS; COAH=COAHUILA; COL=COLIMA; D.F.=DISTRITO FEDERAL; DGO=DURANGO; GRO=GUERRERO; GTO=GUANAJUATO; HGO=HIDALGO; JAL=JALISCO; MEX=MEXICO; MICH=MICHOACAN; MOR=MORELOS; N.L.=NUEVO LEON; NAY=NAYARIT; OAX=OAXACA; PUE=PUEBLA; Q.ROO=QUINTANA ROO; QRO=QUERETARO; S.L.P.=SAN LUIS POTOSI; SIN=SINALOA; SON=SONORA; TAB=TABASCO; TAMP=TAMAULIPAS; TLAX=TLAXCALA; VER=VERACRUZ; YUC=YUCATAN; ZAC=ZACATECAS

#### 2.4.2.2. CULTIVOS INTERCALADOS CUYO CULTIVO PRINCIPAL ES UN PERENNE

En cuanto a los sistemas de cultivos intercalados en los que el componente principal es un cultivo perenne, la información proporcionada por el INEGI agrupa los sistemas de manera general, sin especificar el nombre del cultivo o cultivos perennes involucrados.

En base al análisis realizado a la información recibida, se observó nuevamente que destacan los sistemas que involucran al maíz, en las diversas combinaciones, en este caso como cultivo secundario anual.

El total nacional de la superficie ocupada con cultivos intercalados en los que el componente principal es un cultivo perenne es de 466,266 ha. Aquellas combinaciones en las que el maíz participa como cultivo secundario suman 37,292 ha, que representan el 8% del total mencionado. Las combinaciones de cultivo principal perenne con otros cultivos anuales suman 7,969 ha. El resto de la superficie, es decir 421,004 ha, está ocupada por combinaciones que involucran dos cultivos perennes o dos cultivos perennes y un anual o tres cultivos perennes (Cuadro 4).

En el Cuadro 5 se presenta la relación de combinaciones de cultivos intercalados cuyo cultivo principal es perenne y la superficie que ocupan por zona económica y entidad federativa. Las combinaciones en las cuales participa el maíz se practican en todos los Estados del país.

**Cuadro 4. Combinaciones de cultivos intercalados con cultivo principal perenne, frecuencia y superficie sembrada a nivel nacional.**

Cultivo Principal	Combinación	Frecuencia	Superficie (ha)	Porcentaje
Perenne	Perenne – Maíz	18,353	32,236.840	6.914
	Perenne - Maíz – Algodón	-	20.860	0.004
	Perenne - Maíz – Arroz	6	15.423	0.003
	Perenne - Maíz – Cártamo	-	10.000	0.002
	Perenne - Maíz – Cebada	37	131.150	0.028
	Perenne - Maíz – Frijol	2,402	3,319.778	0.712
	Perenne - Maíz – Sorgo	12	146.500	0.031
	Perenne - Maíz – Soya	-	-	-
	Perenne - Maíz – Trigo	23	78.509	0.017
	Perenne - Maíz - Otro Anual	709	1,333.504	0.286
	Total Perenne - Maíz	21,542	37,292.564	7.998
Perenne	Perenne - Algodón	8	35.692	0.008
	Perenne - Algodón - Frijol	-	2.000	0.000
	Perenne - Arroz	10	25.899	0.006
	Perenne - Arroz - Otro Anual	-	4.000	0.001
	Perenne - Cártamo	3	3.000	0.001
	Perenne - Cebada	85	326.605	0.070
	Perenne - Cebada - Frijol	-	5.000	0.001
	Perenne - Cebada - Otro Anual	3	6.500	0.001
	Perenne - Cebada - Trigo	-	31.000	0.007
	Perenne - Frijol	830	1,836.513	0.394
	Perenne - Frijol - Otro Anual	56	91.711	0.020
	Perenne - Frijol - Trigo	-	1.000	0.000
	Perenne - Sorgo	59	587.750	0.126
	Perenne - Sorgo - Otro Anual	-	57.502	0.012
	Perenne - Sorgo - Soya	-	6.000	0.001
	Perenne - Soya	7	290.150	0.062
	Perenne - Trigo	28	268.165	0.058
	Perenne - Trigo - Otro Anual	-	4.250	0.001
	Perenne - Anual - Anual	213	423.208	0.091
	Perenne - Otro Anual	2,885	3,963.211	0.850
Total Perenne - Otro Anual	4,187	7,969.156	1.709	
Perenne	Perenne - Perenne	154,817	240,292.878	51.536
	Perenne - Perenne - Algodón	-	2.780	0.001
	Perenne - Perenne - Anual	59	82.559	0.018
	Perenne - Perenne - Arroz	4	10.545	0.002
	Perenne - Perenne - Cártamo	5	6.500	0.001
	Perenne - Perenne - Cebada	8	63.503	0.014
	Perenne - Perenne - Frijol	223	333.335	0.071
	Perenne - Perenne - Maíz	5,565	7,294.565	1.564
	Perenne - Perenne - Perenne	146,794	172,022.813	36.894
	Perenne - Perenne - Sorgo	4	69.300	0.015
	Perenne - Perenne - Trigo	5	6.750	0.001
	Perenne - Perenne - Otro Anual	685	819.424	0.176
	Total Perenne - Perenne	308,169	421,004.952	90.293
<b>TOTAL</b>	<b>Cultivo Principal Perenne</b>	<b>333,898</b>	<b>466,266.672</b>	<b>100.000</b>

Elaborado en base a INEGI, 1999.

**Cuadro 5. Relación de combinaciones de cultivos intercalados cuyo cultivo principal es un cultivo perenne y la superficie ocupada en la República Mexicana, por zona económica y entidad federativa.**

COMBINACIÓN / ZONA E.	SUPERFICIE (ha)	ENTIDAD FEDERATIVA (*) - SUPERFICIE (ha)
<b>PERENNE-TRIGO</b>		
NOROESTE	30.000	SON: 30.000
NORTE	35.650	COAH: 5.500; CHIH: 19.150; DGO: 11.000
NORESTE	2.000	N.L.: 2.000
CENTRO OCCIDENTE	5.000	JAL: 5.000
CENTRO SUR	195.515	HGO: 3.000; MEX: 0.000; PUE: 8.900; QRO: 0.040; TLAX: 183.575
<b>PERENNE-ALGODON</b>		
NORTE	35.692	COAH: 31.200; CHIH: 4.492
<b>PERENNE-ALGODON-FRIJOL</b>		
NORTE	2.000	COAH: 2.000
<b>PERENNE-ANUAL-ANUAL</b>		
NOROESTE	110.630	B.C.: 10.000; B.C.S.: 0.001; NAY: 4.558; SIN: 1.000; SON: 95.071
NORTE	35.506	COAH: 19.750; CHIH: 3.500; DGO: 3.001; S.L.P.: 9.255
NORESTE	1.666	N.L.: 1.666
CENTRO OCCIDENTE	47.350	JAL: 19.750; MICH: 27.600
CENTRO SUR	102.056	D.F.: 0.530; HGO: 67.750; MEX: 0.621; MOR: 4.300; PUE: 20.105; TLAX: 8.750
GOLFO	34.299	TAB: 15.749; VER: 18.550
PACIFICO SUR	48.328	CHIS: 9.375; GRO: 38.287; OAX: 0.666
PENINSULA DE YUCATAN	43.373	CAMP: 7.019; Q ROO: 15.831; YUC: 20.523
<b>PERENNE-ARROZ</b>		
CENTRO OCCIDENTE	16.000	COL: 16.000
CENTRO SUR	2.399	MEX: 2.399
GOLFO	2.000	VER: 2.000
PACIFICO SUR	2.500	CHIS: 1.000; GRO: 1.500
PENINSULA DE YUCATAN	3.000	Q ROO: 3.000
<b>PERENNE-ARROZ-OTRO ANUAL</b>		
PACIFICO SUR	4.000	GRO: 4.000
<b>PERENNE-CARTAMO</b>		
NORTE	3.000	DGO: 3.000
<b>PERENNE-CEBADA</b>		
NOROESTE	70.000	B.C.: 26.000; SON: 44.000
NORTE	5.200	COAH: 4.000; DGO: 1.000; S.L.P.: 0.200; ZAC: 0.000
NORESTE	2.749	N.L.: 2.749
CENTRO OCCIDENTE	0.000	MICH: 0.000
CENTRO SUR	248.656	HGO: 15.000; MEX: 7.500; PUE: 8.000; TLAX: 218.156
<b>PERENNE-CEBADA-FRIJOL</b>		
CENTRO SUR	5.000	MEX: 5.000
<b>PERENNE-CEBADA-TRIGO</b>		
NORTE	0.000	DGO: 0.000
NORESTE	5.000	N.L.: 5.000
CENTRO SUR	26.000	PUE: 8.000; TLAX: 18.000
<b>PERENNE-CEBADA-OTRO ANUAL</b>		
NORTE	0.000	S.L.P.: 0.000
CENTRO SUR	6.500	PUE: 2.500; TLAX: 4.000

Continúa ...

**Cuadro 5. Relación de combinaciones de cultivos intercalados cuyo cultivo principal es un cultivo perenne y la superficie ocupada en la República Mexicana, por zona económica y entidad federativa. (Continuación).**

COMBINACIÓN / ZONA E.	SUPERFICIE (ha)	ENTIDAD FEDERATIVA (*) - SUPERFICIE (ha)
<b>PERENNE-FRIJOL</b>		
NOROESTE	727.979	B.C.: 4.000; NAY: 110.999; SIN: 611.980; SON: 1.000
NORTE	98.806	COAH: 4.506; CHIH: 17.000; DGO: 36.800; S.L.P.: 28.500; ZAC: 12.000
NORESTE	179.501	N.L.: 58.501; TAMP: 121.000
CENTRO OCCIDENTE	23.750	AGS: 10.500; COL: 1.000; MICH: 12.250
CENTRO SUR	340.527	D.F.: 0.150; HGO: 10.340; MEX: 30.000; MOR: 12.900; PUE: 285.889; QRO: 0.500; TLAX: 0.748
GOLFO	394.348	TAB: 6.000; VER: 388.348
PACIFICO SUR	60.970	CHIS: 17.750; GRO: 25.220; OAX: 18.000
PENINSULA DE YUCATAN	10.632	Q ROO: 2.930; YUC: 7.702
<b>PERENNE-FRIJOL-OTRO ANUAL</b>		
NOROESTE	4.500	NAY: 3.500; SON: 1.000
NORTE	8.581	CHIH: 0.250; DGO: 8.000; S.L.P.: 0.081; ZAC: 0.250
NORESTE	4.500	TAMP: 4.500
CENTRO OCCIDENTE	29.000	MICH: 29.000
CENTRO SUR	12.056	HGO: 1.568; PUE: 10.488
GOLFO	12.378	VER: 12.378
PACIFICO SUR	2.777	CHIS: 1.777; OAX: 1.000
PENINSULA DE YUCATAN	17.919	CAMP: 0.250; Q ROO: 7.197; YUC: 10.472
<b>PERENNE-FRIJOL-TRIGO</b>		
CENTRO SUR	1.000	TLAX: 1.000
<b>PERENNE-MAIZ</b>		
NOROESTE	502.255	B.C.: 7.000; NAY: 136.755; SIN: 317.500; SON: 41.000
NORTE	1323.347	COAH: 165.584; CHIH: 66.448; DGO: 192.579; S.L.P.: 887.326; ZAC: 11.410
NORESTE	991.060	N.L.: 463.980; TAMP: 527.080
CENTRO OCCIDENTE	1837.340	AGS: 15.250; COL: 490.500; GTO: 0.120; JAL: 508.061; MICH: 823.409
CENTRO SUR	6515.623	D.F.: 0.250; HGO: 658.693; MEX: 107.556; MOR: 217.685; PUE: 5302.844; QRO: 83.625; TLAX: 144.970
GOLFO	17458.140	TAB: 92.922; VER: 17365.218
PACIFICO SUR	3007.711	CHIS: 343.037; GRO: 2132.869; OAX: 531.805
PENINSULA DE YUCATAN	601.364	CAMP: 14.860; Q ROO: 363.955; YUC: 222.549
<b>PERENNE-MAIZ-ALGODON</b>		
NORTE	18.000	S.L.P.: 18.000
CENTRO SUR	0.000	PUE: 0.000
GOLFO	1.500	VER: 1.500
PENINSULA DE YUCATAN	1.360	YUC: 1.360
<b>PERENNE-MAIZ-ARROZ</b>		
CENTRO SUR	0.500	MEX: 0.500
GOLFO	4.923	TAB: 0.923; VER: 4.000
PACIFICO SUR	10.000	CHIS: 4.000; GRO: 6.000
<b>PERENNE-MAIZ-CARTAMO</b>		
NOROESTE	10.000	SIN: 10.000
<b>PERENNE-MAIZ-CEBADA</b>		
NORESTE	28.500	N.L.: 28.500
CENTRO SUR	102.650	HGO: 0.000; PUE: 47.650; TLAX: 55.000

Continúa ...

**Cuadro 5. Relación de combinaciones de cultivos intercalados cuyo cultivo principal es un cultivo perenne y la superficie ocupada en la República Mexicana, por zona económica y entidad federativa. (Continuación).**

COMBINACIÓN / ZONA E.	SUPERFICIE (ha)	ENTIDAD FEDERATIVA (*) - SUPERFICIE (ha)
<b>PERENNE-MAIZ-FRIJOL</b>		
NOROESTE	78.000	NAY: 15.000; SIN: 60.000; SON: 3.000
NORTE	136.989	COAH: 43.000; CHIH: 7.750; DGO: 15.000; S.L.P.: 70.751; ZAC: 0.488
NORESTE	273.105	N.L.: 201.855; TAMP: 71.250
CENTRO OCCIDENTE	58.000	AGS: 1.000; COL: 9.500; JAL: 11.000; MICH: 36.500
CENTRO SUR	1322.685	HGO: 119.498; MEX: 68.694; MOR: 262.683; PUE: 825.319; QRO: 37.491; TLAX: 9.000
GOLFO	1016.421	TAB: 5.187; VER: 1011.234
PACIFICO SUR	384.880	CHIS: 100.059; GRO: 129.754; OAX: 155.067
PENINSULA DE YUCATAN	49.698	CAMP: 2.320; Q ROO: 41.706; YUC: 5.672
<b>PERENNE-MAIZ-SORGO</b>		
NOROESTE	16.000	SIN: 16.000
NORTE	50.000	COAH: 50.000
NORESTE	16.000	TAMP: 16.000
CENTRO OCCIDENTE	48.000	JAL: 4.000; MICH: 44.000
GOLFO	1.000	VER: 1.000
PACIFICO SUR	15.500	GRO: 15.500
<b>PERENNE-MAIZ-SOYA</b>		
NOROESTE	0.000	SIN: 0.000
<b>PERENNE-MAIZ-TRIGO</b>		
NORTE	3.500	COAH: 3.500
NORESTE	12.500	N.L.: 12.500
CENTRO OCCIDENTE	0.187	MICH: 0.187
CENTRO SUR	62.010	PUE: 12.000; TLAX: 50.010
PACIFICO SUR	0.312	OAX: 0.312
<b>PERENNE-MAIZ-OTRO ANUAL</b>		
NOROESTE	47.470	NAY: 9.470; SIN: 27.500; SON: 10.500
NORTE	86.600	COAH: 28.100; CHIH: 17.500; DGO: 1.000; S.L.P.: 39.500; ZAC: 0.500
NORESTE	40.498	N.L.: 24.998; TAMP: 15.500
CENTRO OCCIDENTE	194.443	COL: 13.000; JAL: 130.200; MICH: 51.243
CENTRO SUR	320.786	D.F.: 3.198; HGO: 26.849; MEX: 7.560; MOR: 15.087; PUE: 259.589; QRO: 1.500; TLAX: 7.003
GOLFO	256.000	TAB: 14.001; VER: 241.999
PACIFICO SUR	341.742	CHIS: 28.729; GRO: 282.347; OAX: 30.666
PENINSULA DE YUCATAN	45.965	CAMP: 1.916; Q ROO: 11.862; YUC: 32.187
<b>PERENNE-SORGO</b>		
NOROESTE	190.500	NAY: 15.500; SIN: 175.000; SON: 0.000
NORTE	37.000	COAH: 0.500; CHIH: 33.000; DGO: 3.000; S.L.P.: 0.500
NORESTE	155.750	N.L.: 68.750; TAMP: 87.000
CENTRO OCCIDENTE	161.500	COL: 46.500; JAL: 12.000; MICH: 103.000
GOLFO	20.000	VER: 20.000
PACIFICO SUR	23.000	GRO: 23.000
<b>PERENNE-SORGO-OTRO ANUAL</b>		
NOROESTE	0.002	SON: 0.002
NORTE	43.000	COAH: 12.000; DGO: 31.000
CENTRO OCCIDENTE	14.000	MICH: 14.000
PACIFICO SUR	0.500	CHIS: 0.500
<b>PERENNE-SORGO-SOYA</b>		
NORTE	6.000	CHIH: 6.000
<b>PERENNE-SOYA</b>		
NOROESTE	238.000	SIN: 238.000
NORTE	13.150	CHIH: 13.150
PACIFICO SUR	39.000	CHIS: 39.000

Continúa ...

**Cuadro 5. Relación de combinaciones de cultivos intercalados cuyo cultivo principal es un cultivo perenne y la superficie ocupada en la República Mexicana, por zona económica y entidad federativa. (Continuación).**

COMBINACIÓN / ZONA E.	SUPERFICIE (ha)	ENTIDAD FEDERATIVA (*) – SUPERFICIE (ha)
<b>PERENNE-TRIGO-OTRO ANUAL</b>		
NORTE	3.000	CHIH: 3.000
NORESTE	0.750	N.L.: 0.750
CENTRO SUR	0.500	PUE: 0.500
<b>PERENNE-OTRO ANUAL</b>		
NOROESTE	241.178	B.C.: 7.977; B.C.S.: 1.250; NAY: 48.750; SIN: 97.521; SON: 85.680
NORTE	415.069	COAH: 232.348; CHIH: 56.001; DGO: 62.500; S.L.P.: 64.215; ZAC: 0.005
NORESTE	167.740	N.L.: 107.200; TAMP: 60.540
CENTRO OCCIDENTE	686.415	AGS: 30.620; COL: 113.000; JAL: 82.789; MICH: 460.006
CENTRO SUR	1031.318	D.F.: 5.497; HGO: 26.340; MEX: 474.013; MOR: 107.278; PUE: 365.155; QRO: 1.600; TLAX: 51.435
GOLFO	912.227	TAB: 49.255; VER: 862.972
PACIFICO SUR	430.450	CHIS: 54.138; GRO: 293.190; OAX: 83.122
PENINSULA DE YUCATAN	78.814	CAMP: 12.837; Q ROO: 27.201; YUC: 38.776
<b>PERENNE-PERENNE</b>		
NOROESTE	4797.774	B.C.: 181.363; B.C.S.: 135.036; NAY: 2493.909; SIN: 1138.395; SON: 849.071
NORTE	16058.015	COAH: 1362.093; CHIH: 1326.560; DGO: 1211.795; S.L.P.: 11694.083; ZAC: 463.484
NORESTE	2133.813	N.L.: 1775.420; TAMP: 358.393
CENTRO OCCIDENTE	29584.926	AGS: 169.851; COL: 18167.863; GTO: 112.062; JAL: 3448.399; MICH: 7686.751
CENTRO SUR	20102.925	D.F.: 16.466; HGO: 4227.570; MEX: 2054.669; MOR: 842.096; PUE: 11900.219; QRO: 945.245; TLAX: 116.660
GOLFO	75647.163	TAB: 32995.143; VER: 42652.020
PACIFICO SUR	84722.427	CHIS: 45858.787; GRO: 18002.431; OAX: 20861.209
PENINSULA DE YUCATAN	7245.835	CAMP: 4084.333; Q ROO: 1135.378; YUC: 2026.124
<b>PERENNE-PERENNE-ALGODON</b>		
NORTE	2.780	COAH: 2.780
<b>PERENNE-PERENNE-ARROZ</b>		
CENTRO SUR	1.000	MEX: 1.000
GOLFO	3.695	VER: 3.695
PACIFICO SUR	5.600	CHIS: 0.100; GRO: 5.500
PENINSULA DE YUCATAN	0.250	Q ROO: 0.250
<b>PERENNE-PERENNE-CARTAMO</b>		
NORTE	3.000	DGO: 3.000; ZAC: 0.000
GOLFO	3.500	VER: 3.500
<b>PERENNE-PERENNE-CEBADA</b>		
NOROESTE	0.003	SON: 0.003
NORESTE	4.000	N.L.: 4.000
CENTRO SUR	59.500	HGO: 2.000; PUE: 10.500; TLAX: 47.000
<b>PERENNE-PERENNE-FRIJOL</b>		
NOROESTE	4.713	B.C.S.: 1.000; SIN: 3.463; SON: 0.250
NORTE	9.750	COAH: 0.500; DGO: 5.750; S.L.P.: 1.500; ZAC: 2.000
NORESTE	9.000	N.L.: 9.000
CENTRO OCCIDENTE	17.547	COL: 8.547; MICH: 9.000
CENTRO SUR	161.613	HGO: 1.000; MEX: 9.700; MOR: 9.500; PUE: 135.029; QRO: 4.914; TLAX: 1.470
GOLFO	75.400	VER: 75.400
PACIFICO SUR	46.580	CHIS: 6.580; GRO: 35.000; OAX: 5.000
PENINSULA DE YUCATAN	8.732	Q ROO: 1.762; YUC: 6.970

Continúa ...

**Cuadro 5. Relación de combinaciones de cultivos intercalados cuyo cultivo principal es un cultivo perenne y la superficie ocupada en la República Mexicana, por zona económica y entidad federativa. (Conclusión).**

COMBINACIÓN / ZONA E.	SUPERFICIE (ha)	ENTIDAD FEDERATIVA (*) – SUPERFICIE (ha)
<b>PERENNE-PERENNE-MAIZ</b>		
NOROESTE	51.458	NAY: 31.958; SIN: 19.500
NORTE	288.064	COAH: 44.113; CHIH: 8.500; DGO: 8.000; S.L.P.: 223.201; ZAC: 4.250
NORESTE	314.787	N.L.: 314.787
CENTRO OCCIDENTE	210.647	COL: 75.750; JAL: 26.426; MICH: 108.471
CENTRO SUR	3547.485	D.F.: 0.800; HGO: 122.914; MEX: 80.781; MOR: 246.746; PUE: 2917.019; QRO: 110.071; TLAX: 69.154
GOLFO	1686.194	TAB: 44.150; VER: 1642.044
PACIFICO SUR	1152.308	CHIS: 86.697; GRO: 988.049; OAX: 77.562
PENINSULA DE YUCATAN	43.622	CAMP: 1.006; Q ROO: 14.470; YUC: 28.146
<b>PERENNE-PERENNE-ANUAL</b>		
CENTRO OCCIDENTE	43.500	COL: 43.500
PACIFICO SUR	39.059	CHIS: 39.059
<b>PERENNE-PERENNE-OTRO ANUAL</b>		
NOROESTE	41.167	B.C.: 24.000; B.C.S.: 1.250; NAY: 10.032; SIN: 0.383; SON: 5.502
NORTE	79.372	COAH: 50.250; CHIH: 0.500; DGO: 9.625; S.L.P.: 17.588; ZAC: 1.409
NORESTE	13.665	N.L.: 12.415; TAMP: 1.250
CENTRO OCCIDENTE	167.736	AGS: 2.000; GTO: 0.250; JAL: 0.839; MICH: 164.647
CENTRO SUR	186.748	D.F.: 0.014; HGO: 8.071; MEX: 57.146; MOR: 33.156; PUE: 86.056; QRO: 1.305; TLAX: 1.000
GOLFO	209.251	TAB: 124.809; VER: 84.442
PACIFICO SUR	87.109	GRO: 68.996; OAX: 18.113
PENINSULA DE YUCATAN	34.376	CAMP: 8.097; Q ROO: 15.591; YUC: 10.688
<b>PERENNE-PERENNE-SORGO</b>		
NORTE	39.000	COAH: 39.000
CENTRO OCCIDENTE	24.300	COL: 23.500; MICH: 0.800
CENTRO SUR	6.000	MOR: 1.000; QRO: 5.000
<b>PERENNE-PERENNE-TRIGO</b>		
CENTRO SUR	6.750	PUE: 0.500; TLAX: 6.250
<b>PERENNE-PERENNE-PERENNE</b>		
NOROESTE	4116.856	B.C.: 279.471; B.C.S.: 388.973; NAY: 2402.634; SIN: 600.324; SON: 445.454
NORTE	7707.423	COAH: 1529.385; CHIH: 538.113; DGO: 882.213; S.L.P.: 4423.594; ZAC: 334.118
NORESTE	1198.168	N.L.: 953.666; TAMP: 244.502
CENTRO OCCIDENTE	8504.810	AGS: 57.923; COL: 2730.043; GTO: 129.748; JAL: 1551.047; MICH: 4036.049
CENTRO SUR	16614.184	D.F.: 25.857; HGO: 2493.839; MEX: 2558.017; MOR: 1019.664; PUE: 9591.661; QRO: 806.287; TLAX: 118.859
GOLFO	62340.685	TAB: 29902.652; VER: 32438.033
PACIFICO SUR	60026.890	CHIS: 36179.091; GRO: 8951.035; OAX: 14896.764
PENINSULA DE YUCATAN	11513.797	CAMP: 4139.830; Q ROO: 2508.072; YUC: 4865.895

FUENTE: Elaborado en base a INEGI, 1999.

(\*) AGS=AGUASCALIENTES; B.C.=BAJA CALIFORNIA; B.C.S.=BAJA CALIFORNIA SUR; CAMP=CAMPECHE; CHIH=CHIHUAHUA; CHIS=CHIAPAS; COAH=COAHUILA; COL=COLIMA; D.F.=DISTRITO FEDERAL; DGO=DURANGO; GRO=GUERRERO; GTO=GUANAJUATO; HGO=HIDALGO; JAL=JALISCO; MEX=MEXICO; MICH=MICHOACAN; MOR=MORELOS; N.L.=NUEVO LEON; NAY=NAYARIT; OAX=OAXACA; PUE=PUEBLA; Q.ROO=QUINTANA ROO; QRO=QUERETARO; S.L.P.=SAN LUIS POTOSI; SIN=SINALOA; SON=SONORA; TAB=TABASCO; TAMP=TAMAULIPAS; TLAX=TLAXCALA; VER=VERACRUZ; YUC=YUCATAN; ZAC=ZACATECAS

En el Cuadro 6 se presenta un resumen de las superficies cubiertas en la República Mexicana por los cultivos intercalados. Se destaca que en cuanto a los sistemas cuyo componente principal es un cultivo anual, las zonas más importantes son la Norte, Centro Occidente, Centro Sur, Pacífico Sur y Península de Yucatán, que representan el 86.3% de la superficie con esos sistemas. Destaca aun más que respecto a los sistemas cuyo componente principal es un cultivo perenne, son tres zonas las más importantes, Centro Sur, Golfo y Pacífico Sur, que representan el 77.5% de la superficie con esos sistemas.

En cuanto a la importancia relativa de los sistemas por el tipo de componente principal, destacan las zonas Golfo y Pacífico Sur, con relaciones de 2.34 y 0.49, respectivamente, ambas por arriba de la media nacional que se registra de 0.41. Lo anterior significa que en la zona Golfo por cada hectárea de cultivos intercalados con componente principal anual, hay 2.34 hectáreas con cultivos intercalados con componente principal perenne.

A nivel nacional el 5.17% de la superficie de labor se destina a cultivos intercalados. Las zonas en las que esta importancia relativa es mayor que la media nacional son: Centro Sur, Golfo, Pacífico Sur y Península de Yucatán. Tales zonas forman un conjunto en el extremo sur del país, donde se encuentran climas templados con lluvias abundantes bien distribuidas a lo largo del año (Cf) o con lluvias en verano (Cw); y climas tropicales húmedos, con lluvias todo el año (Af) o en verano (Aw) (García, 1978, citado por Andrade *et al.*, 1989).

**Cuadro 6. Superficie cubierta por los cultivos intercalados en México, por zona económica y tipo de cultivo principal.**

ZONA ECONOMICA	Superficie cubierta por cultivos intercalados							Superficie de labor (ha) L	T/L (%)
	Cultivo principal				PIA	Total (ha) T	%		
	Anual (ha) A	%	Perenne (ha) P	%					
<b>NOROESTE</b> Baja California Baja California Sur Sonora Sinaloa	46,450.40	4.1	11,278.49	2.4	0.24	57,728.88	3.6	3,530,094	1.64
<b>NORTE</b> Chihuahua Coahuila Durango Zacatecas San Luis Potosí	226,524.98	19.8	26,547.49	5.7	0.12	253,072.48	15.7	5,346,393	4.73
<b>NORESTE</b> Nuevo León Tamaulipas	40,129.23	3.5	5,554.75	1.2	0.14	45,683.98	2.8	3,281,233	1.39
<b>CENTRO OCCIDENTE</b> Aguascalientes Jalisco Guanajuato Colima Michoacán	112,584.20	9.9	41,674.45	8.9	0.37	154,258.65	9.6	4,644,059	3.32
<b>CENTRO SUR</b> Querétaro Hidalgo Edo. de México Tlaxcala Distrito Federal Morelos Puebla	222,057.14	19.4	50,981.99	10.9	0.23	273,039.12	17.0	3,148,206	8.67
<b>GOLFO</b> Veracruz Tabasco	68,471.31	6.0	160,079.12	34.3	2.34	228,550.43	14.2	4,261,221	5.36
<b>PACIFICO SUR</b> Guerrero Oaxaca Chiapas	309,299.23	27.1	150,451.64	32.3	0.49	459,750.88	28.6	5,061,190	9.08
<b>PENINSULA DE YUCATAN</b> Campeche Yucatán Quintana Roo	115,057.60	10.1	19,698.74	4.2	0.17	134,756.34	8.4	1,832,054	7.36
<b>TOTAL NACIONAL</b>	<b>1,140,574.09</b>	<b>100</b>	<b>466,266.67</b>	<b>100</b>	<b>0.41</b>	<b>1,606,840.76</b>	<b>100</b>	<b>31,104,450</b>	<b>5.17</b>

FUENTE: Elaborado en base a INEGI, 1994 e INEGI, 1999.

Aún cuando el INEGI no reporta los cultivos perennes específicos que intervienen en los cultivos intercalados cuyo componente principal es un cultivo perenne, las cifras proporcionadas nos dan idea de la medida en que se hace *Agroforestería* en la república Mexicana.

## **2.5. AGROFORESTERÍA**

Agroforestería es un nombre colectivo para los sistemas y tecnologías del uso de la tierra donde los perennes leñosos (árboles, arbustos, palmas, bambúes, etc.) son usados deliberadamente en las mismas unidades de manejo de la tierra junto con cultivos agrícolas y/o animales, en alguna forma de arreglo espacial o secuencia temporal. En los sistemas agroforestales hay interacciones ecológicas y económicas entre los diferentes componentes (Lundgren y Raintree, 1982, citados por Nair, 1997).

Agroforestería es el conjunto de técnicas de manejo de la tierra que indica la combinación de árboles con cultivos o con animales domésticos, o la combinación de los tres. Tal combinación puede ser simultánea o secuencial, manteniendo el principio de rendimiento sustentable, que implica que se mantiene indefinidamente en el tiempo. En esta combinación debe haber una interacción significativa entre los componentes, para poder hablar de agroforestería (Budowski, 1993).

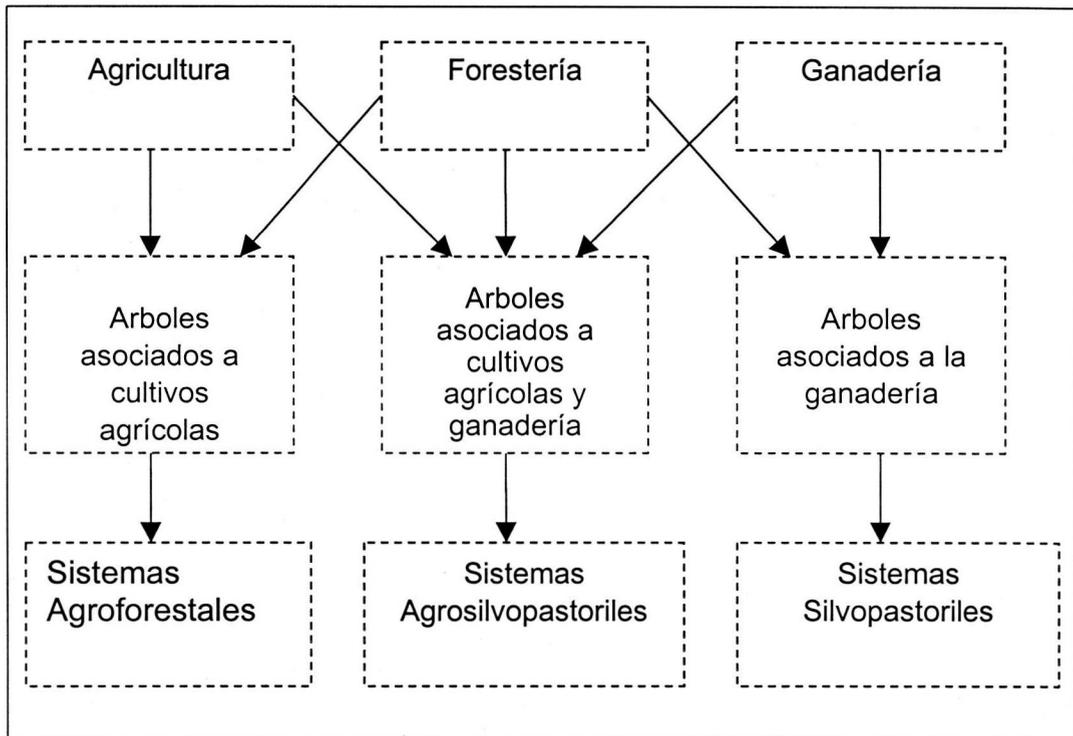
Otra definición de Agroforestería es la que presenta el ICRAF (1997), donde la define como un sistema dinámico basado ecológicamente, en el manejo de los recursos naturales que a través de la integración de árboles en las tierras agrícolas y de pastizales, diversifica y sostiene la producción para aumentar los beneficios ambientales, económicos y sociales de los usuarios de la tierra en todos los niveles.

El concepto está todavía en proceso de definición. El más actualizado y completo es el de Krishnamurthy (1999): "La *agroforestería* se refiere a una amplia variedad de sistemas de uso de la tierra donde los árboles y arbustos se cultivan en una combinación interactiva con cultivos y/o animales para múltiples propósitos y se considera como una opción viable para el uso sostenible de la tierra".

## **2.6. CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS AGROFORESTALES (SAF)**

### **2.6.1. CLASIFICACIÓN COMBE Y BUDOWSKI (1979)**

Combe y Budowski (1979) discuten varias formas de clasificar los SAF y generan el primer nivel de clasificación, a partir de la agricultura, la forestería y la ganadería; y la asociación de los componentes (Figura 2).



**Figura 2. Clasificación de los sistemas agroforestales en función de sus componentes asociados**

#### 2.6.2. CLASIFICACIÓN OTS-CATIE (1986)

OTS-CATIE (Organización para Estudios Tropicales – Centro Agronómico Tropical) (1986) presentan una clasificación basada en los tipos de componentes incluidos y la asociación (espacial y temporal) que existe entre ellos. Esta clasificación es descriptiva, por que al nombrar cada sistema, además de los componentes, se obtiene una idea de su fisonomía, y sus principales funciones y objetivos. El resultado de esta clasificación se resume en los siguientes tipos de sistemas:

### **Sistemas agroforestales secuenciales**

En ellos existe una relación cronológica entre las cosechas anuales y los productos arbóreos. Comprende sistemas de subsistencia y se subdividen en:

- Agricultura migratoria
- Sistema taungya

### **Sistemas agroforestales simultáneos**

Consisten en la integración simultánea y continua de cultivos anuales o perennes, árboles maderables, frutales o de uso múltiple, y/o ganadería. Se subdividen en:

- Árboles en asociación con cultivos anuales
- Árboles en asociación con cultivos perennes
- Huertos caseros mixtos
- Sistemas agrosilvopastoriles

En éste tipo de sistemas, la agricultura y los árboles se desarrollan en el mismo terreno, el tiempo que dure el sistema; y el objetivo principal es la diversificación de la producción.(OTS-CATIE, 1986). Dentro de la subdivisión de éstos, la de árboles en asociación con cultivos anuales, incluye a los árboles frutales como la pera, ciruela, durazno en asociación con maíz, frijol, haba, alfalfa (Maldonado, 1989; Duarte, 1992; López, *et. al.*, 1997).

En éste tipo de asociación, los cultivos anuales deben ser tolerantes a la sombra, aunque no necesariamente, ya que cuando los cultivos se ponen en callejones formados entre las líneas de árboles, se crea un espacio abierto y además los árboles en un determinado período de tiempo, quedan sin hojas, lo que permite la entrada de luz al estrato bajo (FAO, 1983, citado por Medrano, 1992).

### ***Sistemas agroforestales de cercas vivas y cortinas rompevientos***

Son árboles en hilera que delimitan una propiedad y/o sirve de protección para otros componentes y otros sistemas; se puede considerar como un sistema complementario de los nombrados anteriormente.

La clasificación propuesta por el ICRAF (1993), citado por Krishnamurthy (1999), se basa en un simple criterio de interacciones temporales entre los componentes de producción y parte de dividir a la agroforestería en dos categorías: simultánea y secuencial.

La agroforestería *simultánea* es donde el árbol y otros componentes de la producción crecen en el mismo tiempo en una proximidad estrecha y como consecuencia ocurre una interfase árbol-cultivo, entendiéndose ésta como la extensión espacial, sobre y debajo de la tierra, en la cual existe alguna forma competencia o facilidad o ambas entre los componentes del árbol y del cultivo. Las características deseables de los árboles para los sistemas simultáneos son

un dosel pequeño para evitar la competencia por la luz, una fenología diferente entre los árboles y los cultivos para un uso eficiente de los recursos. Los

*sistemas simultáneos* incluyen:

- Plantaciones de linderos
- Setos de contorno
- Cercas y setos vivos
- Cultivos en callejones
- Sistemas de "parkland"
- Sistemas silvopastoriles
- Agrobosques
- Cultivos perennes de sombra
- Barreras rompevientos

Dentro de éste tipo de *sistemas simultáneos*, se incluye a los árboles frutales como la pera, ciruela, durazno en asociación con maíz, frijol, haba, alfalfa (López, *et. al.*, 1997; Duarte, 1992).

La agroforestería *secuencial* se refiere a los sistemas donde los árboles y otros componentes de la producción se cultivan en rotación sobre el mismo espacio, y la interfase árbol-cultivo es mínima en sistemas secuenciales. Las características deseables del árbol para los sistemas secuenciales son un dosel grande para ayudar a suprimir la maleza, un crecimiento rápido de producción de biomasa, raíces profundas y raíces superficiales para la captura y reciclaje de nutrientes y fijación biológica de nitrógeno. Los *sistemas secuenciales* incluyen:

- Agricultura migratoria
- Intercultivo rotativo
- Barbechos mejorados
- Sistema Taungya
- Sistemas multiestratos

### 2.6.3. CLASIFICACIÓN NAIR (1997)

Nair (1997) en su libro de Agroforestería, señala que los criterios más obvios y fáciles de usar para la clasificación de sistemas agroforestales son: el arreglo temporal y espacial de los componentes, la importancia y rol de éstos, los objetivos de la producción del sistema y el escenario económico-social; los cuales corresponden a la estructura, función y naturaleza socioeconómica o rango ecológico del sistema. En consecuencia, este autor define que los sistemas agroforestales pueden ser categorizados de acuerdo con los siguientes criterios:

**Base estructural:** se refiere a la distribución de los componentes, incluyendo el arreglo espacial de los componentes leñosos, estratificación vertical de todos éstos y arreglo temporal de los diferentes componentes.

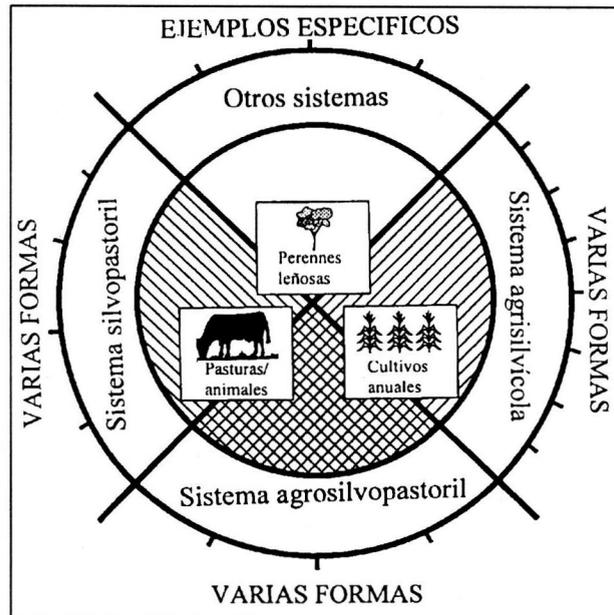
**Base funcional:** se refiere a la función principal o papel del sistema, generalmente condicionado por los componentes leñosos (éstos pueden ser de naturaleza de servicio o de protección, e.j., rompevientos, cinturón de protección. conservación de suelos).

**Base socioeconómica:** se refiere al nivel de insumos de manejo (baja inversión, alta inversión) o la intensidad o escala de administración y metas comerciales (de subsistencia, comercial, intermedia).

**Base ecológica:** se refiere a la condición ambiental y adaptabilidad ecológica de los sistemas, con base en el supuesto de que ciertos tipos de sistemas puedan ser más apropiados para ciertas condiciones ecológicas; i.e., puede haber un conjunto de sistemas agroforestales para tierras áridas y semiáridas, tierras altas tropicales, trópicos húmedos de tierras bajas, etc.

Existen tres conjuntos básicos de componentes que son manejados por el hombre en todos los sistemas agroforestales, que son: perennes leñosos, plantas herbáceas y animales, por lo que la agroforestería se debe basar en la naturaleza de estos componentes para la clasificación de sistemas. Bajo este criterio, presenta tres categorías principales: **agrisilvicultural** (cultivos incluyendo arbustos/enredaderas y árboles), silvopastoril (pasturas/animales y árboles) y agrosilvopastoril (cultivos, pasturas/animales y árboles) y un

apartado de otros sistemas, donde entra la apicultura y la acuicultura (Nair, 1997) (Figura 3).



**Figura 3. Clasificación de los sistemas agroforestales basados en el tipo de componentes. (Nair, 1997)**

#### 2.6.4. CLASIFICACIÓN YOUNG (1997)

Otra clasificación importante de los SAF es la propuesta por Young (1997) citada por Krishnamurthy (1999) la cual incluye una lista concisa de veintinueve sistemas agroforestales que cubren todos los ordenamientos posibles de tiempo y espacio de los componentes en un esquema jerárquico (Cuadro 7), en donde el primer nivel de la clasificación se basa en los componentes presentes siguientes:

- Agrisilvicultural: árboles con cultivos
- Silvopastoril: árboles con pastizales y ganado
- Árboles predominantes: silvicultura con otros componentes subordinados
- Componentes especiales presentes: árboles con insectos o peces

El segundo nivel está basado en el arreglo de los componentes espacio y tiempo, y el tercer nivel de clasificación es el empírico, empleando la densidad de árboles, arreglo espacial detallado así como funciones y manejo como criterios.

En esta clasificación propuesta por Young, una de las categorías es nueva (árboles predominantes o predominio del componente árbol). La categoría agrosilvopastoril desaparece y sólo se menciona en el último nivel jerárquico, y se propone otra para los componentes especiales como los insectos y los peces.

## Cuadro 7. Clasificación de los sistemas agroforestales (Young, 1997)

### *Predominantemente agrisilvícola (árboles con cultivos)*

#### Rotacional

Agricultura migratoria

Manejo de árboles en barbecho (incluye intercultivos de relevo

Taungya

#### Mixto espacial

Árboles en tierras de cultivo

**Combinaciones de cultivos y plantaciones**

Sistemas multiestratos (incluye huertos caseros y jardines forestales

#### Zonal espacial

Plantaciones de lindero

Árboles en la estructura para el control de erosión

Barreras rompevientos y cinturones de protección (también silvopastoril)

Intercultivos en setos o hileras (cultivos en callejones), incluye intercultivos de árboles-hileras

Barreras de setos en contorno

Transferencia de biomasa (corte y acarreo, acolchados)

### *Predominantemente silvopastoril (árboles con pasturas y ganado)*

#### Mixto espacial

Árboles con pasturas (sistema "parkland")

Cultivos perennes con pasturas (incluyendo árboles frutales)

#### Zonal espacial

Hileras de cercos vivos

Bancos de forraje

### *Predominantemente árboles (ver también Taungya)*

Forestería en la comunidad y en la finca

Agroforestería de rehabilitación (de tierras degradadas)

### *Presencia de componentes especiales*

Entomoforestería (árboles con insectos)

Acuaforestería (árboles con peces)

## 2.7. COMBINACIONES DE CULTIVOS Y PLANTACIONES

Según Johnson (1980) citado por Nair (1997) los propietarios de plantaciones, con fines de mercado, han conservado un sistema tradicional de producción monocultural de un cultivo de exportación en forma extensiva, por lo que no se han interesado en los cultivos anuales, excepto en el caso del intercultivo durante las primeras etapas del establecimiento de la plantación. Sin embargo, con el conocimiento de la importancia y la necesidad de intensificación del uso de la tierra debido a los rápidos incrementos de la población, los planificadores y políticos de los países tropicales en desarrollo han vuelto su atención hacia las propuestas para integrar plantaciones, cultivos anuales, producción animal y silvicultura. Algunos cultivos de plantación como el hule (*Hevea brasiliensis*) están sujetos a tal integración, por sus hábitos de crecimiento y métodos de cultivo.

Nair (1997) menciona que, este tipo de sistema donde las plantaciones son la base para el desarrollo de prácticas integrales que incluyen combinaciones de cultivos está limitado, excepto durante las primeras fases del establecimiento de la plantación, porque este sistema de cultivo lleva consigo un objetivo mercantil, de tal forma que, la utilización de los recursos para usos múltiples en plantaciones en gran escala, limita en la práctica el objetivo final del sistema, que es la producción en gran escala. Las estrategias de producción diversificada dificultan la modernización y la eficiencia de las tecnologías

tradicionales de manejo de las plantaciones. Es así que, no hay razón para la producción diversificada en áreas de plantación. La tecnología no se ha desarrollado adecuadamente para hacer económicamente atractivo este sistema de producción.

Por otra parte, existe la producción agrícola del pequeño propietario bajo condiciones muy diferentes a las de los productores de plantaciones extensivas, donde las dos funciones principales de la producción, tierra y capital, están limitadas y el objetivo del agricultor no es la maximización de una sola mercancía. Es así, que en áreas densamente pobladas, los agricultores generalmente integran cultivos anuales y producción animal con cultivos perennes, fundamentalmente para satisfacer sus necesidades de alimento. Es por estas innumerables áreas de pequeños propietarios que las combinaciones cultivo-perennes y las prácticas de uso integral de la tierra se están volviendo cada vez más importantes (Nair, 1997).

El mismo autor menciona que, contrariamente a la creencia popular, una sustancial proporción de las plantaciones tropicales son sembradas por los pequeños propietarios según revisaron Ruthenberg (1980), Nair (1983), Watson (1983) y Nair (1989). Por ejemplo, la mayor parte de producción de cacao en Ghana y Nigeria viene de pequeñas propiedades. Éste se cultiva generalmente en combinación con un cultivo específico, como maíz, mandioca, plátano, pepino y camote, particularmente durante los primeros cuatro años después de plantar el cacao.

Otro ejemplo ocurre en el sudeste de Asia y Nigeria, donde muchas plantaciones de hule de pequeña propiedad están basadas en la integración del hule con una variedad de cultivos incluyendo soya, maíz, plátano, cacahuate, árboles frutales, pimienta negra y coco. Además de éstos, existen otros ejemplos notables de sistemas de pequeña propiedad, en donde el café está integrado con cultivos y/o ganado, los cuales incluyen los cultivos de plátano y café del este de África, las de café y maíz en Jimma en las tierras altas de Etiopía, los sistemas de café y plátano en laderas en Colombia y el café y sistemas de producción de lácteos en Kenia.

En el caso de la producción de coco, en la India, las Filipinas, Sri Lanka y las Islas del Pacífico, la mayor parte proviene de pequeñas propiedades en donde el cultivo de coco está integrado con un gran número de cultivos anuales y perennes.

En estos sistemas las características socioeconómicas y biológicas son por lo general, comunes a todos los pequeños propietarios, ya que los recursos disponibles para el agricultor, incluyendo el capital y el tamaño de la finca, limitan severamente las oportunidades de mejoramiento. Por otra parte, las tecnologías modernas de producción que están bien adaptadas a las plantaciones comerciales, no se pueden adaptar a fincas pequeñas, principalmente porque, el agricultor carece de los recursos para adoptarlas.

Sin embargo, el hecho de que en los sistemas agrícolas del pequeño propietario, se manejen los cultivos perennes y los anuales, bajo condiciones limitadas, les permite mantener su seguridad alimentaria, base fundamental de este sistema. El hecho de que se manejen de manera integrada las plantaciones, con cultivos perennes y los anuales, alientan al agricultor a aceptar una vida sedentaria y pueden contribuir en mejoramientos agrícolas, como los sistemas de irrigación. El manejo de los cultivos perennes, frecuentemente son considerados como la base de la riqueza y la seguridad familiar, ya que la constancia relativa del rendimiento y la temporalidad de la producción de algunos cultivos perennes como el coco y el hule, los han hecho un seguro contra el riesgo frecuente de un fracaso total del cultivo de temporal en los trópicos.

Los trabajos bajo el sistema combinaciones de cultivo-plantación se han desarrollado particularmente en las zonas tropicales y subtropicales. Este sistema implica una agricultura en combinación donde se incluyen una gran variedad de cultivos y plantaciones. De estas combinaciones, existen trabajos exitosos en algunos países como son marañón y coco en la costa Keniana (Warui, 1980), asociaciones de cultivos con palma de nuez areca (*Areca catechu*) en la India (Bavappa *et al.*, 1982) y palma aceitera y hule en África Occidental (Watson, 1983). La mayoría de estos trabajos son descripciones cualitativas de los sistemas combinados y no contienen datos cuantitativos experimentales (Nair, 1997).

El sistema de ***combinaciones de cultivos y plantaciones*** en pequeñas propiedades conduce a un uso más eficiente de la tierra y de otros recursos disponibles, generando así, un mayor rendimiento en la producción conjunta de los cultivos combinados. Esto será posible siempre y cuando las especies involucradas se manejen adecuadamente, para poder cubrir las expectativas del pequeño productor.

Las prácticas de cultivos combinados implican un uso intensivo de la tierra, por lo que es necesario que se realicen estudios serios que apoyen ésta forma de producción, para que los resultados sean exitosos. Este sistema de cultivo también la encontramos en las zonas templadas bajo otra serie de denominaciones, como son los cultivos asociados, cultivos múltiples, policultivos o cultivos intercalados. De tal forma que, en adelante se describen aspectos relacionados a lo que sucede con los sistemas agroforestales en las zonas templadas.

El hecho de que los estudios sobre los sistemas agroforestales sean principalmente en áreas tropicales y subtropicales, así como el desarrollo de la agroforestería, tal como lo señala la literatura, no implica que en la zona templada no se hallan desarrollado (Nair, 1997). La principal razón para el énfasis en los trópicos, es que la agroforestería y los sistemas tradicionales agroforestales, como un enfoque para el uso integrado de la tierra, tradicionalmente han tenido más relevancia y aplicación potencial que en las

zonas templadas; son mucho más numerosos, están más difundidos y han dado solución a muchos problemas y restricciones de esas regiones. Sin embargo, como en los trópicos hay una larga tradición, en las zonas templadas también, para satisfacer las necesidades de la gente mediante combinación de árboles, cultivos y animales y de un uso eficiente de los ecosistemas naturales.

De acuerdo a esto último, Nair (1997) menciona que aunque no se compara la extensión y desarrollo de los sistemas agroforestales en las zonas templadas con la agroforestería del trópico, está ocurriendo una expansión significativa en esas zonas, con una expectativa de que la combinación de agricultura y silvicultura, generará nuevas soluciones para los antiguos y nuevos problemas del uso de la tierra.

Los sistemas agroforestales practicados en la zonas templadas según Nair (1997), son dos los más comunes; el uso *agrisilvicultural* donde se ubica a los frutales solos, como cortinas rompevientos para evitar la erosión del suelo en las llanuras o en combinación con otros cultivos, para hacer un uso más eficiente de la tierra y las *prácticas silvopastoriles* con ganado en sistemas de llanuras y de bosque.

En éste tipo de sistemas, se manejan las plantaciones con árboles frutales y otras prácticas agrícolas entre las calles de las hileras de los árboles, solo que éstas a nivel de plantaciones comerciales frecuentemente han sido excluidas,

particularmente en algunas provincias de los Estados Unidos, ya que sólo se limitan a la producción de forraje para el pastoreo dentro de las plantaciones de frutales. Sin embargo, la preocupación acerca de la sostenibilidad económica y la ecológica está conduciendo actualmente (Nair, 1997) a los agricultores de Estados Unidos y Canadá a la diversificación y al intercalado de cultivos dentro de la plantación. Por ejemplo, maíz y fresas dentro de las plantaciones de durazno en Ontario, Canadá; en algunas plantaciones de manzano de Nueva York se cultiva avena; y se han plantado papas, granos, soya, calabaza, y duraznos en las plantaciones de nogal en el sur de los Estados Unidos (Williams y Gordon, 1991; citados por Nair 1997).

Otro ejemplo del sistema de cultivos intercalados, mediante las combinaciones de árboles frutales con otras especies son las prácticas tradicionales en las montañas del Himalaya a media elevación en el subcontinente hindú. Por ejemplo, en la India, el cítrico es intercalado con hortalizas de invierno y garbanzo de la India de 2 a 3 años, y el frijol y el chícharo se cultivan en las plantaciones de manzanos enanos por 5 o 6 años, o debajo de los albaricoques, duraznos, ciruelos y nectarinas por 2 o 3 años (Tejwani, 1987; citado por Nair, 1997).

La combinación de las plantaciones de frutales con diferentes cultivos, proporciona una oportunidad agroforestal sustancial para la investigación, extensión y expansión de los sistemas agroforestales en zonas templadas, así

como una innovación para el agricultor con pequeñas plantaciones de frutales o con plantaciones comerciales.

La técnica de combinación de cultivos, también llamada de cultivos múltiples, policultivos, intercultivos, de cultivos intercalados o de cultivo asociados; es una técnica que puede practicarse en diferentes zonas, que van desde las de clima tropical hasta las de clima árido (Musálem, 1998). En zonas templadas ha sido probada con una serie de cultivos, que incluye cereales (maíz, arroz de tierras altas), leguminosas de grano (garbanzo, soya, frijol), cultivos de raíces y de tubérculos (mandioca, ñame), plátano y verduras (Budelman, 1991; Kass et al., 1992; Kang et al., 1990 y Palada, 1992, citados por Kang et al., 1994).

En zonas templadas el sistema combinaciones de cultivos y plantaciones está enfocado a la diversificación de productos tales como frutos, madera, granos, hortalizas y al mejor aprovechamiento del espacio, un ejemplo son los frutales como manzana, durazno, pera y ciruela, combinados con maíz, frijol, alfalfa y hortalizas en el estado de Puebla (Duarte, 1992). De igual manera en el estado de México, se tiene combinaciones de pera con haba y maíz (López *et al.*, 1997). En esta zona existen diversos trabajos que se han realizado bajo esta tecnología como una técnica tradicional de frutales con cultivos anuales. Sin

embargo, son pocos los trabajos que han sido documentados y evaluados (Cruz, 1997 (Comunicación personal)<sup>3</sup>; Musálem, 1998).

El criterio más ampliamente usado para evaluar la conveniencia de la combinación de cultivos y plantaciones, es el efecto de esta práctica sobre los rendimientos de los cultivos. La mayoría de los experimentos de cultivos bajo esta técnica han generado pocos datos, que son de rendimiento particularmente, y se derivan por lo general de experimentos conducidos por periodos cortos (Nair, 1997).

En las zonas templadas de México, son muchos los trabajos que se han realizado sobre frutales combinados con otros cultivos, pero son pocos los reportados para darles un seguimiento científico. Por ejemplo, Maldonado (1992) realizó un estudio en una plantación de ciruelo japonés (*Prunus salicina* L.) en la comunidad de San Pedro Tlaltenango, en el estado de Puebla, donde intercalo maíz bajo condiciones de temporal, para conocer el efecto del cultivo intercalado entre el frutal y el efecto de la poda sobre la composición mineral de las hojas de los árboles.

---

<sup>3</sup> M.C. Pablo Cruz Hernández .Profesor-Investigador del Departamento de Fitotécnia (Fruticultura) Universidad Autónoma Chapingo, México.

Otro trabajo relevante sobre estos sistemas es el de Duarte (1992), donde realizó un análisis financiero de un sistema tradicional de uso combinado del suelo en una comunidad del municipio de San Lorenzo Chiautzingo en el estado de Puebla. El sistema tradicional se denomina *metepanicle*, y se refiere al espacio que se encuentra entre las hileras de los árboles frutales de huertas bien establecidas, donde los cultivos agrícolas intercalados son: Alfalfa, frijol, haba y maíz; y los árboles frutales son: Pera, ciruela y durazno.

En el *metepanicle* se establecen los cultivos de forma escalonada, según corresponda el ciclo agrícola y los componentes de las filas de los frutales son en orden ascendente de importancia la pera, la ciruela y el durazno. El número de hileras depende del tamaño del *metepanicle* y los cultivos agrícolas son alternados según la conveniencia del agricultor.

Un trabajo más actual sobre combinación de frutales y otros cultivos, es el que realizaron López *et al.* (1997) sobre una evaluación socioeconómica de un sistema agroforestal con el frutal pera combinado con cultivos de maíz y haba, en la comunidad de Santa Catarina del Monte, estado de México.

Con el propósito de fortalecer éste tipo de trabajos que se realizan en zonas templadas, se planteo la realización del presente estudio, el cual una vez analizadas las diferentes técnicas de cultivo, quedó bajo la clasificación de sistema agroforestal *combinaciones de cultivos y plantaciones* (Nair, 1997;

Young, 1997, citado por Krishnamurthy, 1999). En este sistema se utilizó una plantación de pera (variedad *Kieffer*), en combinación con dos variedades del cultivo de maíz (variedades H-153-E y H-40).

## **2.8. PRINCIPALES CULTIVOS DE FRUTALES DE CLIMA TEMPLADO**

### **2.8.1. IMPORTANCIA EN MÉXICO**

México por su estratégica situación geográfica es un importante país productor de frutas tanto tropicales, subtropicales como de clima templado y frío, ya que cuenta con climas y microclimas, que hacen posible que se puedan cultivar especies tan diferentes como la manzana hasta el mamey, pasando por las frutillas, el plátano la piña, etc. (ASERCA, 1996).

En base al VII Censo Agropecuario realizado en 1991, (INEGI, 1994), la superficie total ocupada con frutales a nivel nacional es de 2,774,309.536 hectáreas, de las cuales 323,337.200 has. están ocupadas con frutales de clima templado, localizadas en su mayoría en las zonas altas de los estados del norte y centro del país, el resto, 2,400,972.336 has. la ocupan los frutales de clima tropical, situadas mayoritariamente en los estados del centro norte, sur y sureste del país.

De la superficie total, en producción se reportan 2,147,679.120 has. de las cuales aquellas con frutales de clima templado representan el 11.96% y con tropicales el 88.04%. Sin embargo, existen áreas importantes en desarrollo,

65,830.869 has. de frutales de clima templado y 510,411.406 has. de frutales tropicales-subtropicales, y que indican que la fruticultura es una actividad en proceso de expansión.

Los frutales de clima templado, también denominados caducifolios, en promedio son más redituables que los tropicales y subtropicales (Cuadro 8), pues se estima que se obtienen 1.797 veces más valor por hectárea debido a mejores condiciones de mercado para frutales de clima templado, donde se incluye exportación de fresa y uva.

**Cuadro 8. Superficie y valor de cosecha de los frutales de clima templado y tropical-subtropical en México durante 1990.**

CONCEPTO	TIPO DE FRUTALES	
	TEMPLADOS	TROPICALES Y SUBTROPICALES
SUPERFICIE TOTAL (ha)	206,010	1'692,027
%	10.8	89.2
VALOR DE LA COSECHA (millones de pesos)	1'455,443	6'650,581
%	17.9	82.1
VALOR POR HECTÁREA (pesos)	7'064,914	3'930,540

FUENTE: Tomado de INEGI, 1994

Según INEGI (1994) los frutales de clima templado que mayormente se cultivan en México son: manzana, durazno, ciruela, uva, nuez encarcelada y nopal. Estos seis frutales están indicados en orden de importancia por la superficie que ocupan, y constituyen el 90.17 % de la superficie en producción con frutales caducifolios. Los principales estados productores de estas especies caducifolias están situados en el norte y centro-norte del país, y son en orden de importancia, en cuanto a superficie cultivada: Chihuahua, como el primero, seguido por los estados de Sonora, Zacatecas, Puebla, Coahuila, Michoacán, México y Nuevo León.

De acuerdo a un estudio realizado por Quiñones (1996), sobre las frutas de clima templado y el mercado exterior de México, son cuatro las seleccionadas como de mayor importancia, tomando en consideración la producción, el rendimiento, la superficie, los costos y el comercio: Manzana, Pera, Durazno y Ciruela.

La producción de estas frutas en México no ha tenido grandes avances desde 1991 aproximadamente, cuando se tuvieron incrementos significativos ya que la mayoría de estas especies, a partir de ese año han venido decreciendo, particularmente en el caso de las ciruelas, peras y duraznos; esto ocasionado por la poca importancia dada al sector fruticultura en materia de financiamiento y asesoría, etc. y a las condiciones económicas desfavorables del país (Quiñones, 1996).

Lo anterior nos permite justificar ampliamente el estudio de los frutales combinados con otros cultivos anuales como una alternativa viable para el desarrollo de la fruticultura bajo una técnica agroforestal en zonas templadas.

## 2.9. CULTIVO DE PERA

### 2.9.1. ANTECEDENTES GENERALES DEL CULTIVO DE PERA

El peral es un árbol procedente de Asia, específicamente de la región del Cáucaso; su cultivo se remonta desde épocas muy antiguas 3,000 a 4,000 años. Se considera que a partir del siglo III a. de C. apareció en Europa, mientras que al Continente Americano llegó a través de los colonizadores ingleses y franceses que arribaron a Canadá, de donde se extendió a toda América. Existen de acuerdo a los especialistas, más de 2,000 variedades de perales en el mundo, que tienen frutos de formas distintas, de cualidades muy variables y de épocas de madurez muy diversas; sin embargo, solamente una decena de estas variedades representan el 90% de la producción mundial. De estas, hay variedades consideradas tempranas, donde sus frutos son muy jugosos, y variedades tardías, donde su carne es dura que solo se ablanda poco tiempo después de ser cortadas del árbol (ASERCA, 1996).

Las principales variedades comerciales son: **Anjou**: originaria de Francia, su tamaño es grande, de forma regular, color amarillo con manchas rosadas, carne suave y olorosa, de color blanco; **Bartlett**: su origen se encuentra en

Inglaterra, es de tamaño grande, de forma alargada, color amarillo dorado con manchas rosadas y pintitas cafés, carne amarilla, amantequillada, jugosa y de sabor muy agradable. Su calidad se mejora almacenándolas en refrigerador;

**Bosc:** Es originaria de Bélgica, es una fruta de tamaño grande y periforme, de color amarillo moreno, algunas veces con tintes rojizos, carne blanca, aromática y jugosa. Se recomienda para la mesa, es una variedad de madurez intermedia entre las variedades tempranas y tardías;

**Seckel:** Es originaria de Pennsylvania, es una fruta chica redonda u ovalada, de un color rojo vivo que se torna en café amarillento en su etapa de madurez, es una pera muy dulce y de excelente olor;

**Kieffer:** Su origen es Pennsylvania, su fruta es de tamaño grande, de color amarillento, pintado algunas veces de rojo, es una pera que generalmente no madura en los árboles, ya que aunque se pone amarillenta, su carne permanece muy dura, por lo que se debe cortar y guardar por algún tiempo para que se ponga perfectamente madura, de una consistencia muy suave y sumamente jugosa, es una variedad para conservarse, y muy recomendable para el embarque (ASERCA, 1996).

El peral es un frutal clasificado dentro de los de clima templado, los cuales resisten temperaturas bajas en el invierno y requieren acumular cierto período de tiempo con temperaturas por debajo de 7.2°C (horas-frío) para romper el período de reposo. También se les llama caducifolios, porque pierden las hojas durante el invierno. Otra clasificación que se les da es de acuerdo al tipo de fruto, que para el caso de la pera, se ubica dentro de los frutales pomáceos o

de pepita (Almaguer, 1991). El peral en estado natural presenta una forma casi piramidal, alcanza 10 metros de altura y a veces más, en promedio vive 65 años. Tiene una raíz profunda, con el eje central muy desarrollado; un tallo alto, de corteza agrietada, gris; las ramas son numerosas, esbeltas hacia arriba, formando con el tronco un ángulo agudo de unos 30 grados; las hojas están sujetas por un largo pedúnculo, son brillantes en la parte superior y opacas en la inferior, tiene generalmente forma oval, con orla finamente dentada (Amat, 1981).

#### 2.9.2. CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS DEL PERAL (PYRUS L.)

Son árboles o arbustos generalmente de hojas caducas, a veces espinosos; **hojas:** aserradas, crenadas o enteras, rara vez lobuladas, involutas en la yema, pecioladas, estipuladas; **yemas:** con escamas imbricadas; las yemas de flor se forman en los botones terminales de algunos ramos (brindilla) y en órganos (spurs) de dos o más años; **flores:** brotan a la vez o antes que las hojas, en racimos umbeliformes, blancas, rara vez rosadas ; **floración:** la inflorescencia del peral contiene siete u ocho flores y es indeterminada, las flores laterales abren primero y la flor terminal abre más tarde, la mayoría de los perales florecen todos los años; **sépalos:** reflexos o extendidos; **pétalos:** en forma de uña, suborbicuales a oblongos, anchos; **estambres:** de 20 a 30; anteras rojas o púrpuras; **estilos:** de 2 a 5, libres, estrechamente unidos en la base por el disco; **óvulos:** 2 por lóculo; **fruto:** un pomo globoso o piriforme, cáliz persistente o

caduco, carne generalmente con células pétreas; **paredes de los lóculos:** cartilaginosas; **semillas:** negras o casi negras (Westwood, 1992).

El género *Pyrus* comprende alrededor de veinte especies, de las cuales casi la mitad se encuentran en Europa, Africa del Norte y Asia Menor, alrededor del Mar Mediterráneo. Todas las demás son nativas de Asia (Westwood, 1992).

### 2.9.3. IMPORTANCIA MUNDIAL DE LA PERA

La producción de pera en el mundo se originó inicialmente en Europa y Asia, donde el fruto crecía de manera silvestre, posteriormente se cultivó ya de manera sistematizada. Al principio su cultivo fue a partir de especies silvestres, posteriormente a través de injertos, lo que dio como resultado un gran número de variedades desarrolladas para diferentes tipos de climas. Si bien es cierto que la producción mundial de pera no es tan importante como la de otros frutos como la manzana o la naranja, si juega un papel importante dentro de las economías de algunos países, los que realizan una explotación importante, para satisfacer su consumo interno y como fuente de divisas a través del comercio mundial del fruto. (ASERCA, 1996).

De acuerdo a los datos de FAO (1999), en 1997 y 1998 participaron 77 países en la producción mundial de pera, de los cuales 37 constituyen alrededor del 97% de la superficie cosechada y de la producción mundial. México se ubica en el lugar 35, con una superficie cosechada de 5,100 ha y una producción de 35,100 toneladas en 1998 (Cuadro 9).

**Cuadro 9. Superficie cosechada y producción de peras en el mundo en 1997 Y 1998.**

PAIS	Superficie (ha)		Producción (ton)	
	1997	1998	1997	1998
China	1,210,000	1,260,000	6,542,703	6,727,703
Italia	50,440	43,955	650,180	931,015
Estados Unidos de América	27,060	25,000	945,700	840,300
España	37,000	36,800	734,400	560,700
Argentina	18,000	18,000	522,800	540,401
Japón	18,900	18,900	427,800	427,800
Turquía	37,600	37,700	400,000	415,000
Alemania	22,775	22,635	273,500	386,900
Sudáfrica	13,000	13,000	284,248	275,000
Corea República de	21,983	21,983	260,168	260,168
Francia	13,700	14,000	271,000	256,000
Chile	12,525	13,000	230,000	250,000
Irán Rep Islámica de	21,000	22,000	172,000	175,000
Australia	7,500	7,500	167,562	172,000
Ucrania	50,500	50,500	155,000	160,000
Portugal	12,546	12,500	164,338	160,000
Bélgica-Luxemburgo	4,468	4,500	131,060	151,385
India	22,500	22,500	135,000	135,000
Países Bajos	5,368	5,341	145,000	130,000
Corea Rep Pop Dem	12,600	12,600	120,000	120,000
Suiza	3,200	3,200	66,952	95,000
Polonia	8,800	8,800	58,025	82,661
Yugoslavia Rep Fed	12,900	12,900	74,106	74,106
Grecia	9,765	9,765	76,675	70,694
Austria	1,640	1,640	69,858	69,858
Rumania	6,633	6,483	69,873	64,464
Líbano	3,200	3,273	62,000	63,824
Egipto	5,500	5,800	56,630	60,000
Túnez	12,400	12,500	48,000	53,900
Federación de Rusia	16,700	16,700	57,000	50,000
Argelia	9,300	9,300	47,236	47,000
Nueva Zelandia	1,500	1,600	45,000	41,000
Hungría	7,000	7,000	36,779	36,779
Pakistán	2,800	2,800	36,000	36,000
México	5,100	5,100	35,550	35,100
Uzbekistán	7,000	6,000	30,000	32,000
Marruecos	3,500	3,500	39,700	31,100
Subtotal	1,736,403	7,778,775	13,641,843	14,017,858
Otros	59,251	60,702	381,882	360,793
<b>Total Mundial</b>	<b>1,795,654</b>	<b>1,839,477</b>	<b>14,023,725</b>	<b>14,378,651</b>

FUENTE: Elaborado en base a FAO, 1999.

Según reportes del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), citado por ASERCA (1996), el principal país productor de pera en el mundo es Italia, seguido por Estados Unidos, España, Japón y Turquía, sin embargo, las estadísticas de FAO para 1998, ubican a China en primer lugar con el 46% de la producción mundial en ese año, seguido por Italia, Estados Unidos, España, Argentina, Japón y Turquía, que en conjunto aportan el 26% de la producción mundial (Cuadro 9), (Figura 4).

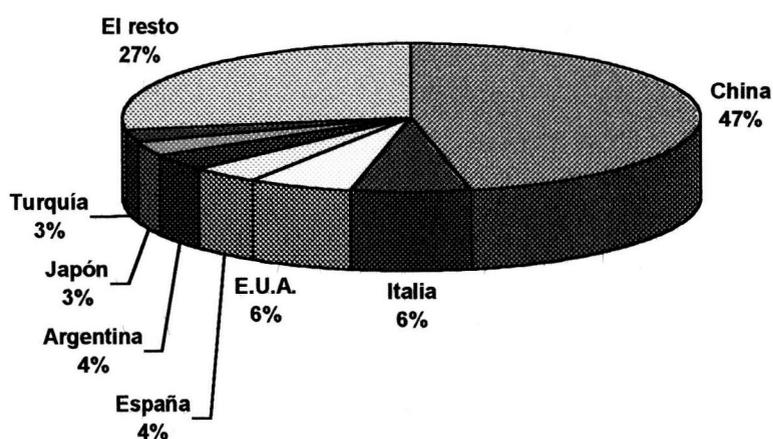
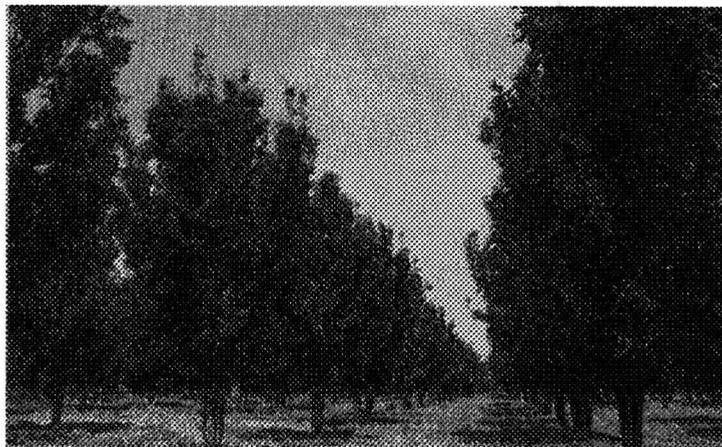


Figura 4. Distribución de la producción mundial de pera 1998.

#### 2.9.4. IMPORTANCIA NACIONAL DE LA PERA

La producción de pera en México, es una actividad que se realiza a través de una fruticultura de "traspatio o lindero", principalmente, o en huertas bien establecidas, como es el caso de Michoacán, particularmente. En la mayoría de los estados productores, el cultivo de este frutal sirve para complementar la economía de los productores durante el tiempo en que los cultivos anuales (en su mayoría granos) están en etapa de desarrollo. Esto ha llevado a que no se realicen labores de mantenimiento y desarrollo de los perales, lo que necesariamente ha influido en los bajos niveles de rendimiento y en la calidad. Pese a ello existen experiencias exitosas, como el caso de los productores de Michoacán, que con sus propios recursos y conocimientos han hecho de éste cultivo una actividad rentable, pasando de una fruticultura de "lindero o traspatio" a huertas bien establecidas (Figura 5). Frente a esta situación, la importancia de esta fruta ha alcanzado niveles considerables en los últimos años, en lo que se refiere a volúmenes y erogación de divisas (ASERCA, 1996; López, 1997).



**Figura 5. Huerta de pera bien establecida.**

En México, las principales variedades de pera que se cultivan son: Paraíso, Kieffer y Lechera, pertenecen al género de las llamadas criollas y fueron introducidas por los españoles; aunque existen otras de menor importancia como la Chata, Paraíso, Española y San Juan.

### ***Superficie plantada y cosechada***

Según la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural (SAGAR, 1998), la producción de pera en México es una actividad en la que participan 21 estados de la república (Cuadro 10), de los cuales, seis han destacado en los últimos años de manera consistente tanto en superficie plantada, superficie cosechada y volumen producido. Estas entidades son Puebla, Michoacán, Morelos, Veracruz, Chihuahua y Estado de México, los cuales participaron durante el periodo de 1988-1997 con 87% en promedio de la superficie

plantada del total nacional. La tendencia mostrada durante este periodo muestra un crecimiento considerable, a partir de 1991, con una participación por arriba del 92%, y una superficie de 4,888 hectáreas, en promedio de los seis estados participantes.

**Cuadro 10. Superficie plantada (ha) con pera en la República Mexicana, por entidad federativa en el período 1988 - 1997.**

ESTADO	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
PUEBLA	1,482	1,429	1,429	1,792	1,892	2,052	2,052	2,052	1,936	1,993
MICHOACAN	1,661	294	294	1,734	1,989	1,982	1,932	1,818	1,877	1,892
MORELIA	399	399	381	381	381	381	381	381	381	381
CHIHUAHUA				304	294	299	263	260	230	211
VERACRUZ	280	175	175	173	173	188	181	168	173	173
MÉXICO	200	240	217	182	228	296	237	188	182	156
DURANGO	73	69	69	64	66	69	76	55	55	129
OAXACA	20	106	110	70	70	70	70	70	70	70
NUEVO LEON.	70	75	75	59	75	72	65	65	65	59
D.F.	59	54	48	43	43	43	38	43	35	34
HIDALGO	10			27	27	27	27	25	30	30
ZACATECAZ	18	21	19	19	24	24	24	24	21	22
GUANAJUATO	44	44	44	29	14	14	14	14	14	14
BAJA CALIFORNIA	29	29	9	9	9	9	9	9	10	11
SONORA	6	9	9	11	2	8	5	5	3	3
QUERETARO	13	13	15	10	10	0	0	2	10	3
JALISCO	62	11	8	6	6	2	2	2	2	2
COAHUILA	6	6	6	7	7	6	7	2	2	2
CHIAPAS	586	586	586	50	50	64				
GUERRERO					12	12	13	13	26	
SINALOA	5	5	5	5	5	5				
<b>TOTAL NACIONAL</b>	<b>5,023</b>	<b>3,565</b>	<b>3,499</b>	<b>4,975</b>	<b>5,377</b>	<b>5,623</b>	<b>5,396</b>	<b>5,196</b>	<b>5,122</b>	<b>5,185</b>

FUENTE: Elaborado en base a SAGAR, 1998.

En cuanto a la superficie cosechada, el comportamiento es similar a la superficie plantada mencionada anteriormente, solo el estado de Chihuahua cambia de lugar, al pasar de quinto a sexto lugar dentro de los seis estados

principales, con 88% de participación de la superficie cosechada del total nacional. La tendencia a nivel nacional mostrada durante el periodo analizado, indica un crecimiento, ya que al inicio del periodo la superficie se contabilizó en 4,405 ha. y finalizó con 5,038 ha. (Cuadro 11).

Es importante señalar que a partir de 1991, la participación de los seis estados principales en cuanto a superficie cosechada, mostraron un mayor porcentaje de participación, con un 94% y una superficie cosechada de 4,475 ha. en promedio.

**Cuadro 11. Superficie cosechada (ha) de pera en los principales estados productores en el periodo 1988-1997.**

ESTADO	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
PUEBLA	1,482	1,289	1,429	1,792	1,892	2,052	2,052	2,052	1,936	1,993
MICHOACAN	1,411	294	290	1,733	1,982	1,910	1,932	1,802	1,877	1,892
MORELOS	321	399	381	381	381	381	381	381	381	381
VERACRUZ	225	168	175	173	25	188	181	168	143	173
MÉXICO	115	188	217	182	228	294	237	188	182	156
CHIHUAHUA				214	288	256	188	207	63	155
SUBTOTAL	3,554	2,338	2,492	4,475	4,796	5,081	4,971	4,798	4,582	4,750
OTROS	851	930	896	260	307	381	299	312	306	288
<b>TOTAL NACIONAL</b>	<b>4,405</b>	<b>3,268</b>	<b>3,388</b>	<b>4,735</b>	<b>5,103</b>	<b>5,462</b>	<b>5,270</b>	<b>5,110</b>	<b>4,888</b>	<b>5,038</b>

FUENTE: Elaborado en base a SAGAR, 1998.

### ***Producción***

Con relación a la producción de pera, los principales estados productores en el periodo 1988-1997, son Michoacán, Puebla, Morelos, Veracruz, Chihuahua, y estado de México, con un comportamiento similar a los lugares que ocupan en

superficie plantada y cosechada. Estos estados participaron con 89% en promedio, del total de volumen producido a nivel nacional, el cual durante ese periodo mostró una evolución positiva en cuanto a volúmenes obtenidos, ya que se puede observar que al inicio del periodo la producción se contabilizó en 35,216 toneladas y para 1997 fue de 37,547 ton., con un incremento considerable en el año 1991, en donde se obtuvo una producción nacional de 43,937 ton., la más alta durante ese periodo, donde resaltan los volúmenes que se generaron en los estados de Michoacán y Puebla, principalmente, a partir de ese año y que ubicaron a Michoacán como el principal estado productor del país a partir de 1991, con una producción de 21,325 ton., por arriba de la que se obtuvo en el año anterior que fue de 2,633 ton (Cuadro 12).

El incremento en la producción se debió a la sustitución de duraznos por perales en el estado, lo que permitió generar grandes huertas dedicadas específicamente al cultivo de pera, permitiendo pasar de una fruticultura de "lindero" o "traspatio" a huertas bien establecidas y con apoyo tecnológico para su mantenimiento, dando como resultado un incremento en superficie plantada, de cerca del 500% para el año 1991, pasando de 294 ha. en 1990 a 1,734 ha. en 1991, manteniendo un crecimiento en este rubro, hasta el final del periodo analizado (ASERCA, 1996).

**Cuadro 12. Producción de pera (ton) en los principales estados productores en el periodo 1988-1997.**

ESTADO	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
MICHOACÁN	12,555	2,108	2,633	21,325	17,410	18,355	15,365	9,467	16,588	17,449
PUEBLA	10,098	6,912	9,318	14,082	13,557	11,764	9,375	9,893	9,835	9,911
VERACRUZ	855	740	796	1,275	400	1,723	1,764	1,046	1,446	2,804
MORELOS	1,284	1,596	781	2,096	1,705	1,562	1,924	1,705	3,029	2,278
CHIHUAHUA				2,576	2,690	2,491	1,746	1,716	1,241	2,069
MÉXICO	551	722	1,014	857	893	1,621	1,250	2,211	2,780	1,368
SUBTOTAL	25,343	12,078	14,542	42,211	36,655	37,516	31,424	26,038	34,919	35,879
OTROS	9,873	3,476	3,871	1,726	1,402	2,069	1,684	1,657	1,568	1,668
<b>TOTAL NACIONAL</b>	<b>35,216</b>	<b>15,554</b>	<b>18,413</b>	<b>43,937</b>	<b>38,057</b>	<b>39,585</b>	<b>33,108</b>	<b>27,695</b>	<b>36,487</b>	<b>37,547</b>

FUENTE: Elaborado en base a SAGAR, 1998.

#### 2.9.5. IMPORTANCIA DE LA PERA EN EL ESTADO DE MÉXICO

De 1989 a 1996, el cultivo de la pera en el estado de México se ha ubicado dentro de los diez principales frutales, en cuanto a superficie plantada. Sin embargo, en los últimos años se observa una tendencia a disminuir la superficie plantada, de acuerdo a información de la SAGAR (1998) ubicándose este cultivo en el onceavo lugar en 1997, con la superficie plantada más baja en la década de 1988-1997, con 156 ha. La superficie plantada ha disminuido un 47% en relación a la máxima superficie plantada registrada en 1993, que fue de 293 ha. (Cuadro 13).

**Cuadro 13. Superficie plantada (ha) de los cultivos frutales producidos en el estado de México de 1988 a 1997.**

CULTIVO	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
TUNA	8802	8802	8784	8968	8785	8780	8804	8807	12940	12940
DURAZNO	2590	2659	2387	2451	2317	2087	2013	2094	2089	2322
AGUACATE	2900	2970	2094	2457	2437	2070	2110	2130	2161	2068
MANGO	658	665	670	545	714	605	719	672	523	547
MANZANA	740	774	779	553	510	600	654	655	664	510
GUAYABA	247	272	6	269	304	303	303	358	363	386
CAFE CEREZA	61	88	80	81	102	87	92	98	98	261
CIRUELA DEL PAIS	12	12	102	66	162	159	163	194	256	235
NUEZ DE CASTILLA	73	13	13	120	84	79	101	58	303	208
LIMON AGRIO	354	377	364	372	402	165	170	191	205	201
PERA	200	240	217	182	228	296	237	188	182	156
FRESA	217	195	114	221	123	115	114	127	109	130
CAÑA FRUTA	28	53		54	70	77	19	81	152	84
ZARZAMORA					4	4	6	30	30	53
GRANADA ROJA	97	97	99	70	54	50	50	69	69	49
CIRUELA DE ALMENDRA	220	220		71	18	26	38	1	35	39
CAPULIN	145	145	145		40	40	5	5	39	39
NARANJA	50	52	45	37	51	43	55	47	34	34
TEJOCOTE	110	110	110	20	20	22	20	12	30	30
PAPAYA	61	64	61	50	53	13	3	3	3	17
NUEZ ENCARCELADA	232	232	198	21	19	12	12			
SUBTOTAL	17797	18040	16268	16608	16497	15633	15688	15820	20285	20309
OTROS FRUTALES	110	113	55	127	138	156	153	166	199	240
<b>TOTAL</b>	<b>17907</b>	<b>18153</b>	<b>16323</b>	<b>16735</b>	<b>16635</b>	<b>15789</b>	<b>15841</b>	<b>15986</b>	<b>20484</b>	<b>20549</b>

FUENTE: Elaborado en base a SAGAR, 1998.

En cuanto a superficie cosechada, el comportamiento en la década 1988-1997, fue similar al descrito para la superficie plantada, ocupando el onceavo lugar en 1997, con 156 ha. cosechadas (Cuadro 14), con una producción para ese año de 1,368 ton. (Cuadro. 15), participando con 0.7% en el volumen total producido por cultivos frutales.

**Cuadro 14. Superficie cosechada (ha) de los cultivos frutales producidos en el estado de México de 1988 a 1997**

CULTIVO	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
TUNA	8802	8802	8784	7717	8455	8450	8804	8807	12940	12940
DURAZNO	2326	2516	2031	2451	2279	2072	1979	2094	2089	2322
AGUACATE	2511	2626	2093	2457	2437	1803	2078	1885	2145	2068
MANGO	601	518	469	545	629	604	668	457	523	547
MANZANA	588	684	714	553	510	597	654	624	664	510
GUAYABA	209	209	6	269	304	303	303	358	363	386
CAFE CEREZA	51	21	80	81	100	70	92	98	98	261
CIRUELA DEL PAIS	4	8	102	66	162	158	163	194	256	235
NUEZ DE CASTILLA	71		13	120	84	79	100	58	303	208
LIMON AGRIO	107	315	364	372	343	153	168	179	205	201
PERA	115	188	217	182	228	294	237	188	182	156
FRESA	217	159	113	221	123	115	114	109	109	130
CAÑA FRUTA	28	53		54	70	77	19	81	152	84
ZARZAMORA					4	4	6	18	28	53
GRANADA ROJA	93	93	99	70	54	2	50	69	69	49
CIRUELA DE ALMENDRA	165	170		71	18	26	38	1	35	39
CAPULIN		145	145		40	40	5	5	39	39
NARANJA	38	37	45	37	39	43	43	25	34	34
TEJOCOTE		110	110	20	20	22	20	12	30	30
PAPAYA	61	61	61	50	13	13	3	3	3	17
NUEZ ENCARCELADA	34	232	198	21	19	12	12			
SUBTOTAL	16021	16947	15644	15357	15931	14937	15556	15265	20267	20309
OTROS FRUTALES	107	102	45	127	128	154	153	160	199	226
<b>TOTAL</b>	<b>16128</b>	<b>17049</b>	<b>15689</b>	<b>15484</b>	<b>16059</b>	<b>15091</b>	<b>15709</b>	<b>15425</b>	<b>20466</b>	<b>20535</b>

FUENTE: Elaborado en base a SAGAR, 1998.

**Cuadro 15. Producción de los cultivos frutales (ton) cultivados en el estado de México de 1988 a 1997**

CULTIVO	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
TUNA	81700	75432	91554	67431	73407	71825	86479	11001	128045	135890
DURAZNO	12609	13595	10518	11857	11857	7666	13682	14764	24892	17082
AGUACATE	17691	21077	11181	21359	18920	17222	13382	13936	15582	15209
MANGO	6246	3587	3042	5198	6147	9620	4577	4698	4450	5044
CAÑA FRUTA	772	2270		1174	1750	5390	1330	1782	3744	4860
GUAYABA	851	1581	36	1671	1927	2290	2286	3695	2781	4147
MANZANA	3309	2918	3264	4512	3131	2524	3579	4059	4354	3841
FRESA	1708	2224	543	3545	2135	1038	1017	1893	1894	2270
LIMON AGRIO	474	844	4023	1978	1209	826	1135	2175	2270	2010
PERA	551	722	1014	857	893	1621	1250	2211	2780	1368
NUEZ DE CASTILLA	213		23	322	127	125	158	169	1722	1323
CIRUELA DEL PAIS	4	36	474	391	758	869	813	996	1650	1223
ZARZAMORA					14	13	28	77	156	420
PAPAYA	932	2318	2318	1920	380	375	77	45	47	417
CAFE CEREZA	181	58	189	199	143	84	144	116	156	313
NARANJA	595	481	272	289	314	435	356	191	246	275
CIRUELA DE ALMENDRA	264	555		263	102	62	122	4	140	234
CAPULIN		580	580		800	140	25	26	59	234
GRANADA ROJA	375	558	516	477	200	3	72	232	257	177
TEJOCOTE		330	330	60	80	71	100	46	146	143
NUEZ ENCARCELADA	36	306	613	21	76	36	39			
SUBTOTAL	128511	129472	130490	123524	124370	122235	130651	62116	195371	196480
OTROS FRUTALES	916	617	431	777	832	921	854	1158	1430	1459
<b>TOTAL</b>	<b>129427</b>	<b>130089</b>	<b>130921</b>	<b>124301</b>	<b>125202</b>	<b>123156</b>	<b>131505</b>	<b>63274</b>	<b>196801</b>	<b>197939</b>

FUENTE: Elaborado en base a SAGAR, 1998.

## 2.10. CULTIVO DE MAÍZ

### 2.10.1. ANTECEDENTES GENERALES DEL CULTIVO DEL MAÍZ

El maíz tiene su centro de origen en el sur de México y Centroamérica y su centro secundario en la zona de valles altos de Peru, Ecuador y Bolivia. Pertenece al género *Zea* y a la especie *Z. mays*; es una planta monoica, con flores unisexuales y alógamas (Reyes, 1990 ; Gauna, 1981, citado por Victorio y Vázquez, 1992).

## 2.10.2. CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS DEL MAÍZ

El maíz es una planta anual con un gran desarrollo vegetativo, puede alcanzar hasta 5 m de altura, lo común o normal son de 2 a 2.5 m. De tallo muy robusto, nudoso y macizo, tiene de 15 a 30 hojas alargadas y abrazadoras (4 a 10 cm de ancho por 35 a 50 cm de longitud), de borde áspero, finamente ciliado y algo ondulado. Desde el entrenudo inferior pueden nacer tallos secundarios, que no suelen dar espigas, y en caso de darlas, se abortan (Reyes, 1990).

El tallo esta formado por entrenudos separados por nudos distantes, cerca del suelo, los entrenudos son cortos y de sus nudos nacen las raíces aéreas. El grosor del tallo disminuye de abajo hacia arriba, es circular hasta la panícula o inflorescencia masculina, que corona la planta. El maíz tiene un sistema radical bien definido en tres estadios:

- Al germinar, emergen del primer nudo las raíces temporales o embrionales, se les conoce como raíces primarias, emitidas por la semilla, comprenden a la radícula y raíces seminales. Estas raíces primarias solamente funcionan durante la germinación, emergencia y desarrollo de la plántula, y desaparecen al agotarse el endospermo e inician sus funciones las raíces permanentes.

- Las raíces permanentes nacen en el segundo nudo de la plántula o nudo superior del mesocotilo, se les conoce también como principales o secundarias, comienzan a formarse a partir de la corona, por encima de las raíces primarias, y constituyen casi la totalidad del sistema radical.
- Las raíces adventicias, emergen cuando la planta está en crecimiento activo, son conocidas como raíces aéreas, nacen en los nudos de la base del tallo, por encima de la corona.

El maíz es una planta monóica, es decir, que lleva en cada pie de planta flores masculinas y femeninas. Las flores masculinas se agrupan en una panícula (penacho o pendones) terminal y las femeninas se reúnen en espigas (panoja, mazorca) que nacen de las axilas de la hoja del tercio medio de la planta. Las flores masculinas son de 6-8 mm, salen por parejas a lo largo de muchas ramas finas de aspecto plumoso, situadas en el extremo superior del tallo, cada flor masculina tiene tres estambres, largamente filamentados. Las espiguillas (espiguillas) femeninas se agrupan en una ramificación lateral, gruesa, de forma cilíndrica, cubierta por brácteas foliadas. Sus estilos sobresalen de las brácteas y alcanzan una longitud de 12 a 20 cm, formando en conjunto su cabellera característica que sale por el extremo de la mazorca. Cada flor femenina, si es fecundada en su momento, dará lugar a un fruto en forma de grano, de consistencia mas o menos duro, lustroso, de color amarillo, púrpura o blanco. Los frutos quedan agrupados formando hileras alrededor de un eje

grueso o duro (olote). El fruto (grano) es un cariósido formado por la cubierta o pericarpio, el endospermo y el embrión o germen semilla. El cariósido es un fruto seco e indehisciente al cual está adherido el pericarpio, formando en su conjunto al grano (Reyes, 1990).

### 2.10.3. IMPORTANCIA SOCIOECONÓMICA DEL MAÍZ

El maíz, palabra de origen indio caribeño que significa literalmente "*lo que sustenta la vida*", es junto con el trigo y el arroz uno de los cereales más importantes del mundo, suministra elementos nutritivos a los seres humanos y a los animales y es una materia prima básica de la industria de la transformación, con la que se produce almidón, aceite y proteínas, bebidas alcohólicas, edulcorantes alimenticios, y hasta hace poco, combustible. La planta tierna, se emplea como forraje, y se ha utilizado con gran éxito en las industrias lácteas y cárnicas. Posterior a la recolección del grano, queda la planta seca, de la cual, se utilizan las hojas y la parte superior, incluidas las flores, como forraje para los rumiantes de pequeños agricultores de los países en desarrollo; y los tallos erectos, que de algunas variedades son resistentes, se utilizan para construir cercas y muros (FAO, 1993).

En México, la mayor parte de la producción del maíz es para uso del grano como alimento humano en la elaboración de tortilla y/o la fabricación de harina para maíz nixtamalizado. Algunos de los usos son: consumo directo (tortillas,

elotes, tamales, totopos, pinole, atole, pozole, etc.), alimentación animal (en granjas domésticas y comerciales), usos industriales (almidones, aceites, mieles, maicena, etc.) y semilla para sembrar (Reyes, 1990).

#### 2.10.4. IMPORTANCIA MUNDIAL DEL MAÍZ

De acuerdo a FAO (1999), en 1998 el maíz ocupó entre los principales cereales, el tercer lugar en superficie cosechada, con una participación de alrededor del 20% de la superficie cosechada mundial, después del trigo y el arroz.

En cuanto a la producción, el maíz se encuentra dentro de los tres cereales más importantes en el mundo y para 1998, según FAO, alcanzó el primer lugar, con una participación del 29% del total mundial (Cuadro 16).

**Cuadro 16. Superficie cosechada y producción de los principales cereales en el mundo en 1998.**

CEREAL	SUPERFICIE (ha)	PRODUCCIÓN (ton)
TRIGO	224,373,684	588,841,593
ARROZ	150,305,182	563,188,439
MAIZ	137,429,918	604,012,603
CEBADA	61,699,009	138,819,689
SORGO	44,442,335	63,450,959
MIJO	37,595,594	29,203,801
AVENA	14,580,467	25,802,185
CENTENO	10,809,769	20,976,647
TRITICALE	2,678,527	9,264,543
SUBTOTAL	683,914,485	2,043,560,459
OTROS CEREALES	7,711,214	10,807,241
<b>TOTAL</b>	<b>691,625,699</b>	<b>2,054,367,700</b>

FUENTE: Elaborado en base a FAO, 1999.

De acuerdo con las estadísticas de FAO, en 1998 en la producción mundial de maíz participaron 159 países, de los cuales 25 constituyen el 84.7% de la superficie cosechada y el 91% de la producción mundial (Cuadro 17). En ese año, los Estados Unidos de América se ubicaron en primer lugar aportando el 41% de la producción mundial, seguido por China, Brasil y México con un 21%, 4.8%, y 3% respectivamente.

**Cuadro 17. Principales países productores de maíz en 1998.**

País	Superficie (ha)	Producción (ton)
Estados Unidos de América	29,382,000	247,943,008
China	24,070,000	125,395,412
Brasil	10,599,213	29,296,864
México	7,500,000	18,411,320
India	6,200,000	10,000,000
Nigeria	4,255,000	5,858,000
Indonesia	3,833,824	10,058,609
Sudáfrica	3,521,000	7,574,000
Argentina	3,187,000	19,100,000
Rumania	3,084,880	8,623,370
Filipinas	2,354,208	3,823,184
Tanzania, Rep Unida de	2,028,026	2,750,000
Francia	1,770,000	14,426,000
Kenya	1,510,000	2,450,000
Etiopía	1,449,300	2,344,300
Tailandia	1,400,000	4,986,420
Yugoslavia, Rep Fed	1,350,000	5,600,000
Mozambique	1,248,000	1,124,000
Malawi	1,245,000	1,724,755
Zimbabwe	1,224,000	1,418,000
Congo, República Dem del	1,200,000	900,000
Canadá	1,118,400	8,912,000
Hungría	1,020,000	6,500,000
Italia	968,799	9,030,855
Ucrania	907,900	2,300,800
<b>SUBTOTAL</b>	<b>116,426,550</b>	<b>550,550,897</b>
<b>EL RESTO</b>	<b>21,003,328</b>	<b>53,461,658</b>
<b>TOTAL</b>	<b>137,429,878</b>	<b>604,012,555</b>

FUENTE: Elaborado en base a FAO, 1999.

## 2.10.5. IMPORTANCIA NACIONAL DEL MAÍZ

En base a la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural (SAGAR, 1998), en el periodo de 1988-1997, el maíz para grano ocupó el primer lugar dentro de los cultivos no frutales producidos en México, con una participación del 45.6% y 45.8% en promedio, del total de la superficie sembrada y cosechada, respectivamente, durante ese periodo (Cuadro 18 y 19).

**Cuadro 18. Superficie sembrada (ha) de los principales cultivos no frutales producidos en México en el periodo 1988-1997.**

CULTIVO	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
MAÍZ GRANO	8011	7564	7918	7730	8003	8248	9196	9080	8639	9133
FRIJOL	2345	1737	2272	2199	1861	2151	2386	2354	2196	2320
SORGO GRANO	1953	1810	1916	1509	1458	974	1435	1584	2345	2123
TRIGO GRANO	966	1205	959	1007	954	899	1019	969	853	721
CAÑA DE AZUCAR	646	668	678	642	640	620	628	630	676	670
AVENA FORRAJERA	292	322	311	307	348	297	291	314	302	300
CEBADA GRANO	299	294	268	296	308	284	137	256	314	266
ALFALFA VERDE	197	210	214	214	210	216	217	215	224	218
ALGODÓN HUESO	304	190	224	271	50	43	175	295	315	214
MAÍZ FORRAJERO	150	126	139	179	166	174	175	174	221	169
SOYA	155	508	297	348	327	241	299	151	56	165
PRADERAS	162	164	144	10	43	44	41	43	56	142
SORGO FORRAJERO	62	64	67	73	64	64	115	83	107	128
GARBANZO BLANCO	76	107	127	92	93	79	54	81	140	120
ARROZ PALAY	175	193	120	96	97	63	97	90	91	118
CARTAMO	226	180	203	98	103	79	87	107	144	118
CHILE VERDE	87	81	73	81	105	110	88	88	82	94
HENEQUEN	113	116	118	146	150	110	106	104	49	86
AJONJOLI	108	91	131	90	55	37	25	43	82	55
SUBTOTAL	16326	15630	16178	15389	15034	14731	16571	16659	16892	17158
OTROS CULTIVOS	1780	1584	1582	1720	2339	2334	2249	2080	2212	2725
<b>TOTAL</b>	<b>18106</b>	<b>17214</b>	<b>17759</b>	<b>17109</b>	<b>17373</b>	<b>17065</b>	<b>18820</b>	<b>18739</b>	<b>19104</b>	<b>19883</b>

FUENTE: Elaborado en base a SAGAR, 1998.

**Cuadro 19. Superficie cosechada (ha) de los principales cultivos no frutales producidos en México en el periodo 1988-1997.**

CULTIVO	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
MAIZ GRANO	6503	6470	7339	6947	7219	7428	8194	8020	8051	7406
SORGO GRANO	1800	1621	1818	1381	1376	878	1252	1372	2185	1877
FRIJOL	1947	1321	2094	1989	1296	1874	2087	2040	2048	1615
TRIGO GRANO	913	1144	933	984	916	878	965	929	809	658
CAÑA DE AZUCAR	604	612	571	546	557	561	587	571	622	615
AVENA FORRAJERA	286	299	303	302	330	291	207	292	300	285
CEBADA GRANO	247	264	263	284	290	234	116	246	283	244
ALFALFA VERDE	186	202	208	205	206	207	214	213	222	215
ALGODON HUESO	294	178	220	249	46	40	169	275	307	207
MAIZ FORRAJERO	146	121	138	166	163	163	158	163	217	143
PRADERAS	160	155	144	10	41	42	41	42	54	142
SOYA	139	490	286	342	323	238	288	134	49	123
SORGO FORRAJERO	58	60	66	71	61	61	107	78	103	118
GARBANZO BLANCO	67	106	122	86	42	77	54	79	138	118
ARROZ PALAY	127	151	105	85	90	59	88	78	87	113
CARTAMO	201	149	157	94	81	73	58	97	121	96
CHILE VERDE	73	74	66	73	96	102	83	76	79	90
HENEQUEN	56	57	55	54	83	62	61	70	49	49
AJONJOLI	82	79	110	72	43	35	19	37	80	43
SUBTOTAL	13889	13553	14998	13939	13259	13304	14747	14815	15804	14156
OTROS CULTIVOS	1335	1298	1279	1359	2090	2173	2091	1916	2074	2507
<b>TOTAL</b>	<b>15225</b>	<b>14852</b>	<b>16277</b>	<b>15298</b>	<b>15349</b>	<b>15476</b>	<b>16838</b>	<b>16731</b>	<b>17878</b>	<b>16663</b>

FUENTE: Elaborado en base a SAGAR, 1998.

En cuanto a la producción, de los cultivos no frutales que se han señalado, y dentro de los cultivos básicos, el maíz para grano se ubicó en el primer lugar durante el periodo señalado, seguido por el trigo, el frijol y el arroz (Cuadro 20).

**Cuadro 20. Producción de los principales cultivos no frutales (ton) producidos en México en el periodo 1988-1997.**

CULTIVO	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
CAÑA DE AZUCAR	42673	43894	39908	38387	41652	42880	40539	44324	44295	44465
MAIZ GRANO	10592	10953	14635	14252	16929	18125	18236	18353	18024	17656
ALFALFA VERDE	11910	12240	14282	14177	12378	13896	15890	15574	16233	15992
PRADERAS	2444	2005	1978	492	1743	1516	1321	1408	1942	6999
SORGO GRANO	5894	5002	5978	4308	5353	2581	3701	4170	6809	5712
MAIZ FORRAJERO	3308	3003	3588	4160	4059	4580	4336	4299	5390	4606
SORGO FORRAJERO	1322	1327	1559	1687	1318	1451	2051	1765	2094	3213
TRIGO GRANO	3665	4375	3931	4061	3621	3582	4151	3468	3375	2845
AVENA FORRAJERA	2080	2201	2563	2492	2320	2375	1701	2149	2381	2336
CHILE VERDE	595	644	633	761	867	874	766	918	951	1337
FRIJOL	862	593	1287	1379	719	1288	1364	1271	1349	965
ALGODON HUESO	807	467	533	559	92	76	340	625	765	632
CEBADA GRANO	370	435	492	580	550	541	307	487	586	471
ARROZ PALAY	457	527	394	347	394	287	374	367	394	469
GARBANZO BLANCO	72	131	162	143	49	107	80	116	223	201
SOYA	226	992	575	725	594	498	523	190	56	185
CARTAMO	248	142	159	88	41	64	64	113	182	163
HENEQUEN	46	31	35	36	49	35	36	43	24	24
AJONJOLI	35	46	60	37	23	23	9	21	47	21
SUBTOTAL	87606	89011	92755	88670	92748	94778	95787	99662	105121	108293
OTROS CULTIVOS	52241	55640	47800	26825	40759	101086	114746	98510	44642	91666
<b>TOTAL</b>	<b>139847</b>	<b>144651</b>	<b>140555</b>	<b>115495</b>	<b>133507</b>	<b>195864</b>	<b>210533</b>	<b>198171</b>	<b>149763</b>	<b>199959</b>

FUENTE: Elaborado en base a SAGAR, 1998.

El cultivo del maíz es una actividad que se realiza en los 32 estados de la República Mexicana (Cuadro 21 ) y si consideramos que, en base al VII Censo Agrícola y Ganadero, México tiene una superficie de labor, es decir, una superficie destinada para cultivos de 31,104,451.314 ha. (INEGI, 1994), significa que en la década de 1988 a 1997, México ha dedicado al año, entre un 27% y un 30% de esa superficie, al cultivo del maíz.

**Cuadro 21. Superficie sembrada de maíz (ha) total, por estado en el periodo 1988-1997.**

ESTADO	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
CHIS	648,872	731,746	705,112	709,879	743,525	744,926	727,532	918,571	908,755	922,867
JAL	736,309	698,080	711,556	668,830	700,725	696,523	738,851	718,638	716,182	754,492
VER	511,857	524,380	602,709	504,205	482,671	487,096	639,298	661,330	661,101	659,226
PUE	625,271	645,152	625,341	627,408	604,252	602,238	587,881	623,837	633,593	630,955
MEX	679,246	655,045	674,210	643,047	659,742	587,852	631,528	621,309	622,573	628,126
OAX	493,636	503,586	485,359	473,603	458,456	473,941	632,169	583,076	576,681	599,046
MICH	524,554	458,828	497,835	495,182	446,568	516,593	540,913	571,770	521,176	550,366
GRO	516,746	510,576	465,612	467,487	445,268	444,945	460,100	496,264	517,861	490,393
SIN	117,530	140,727	121,458	219,213	304,330	406,600	472,202	378,346	305,188	478,696
GTO	418,844	345,796	415,738	386,572	405,787	492,011	485,403	422,137	379,025	392,159
CHIH	222,730	277,157	239,591	362,750	450,818	314,630	288,386	245,316	183,151	373,082
ZAC	418,254	301,017	412,336	263,304	313,284	309,562	316,852	347,532	349,105	328,039
HGO	264,005	263,872	297,739	295,317	302,215	295,912	308,814	290,965	278,810	292,589
S.L.P.	245,405	186,103	207,763	202,772	173,716	189,678	271,731	298,339	269,138	292,565
DGO	216,378	154,217	212,274	173,135	216,102	204,135	234,482	220,936	223,443	231,781
TAMP	277,633	285,452	277,796	202,291	249,490	431,615	480,313	419,807	162,665	189,790
YUC	186,608	141,352	142,842	151,452	151,059	146,817	144,717	166,494	159,604	162,478
TLAX	144,268	139,057	148,744	136,708	151,750	150,351	158,641	144,894	143,042	143,723
CAMP	71,729	60,270	75,599	77,428	72,510	71,979	116,702	128,309	133,779	140,701
SON	66,230	16,370	38,323	103,725	85,355	109,256	123,568	99,121	173,595	121,659
QRO	93,435	101,693	95,791	96,034	96,230	85,738	110,937	113,074	119,443	115,956
N.L.	91,735	55,778	66,771	90,119	83,879	64,748	124,355	100,291	84,098	113,630
TAB	67,303	61,000	52,435	51,866	44,911	50,018	109,910	108,885	108,125	105,600
NAY	52,162	50,805	58,156	62,326	70,921	66,718	117,647	87,232	84,837	86,154
Q.ROO	87,566	61,291	57,681	58,495	51,610	43,217	78,404	86,835	83,354	83,001
AGS	85,466	71,849	89,394	57,322	65,059	78,769	84,707	67,469	64,547	71,371
COAH	48,711	25,556	44,667	42,781	62,866	53,786	72,019	57,106	52,384	55,728
MOR	45,727	45,247	42,689	41,947	39,467	51,575	55,078	46,323	50,844	52,613
COL	35,024	33,303	29,313	30,292	27,998	29,311	44,411	35,013	38,695	36,094
B.C.S.	2,787	3,500	9,141	22,223	22,786	18,056	18,913	8,657	22,708	19,786
D.F.	12,670	12,224	10,840	11,007	8,780	9,092	8,961	8,169	8,000	7,940
B.C.	2,249	3,234	2,703	1,318	10,545	19,919	11,053	3,591	3,233	2,468
<b>TOTAL</b>	<b>8,010,940</b>	<b>7,564,263</b>	<b>7,917,518</b>	<b>7730038</b>	<b>8,002,675</b>	<b>8,247,607</b>	<b>9,196,478</b>	<b>9,079,636</b>	<b>8,638,735</b>	<b>9,133,074</b>

FUENTE: Elaborado en base a SAGAR, 1998.

De los 32 estados del país que se dedican a la producción de maíz, las entidades de Chiapas, Jalisco, Veracruz, Puebla y México, ocuparon en la década de 1988 a 1997 los cinco primeros lugares en cuanto a superficie sembrada de maíz para grano, participando en conjunto con alrededor del 40% de la superficie nacional sembrada por año.

En cuanto a superficie cosechada, el comportamiento es similar al anterior, los estados que aparecen en los primeros cinco lugares, son los mismos que aparecen en la parte de superficie sembrada (Cuadro 22).

**Cuadro 22. Superficie cosechada de maíz (ha), total por estado en el periodo 1988-1997.**

ESTADO	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
CHIAPS	635079	627746	698111	676091	730664	739233	702700	903777	907583	802725
JAL	691980	620352	676892	625240	667755	669453	700423	706900	694966	635205
MEX	394772	595697	668210	598564	644810	569038	629183	604036	619931	622893
VER	443854	463501	539649	459159	463578	405711	601472	613345	619238	609986
OAX	430939	473911	390655	382123	428984	459431	513130	540413	546788	486758
PUE	556013	620258	567118	588869	567127	539979	539527	588947	627988	484400
MICH	499867	442895	464939	465322	416310	483885	519731	560999	510750	469275
SIN	70033	112490	107329	192494	200840	389299	418011	368980	291590	441373
GRO	508668	507164	463068	422844	443297	429147	416989	491682	506023	371554
CHIHUA	203521	191059	237763	346714	399095	307221	242905	131735	167496	318670
GTO	318164	265622	399007	328048	364413	437392	393888	372639	324767	247020
ZAC	386895	215114	401147	238842	223536	271113	286689	296107	325919	223169
HGO	219506	223395	247224	258195	258029	190091	280340	226073	258181	214406
YUC	14964	112717	141316	130529	149952	143477	114828	102850	68548	148324
S.L.P.	146483	90237	146073	165182	107578	93961	170878	151254	214770	140931
DGO	158346	108230	195341	165014	143085	191151	198862	208903	214861	137199
TLAX	72858	137361	144571	135607	151039	148913	154420	143344	141732	128920
TAMP	239284	241741	243123	182126	223148	344037	441053	365679	136282	122232
CAMP	22196	43481	69261	49254	67574	64563	104431	35106	118939	121821
SON	61728	13815	35251	101990	81858	106077	123469	95834	171418	119878
TAB	50474	53373	50113	44753	39296	45411	105023	74757	100424	97774
NAY	48396	48676	55773	61228	66517	66201	107740	86701	84600	85791
Q.ROO	22894	30892	49868	32048	48416	31233	15526	25255	65423	74282
N.L.	32998	24357	48208	61868	53739	32148	85658	31510	37350	69723
QRO	61343	73465	88050	61143	84459	57362	108815	99362	90433	66720
MOR	45594	45201	42689	40061	39360	51572	52396	46323	50087	49133
COAH	30273	18646	40318	35023	50523	40197	50348	30576	30689	36442
COL	33660	31924	27621	27157	22774	29192	41206	33925	36089	32654
B.C.S.	2508	3250	9010	21662	21834	17774	18476	8533	21804	19131
AGS	85282	18462	79096	37955	42278	46770	37887	64016	56210	17911
D.F.	11911	11555	10840	10866	8006	9047	8913	7967	8000	7940
B.C.	2191	3115	1238	860	9478	18146	9051	2864	2052	1821
<b>PAIS</b>	<b>6502674</b>	<b>6469702</b>	<b>7338872</b>	<b>6946831</b>	<b>7219352</b>	<b>7428225</b>	<b>8193968</b>	<b>8020392</b>	<b>8050931</b>	<b>7406061</b>

FUENTE: Elaborado en base a SAGAR, 1998.

Con relación a la producción durante la década señalada, los estados de la República Mexicana con mayor producción son Michoacán, Sinaloa, México, Jalisco, Chiapas y Veracruz. Los estados de Sinaloa, México, Jalisco, Chiapas y Veracruz, en 1997 en conjunto produjeron el 54% del volumen total producido en el país. Destaca la participación del Estado de México, que en la mayoría de

los años de la década de referencia, ha ocupado el segundo lugar con una participación, en 1997, del 13%. También destaca el comportamiento del estado de Sinaloa, al pasar del lugar 18 en 1988, con una participación del 1.3%, al primer lugar en 1997 con un volumen de producción equivalente al 15% de la producción nacional (Cuadro 23).

**Cuadro 23. Producción de maíz (ton), total por estado en el periodo 1988-1997.**

ESTADO	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
SIN	140383	237518	317517	821000	960109	2449096	2762275	2027474	1696177	2700843
MEX	617405	1179515	2397144	1755997	1901215	1233450	1561746	2146471	2250753	2309408
JAL	1812271	1534645	2226388	2310590	2421193	2379659	2125336	2231290	2328157	2074466
CHIAPS	1067807	1125677	1075348	983415	1607369	1594100	1096254	1696001	1543675	1319230
VER	700055	719787	846122	797570	895397	779912	929953	1104281	1182712	1121082
MICH	842049	644091	904757	979195	920566	1060769	1042268	1293058	1130533	985172
GRO	863892	972546	828356	786516	983801	886836	765736	1112254	1072124	812128
PUE	570023	897753	1077138	1020398	1164429	1018884	881146	1063857	1182504	797162
CHIHUA	250425	235504	435729	739955	948238	880082	487031	303627	412303	768249
SON	192990	37355	119401	393714	291271	456659	542981	457480	834116	641000
OAX	509867	542039	452964	422014	512818	547654	623953	720714	683624	625270
GTO	410681	408406	666431	532760	784174	1255706	1020245	824005	757368	558237
HGO	336414	358045	439723	383867	485430	362081	453166	406140	427970	465226
TAMP	893661	543603	658631	443304	747037	1108758	1355550	818609	230338	262694
NAY	142313	141410	144399	177992	170805	181366	317063	225790	224996	242120
DGO	168950	109676	234458	239127	248521	289215	325088	291280	288146	238427
ZAC	279671	191176	458416	216683	243900	244826	277618	296450	302291	230019
CAMP	12839	55907	92766	55565	111122	82268	115314	54889	133041	189481
TLAX	119982	275538	305474	262051	379671	253806	310065	297076	328046	178806
S.L.P.	203573	146417	197093	210361	174692	135392	193209	160989	169285	177986
QRO	44790	94352	107156	60640	136505	111856	168409	186173	169207	156342
TAB	75719	82661	92162	74294	67025	71205	125365	99995	140937	154920
YUC	8924	87651	118860	131844	153048	116297	94582	73136	45049	142088
MOR	65681	87317	95854	67511	102929	94753	97599	115943	100732	98534
B.C.S.	6109	8963	26643	77843	87715	89601	97492	40484	85065	88657
COL	69524	66717	75270	65372	58119	76546	90568	90654	94318	70194
N.L.	50947	38246	61180	91140	92629	99691	159112	54759	43347	64558
AGS	47108	41799	74222	47420	73188	65997	74037	85562	77249	63082
Q.ROO	6045	21669	34370	16227	33546	16848	6616	10410	37778	49731
COAH	45822	30552	46408	62955	130403	104002	96172	44855	31851	49231
D.F.	25152	28642	21786	22168	16565	16070	16216	12826	12758	15211
B.C.	11219	7670	3273	2012	25912	61878	23661	6324	7176	6704
<b>PAIS</b>	<b>10592291</b>	<b>10952847</b>	<b>14635439</b>	<b>14251500</b>	<b>16929342</b>	<b>18125263</b>	<b>18235826</b>	<b>18352856</b>	<b>18023626</b>	<b>17656258</b>

FUENTE: Elaborado en base a SAGAR, 1998.

#### 2.10.6. IMPORTANCIA DEL MAÍZ EN EL ESTADO DE MÉXICO

De acuerdo a SAGAR (1998), el cultivo de maíz ocupa el primer lugar en la entidad en cuanto a superficie sembrada, cosechada y volumen de la producción (Cuadros 24, 25 y 26). De acuerdo a la información del VII Censo Agrícola y Ganadero, el Estado de México tiene una superficie de labor de 732,731 ha. Eso quiere decir que en promedio, en ese estado en los años de la década de 1988 a 1997, se ha destinado el 87% de su superficie de labor al cultivo del maíz.

**Cuadro 24. Superficie sembrada (ha) de los cultivos no-frutales producidos en el Estado de México de 1988 a 1997**

CULTIVO	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
MAIZ GRANO	679246	655045	674210	643047	659742	587852	631528	621309	622573	628126
PRADERAS	1943	1450	1065	1152	1890	1481	2162	4776	19413	68443
TRIGO GRANO	39385	49704	32310	34592	34051	34828	35039	37700	44985	37818
AVENA FORRAJERA	17736	18962	20588	24320	21889	27470	17261	33031	31233	27955
CEBADA GRANO	42167	45047	41176	31996	23326	27259	18000	25112	27630	26190
FRIJOL	19579	18503	21312	22639	18436	21132	20360	20055	21846	22996
MAIZ FORRAJERO	7798	6515	7929	8075	12065	9152	6015	9898	14276	15896
ALFALFA VERDE	13422	13954	14517	12204	11883	13374	13525	12854	25792	13076
PAPA	9339	10210	12769	11377	8584	7357	5348	6485	7422	8166
CHICHARO	5867	5619	5871	5847	6873	4577	5129	5650	7764	7412
HABA VERDE	3060	3463	3371	3296	3581	3583	3422	3505	3815	4295
TOMATE VERDE	2025	2332	1742	2407	2377	2407	2560	2672	3557	3904
AVENA GRANO	4481	6386	3608	3823	3190	4279	3178	2100	2515	2355
MAGUEY PULQUERO	2572	2551	1613	1512	1053	1198	2251	2005	2105	2045
TOMATE ROJO (JITOMATE)	502	1936	1604	2255	2278	1889	2496	2438	1992	2021
ZANAHORIA	1355	1047	1019	1202	1075	975	721	1057	1249	1621
ELOTE	686	512	812	2437	784	959	854	3027	377	1285
CALABACITA	762	1291	688	1076	806	620	851	1041	1018	1096
CRISANTEMO (GRUESA)	50				42	54	35	84	101	854
CEBOLLA	1034	899	808	873	869	722	616	745	671	810
AMARANTO	29	45	30	68	30				80	801
EBO (JANAMARGO O VEZA)	677	704	511	457	443	550	314	318	792	667
CLAVEL (GRUESA)	770	39			949	873		873	888	429
PASTO	1199	1181	39	342	888	1609	2489	3545	654	265
GLADIOLA (GRUESA)	867	858	356	297	576	504	433	621	706	211
HABA GRANO	1374	384	196	97	5		281	348	217	165
CEBADA FORRAJERA	763	83	362	98	55	10	67	40	159	124
EJOTE	10	21	231	30	32	7		551	58	35
PON-PON (GRUESA)	758	859		859	1020	965	2243	1698	1268	
CLAVEL			33	898			873			
PON-PON			845							
SUBTOTAL	859456	849600	849615	817276	818792	755686	778051	803538	845156	879061
OTROS CULTIVOS	3298	3863	3334	3562	3178	2749	2260	2992	3507	4264
<b>TOTAL</b>	<b>862754</b>	<b>853463</b>	<b>852949</b>	<b>820838</b>	<b>821970</b>	<b>758435</b>	<b>780311</b>	<b>806530</b>	<b>848663</b>	<b>883325</b>

FUENTE: Elaborado en base a SAGAR, 1998.

**Cuadro 25. Superficie cosechada (ha) de los cultivos no-frutales producidos en el estado de México de 1988 A 1997**

CULTIVO	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
MAIZ GRANO	394772	595697	668210	598564	644810	569038	629183	604036	619931	622893
PRADERAS	1672	1153	989	1152	1890	1481	2162	3710	19388	68443
TRIGO GRANO	35525	46094	32296	33786	33866	34248	34630	37689	44972	37295
AVENA FORRAJERA	17444	18872	20349	23753	21889	27470	17031	33031	31233	27925
CEBADA GRANO	33798	41947	40640	28096	22831	26665	17990	25112	27630	26170
FRIJOL	10391	13171	20988	18514	17588	19672	20163	20045	21846	22789
MAIZ FORRAJERO	7798	6507	7929	8075	12065	9152	5990	9892	14276	15896
ALFALFA VERDE	13414	13942	14503	12139	11883	13374	12701	11972	25792	13076
PAPA	9064	10210	12757	11365	8522	7357	5254	6435	7422	7362
CHICHARO	5742	5552	5870	5837	6873	4557	5129	5650	7683	6711
HABA VERDE	3060	3454	3371	3286	3579	3583	3422	3505	3815	4190
TOMATE VERDE	2021	2318	1741	2407	2249	2407	2560	2672	3437	3598
AVENA GRANO	4381	5403	3608	3823	3190	4279	3178	2100	2515	2355
MAGUEY PULQUERO	772	772	681	682	1053	360	1176	930	2045	2045
TOMATE ROJO (JITOMATE)	500	1936	1604	2255	2038	1889	2446	2410	1992	1925
ZANAHORIA	1350	1043	1019	1202	1072	975	721	1057	1249	1621
ELOTE	686	509	810	2423	769	959	854	3027	377	1285
CALABACITA	750	1291	688	1076	785	620	851	1027	1018	1071
CRISANTEMO (GRUESA)	50				42	54	35	78	101	854
CEBOLLA	1031	899	808	873	869	722	616	744	661	810
EBO (JANAMARGO O VEZA)	676	704	511	447	443	550	314	318	792	667
AMARANTO	29	45	30	68	30				80	525
CLAVEL (GRUESA)	770	29			949	748		873	888	429
PASTO	1188	1181	39	342	888	1549	2489	3545	654	265
GLADIOLA (GRUESA)	867	856	356	297	576	504	433	621	706	211
HABA GRANO	1326	384	76	97	5		281	348	217	165
CEBADA FORRAJERA	763	80	362	98	55	10	67	40	159	124
EJOTE	10	21	231	30	32	7		551	58	35
PON-PON (GRUESA)	758	759		859	1020	770	2243	1698	1268	
CLAVEL			33	228			873			
PON-PON			845							
SUBTOTAL	550608	774829	841344	761774	801861	733000	772792	783116	842205	870735
OTROS CULTIVOS	3235	3589	3329	3557	3129	2708	2260	2919	3280	4264
<b>TOTAL</b>	<b>553843</b>	<b>778418</b>	<b>844673</b>	<b>765331</b>	<b>804990</b>	<b>735708</b>	<b>775052</b>	<b>786035</b>	<b>845485</b>	<b>874999</b>

FUENTE: Elaborado en base a SAGAR, 1998.

**Cuadro 26 Producción de los cultivos no-frutales (ton) producidos en es estado de México de 1988 a 1997**

CULTIVO	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
MAIZ GRANO	617405	1179515	2397144	1755997	1901215	1233450	1561746	2146471	2250753	2309408
PRADERAS	63077	51343	76165	41848	161688	135362	148943	237835	491357	2098345
ALFALFA VERDE	973114	920306	1092370	946758	997395	810301	577984	891087	2120357	978541
MAIZ FORRAJERO	420086	356028	459475	518219	532305	426141	324943	610750	874734	933573
AVENA FORRAJERA	275019	317026	367591	425169	448608	520338	363499	688486	584400	490428
GLADIOLA (GRUESA)	971700	1084930	424113	272159	525943	265187	421209	597575	833384	266780
PAPA	119825	157416	188837	163505	130374	128090	85037	125386	146018	135056
TRIGO GRANO	51072	69145	71003	63270	75817	58819	88017	79362	103197	84992
CEBADA GRANO	29577	52357	58579	30294	24269	39395	30349	42789	56893	56398
TOMATE VERDE	17512	28097	23231	26791	26586	32387	33216	37002	53115	49947
TOMATE ROJO (JITOMATE)	4974	32289	26249	24826	26678	28509	38691	48903	47275	45241
MAGUEY PULQUERO (MILES LTS.)	185519	70364	31004	54787	161982	120300	15867	11668	43486	42121
ZANAHORIA	30342	27692	26387	31208	26554	39223	16104	19491	25221	35155
CHICHARO	24236	24075	29266	26203	27169	20809	20687	22890	33298	30051
HABA VERDE	14506	16405	18383	13499	14953	18384	17267	17899	23132	25208
CEBOLLA	12663	11440	12478	15432	14848	11878	10093	14294	14976	21709
FRIJOL	6176	9265	13002	10756	8990	14238	15056	14115	17904	19897
PASTO	35923	40238	1170	2948	26994	37477	44096	118044	43272	19080
CALABACITA	9384	13824	8144	12076	11441	7733	10552	12694	12323	17778
ELOTE	6685	3914	5747	10099	8150	9381	8340	21761	3847	14027
EBO (JANAMARGO O VEZA)	11811	9222	22393	8634	7601	10751	4421	5823	16565	12575
AVENA GRANO	7283	11806	6745	6773	6821	5319	6923	3540	4747	4693
CEBADA FORRAJERA	10296	1019	5489	1828	1080	200	1276	1224	2586	1946
AMARANTO	43	52	60	129	45				143	627
EJOTE	50	78	512	115	98	21		4257	1044	525
HABA GRANO	2201	809	120	59	3		319	1110	604	327
PON-PON (GRUESA)	4093200	2642500		2159162	2992500	639440	7575067	4377088	1087944	
CLAVEL			60900	498506			6016700			
CLAVEL (GRUESA)	1618194	40268			6158982	5149582		6098560	2643000	4468893
CRISANTEMO (GRUESA)	214250				117000	369000	47493	157380	134200	4215620
PON-PON			20320							
SUBTOTAL	9826123	7171423	5446877	7121050	14436089	10131715	17483895	16407484	11669775	16378941
OTROS CULTIVOS	752275	848344	233946	826251	806261	1633767	969596	1519875	3578277	7187639
<b>TOTAL</b>	<b>10578398</b>	<b>8019767</b>	<b>5680823</b>	<b>7947301</b>	<b>15242350</b>	<b>11765482</b>	<b>18453491</b>	<b>17927359</b>	<b>15248052</b>	<b>23566580</b>

FUENTE: Elaborado en base a SAGAR, 1998.

### 3. OBJETIVOS

#### OBJETIVO GENERAL

- Evaluar el sistema agroforestal **Combinaciones de cultivos y plantaciones** en zona templada, utilizando la variedad de pera Kieffer y las variedades de maíz H-153-E y H-40 con base en su productividad.

#### OBJETIVOS PARTICULARES

- Estudiar el efecto en rendimiento de los cultivos de pera y maíz bajo el sistema de combinaciones de cultivos y plantaciones.
- Evaluar el rendimiento de dos variedades de maíz (porte alto y porte bajo) cultivadas con el peral bajo la técnica de combinaciones de cultivos y plantaciones.
- Evaluar el efecto en rendimiento de grano de la cercanía del surco de maíz al árbol de pera.

## 4. HIPÓTESIS

- 1. En la producción de los cultivos de pera y maíz bajo el sistema agroforestal ***Combinaciones de cultivos y plantaciones***, el rendimiento de pera por unidad de área disminuye en comparación con su monocultivo.
- 2. La disminución de rendimiento del cultivo de pera en combinación con maíz es menor con una variedad de maíz de porte bajo que con una de porte alto.
- 3. En el sistema agroforestal pera-maíz, el rendimiento de maíz por unidad de área disminuye en comparación con su monocultivo.
- 4. En el sistema agroforestal pera-maíz, el rendimiento de maíz es menor en el surco más cercano al frutal.
- 5. El uso del terreno es más eficiente en un sistema combinado pera-maíz que en los monocultivos.

## 5. MATERIALES Y MÉTODOS

### 5.1. ÁREA EXPERIMENTAL

#### 5.1.1. LOCALIZACIÓN

El estudio se realizó en el Campo Experimental "Tlapeaxco", Área de frutales, de la Universidad Autónoma Chapingo, ubicado aproximadamente a 1 km. al sur de la Universidad. Geográficamente, se localiza dentro del área de influencia de Chapingo, situada en la región oriental del Valle de México y se encuentra aproximadamente entre los 19° 21' 00" y 19° 48' 27" latitud Norte y entre los 98° 48' 27" y los 98° 57' 30" de longitud Oeste (Figura 6).

#### 5.1.2. GEOLOGÍA

En la porción Oeste de la región se encuentra los terrenos de la U.A.CH., que son depósitos aluviales lacustres del período cuaternario.

#### 5.1.3. HIDROGRAFÍA

La hidrografía de esta zona la constituyen corrientes periódicas torrenciales que van de Este a Oeste.

#### 5.1.4. CLIMA

Según García (1968), citada por Cachón *et al.* (1976), para las zonas cercanas al área del Lago de Texcoco, el clima se clasifica como BsKw(W) (i); semiseco con temperatura media anual entre 12 y 18°C; régimen de lluvias en verano (en invierno llueve menos del 5% del total anual) y con oscilación de las temperaturas medias mensuales entre 5 y 7°C.

#### 5.1.5. VEGETACIÓN

En la mayor parte de los terrenos planos se cultiva maíz forrajero y para grano, alfalfa, frijol, sorgo, girasol, cebada y avena.

#### 5.1.6. SUELOS

Son suelos profundos, que presentan un estrato superficial con texturas medias y colores pardos. A medida que se profundiza aumenta el contenido de arcilla y el desarrollo de la estructura, finalmente se presenta un estrato con texturas gruesas (Cachón *et al.*, 1976).

## 5.2. CARACTERÍSTICAS DE LA HUERTA DE PERA

La huerta de pera donde se estableció el experimento está constituida por el cultivar de pera criolla *Pyrus communis* var. Kieffer, establecida hace 18 años. Los árboles son de apariencia homogénea, con una altura promedio de 4.26 m. La superficie es de 1806 m<sup>2</sup>, ocupada por cuatro hileras de árboles. Las hileras están orientadas de Norte a Sur y presentan una ligera pendiente en ese mismo sentido. La distancia entre hileras es de 4.30 m y la distancia entre árboles dentro de la hilera es de 5.00 m, resultando una densidad de población de 465 árboles por hectárea. Los árboles son manejados mediante riego por microaspersión (90 litros de agua por día en la temporada sin lluvia) y una dosis de fertilización de 80 kg de nitrógeno y 140 kg de fósforo por hectárea por año, aplicados con el riego.

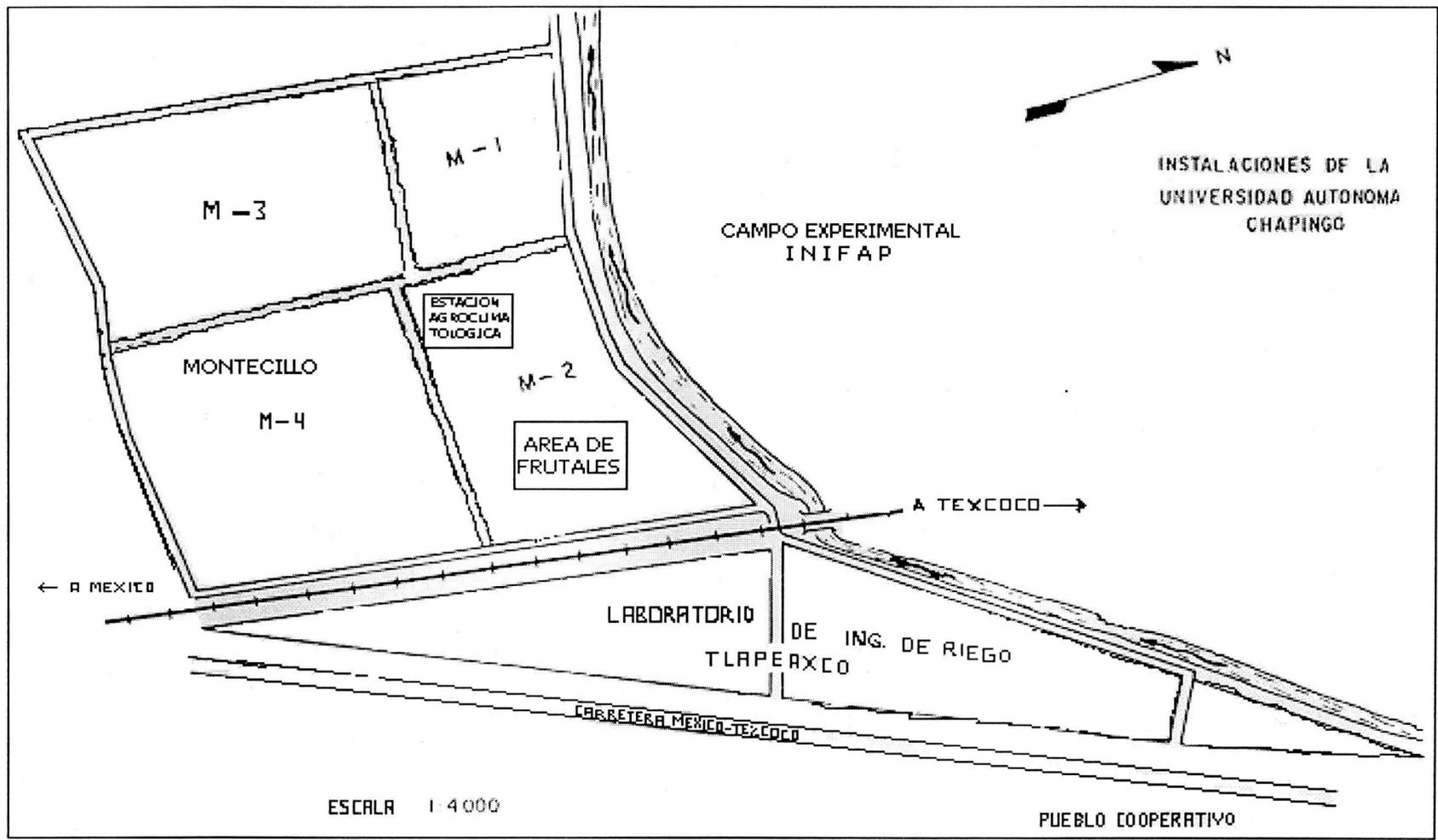
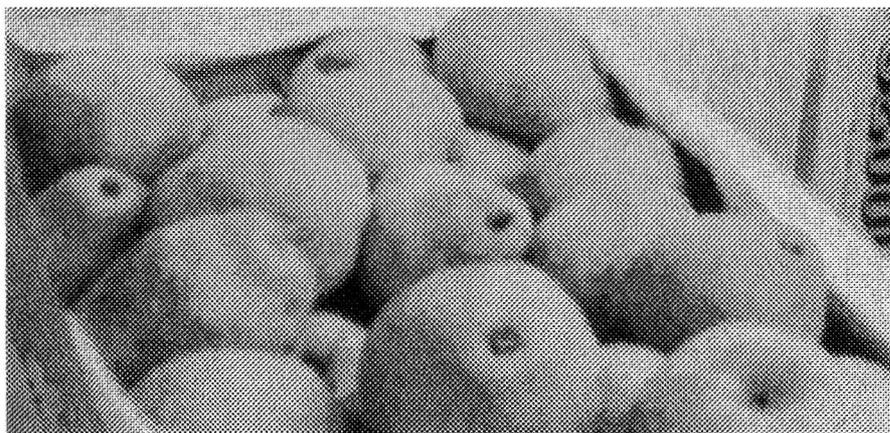


Figura 6. Localización del Campo Experimental Tlapeaxco

## 1.1. CARACTERIZACIÓN DE LOS CULTIVOS DEL EXPERIMENTO

### 1.1.1. PERA VARIEDAD KIEFFER

Su origen se encuentra en Pennsylvania, Estados Unidos; su fruta es de tamaño grande de color amarillo, pintado algunas veces de rojo (Figura 7). Esta pera generalmente no madura en los árboles, ya que aunque se pone amarillenta, su carne permanece muy dura, se debe cortar y guardar por algún tiempo, para que se madure perfectamente y se ponga suave y jugosa. Los especialistas coinciden en que es una variedad para conservarse y muy recomendable para el embarque (ASERCA, 1996).



**Figura 7. Pera variedad Kieffer**

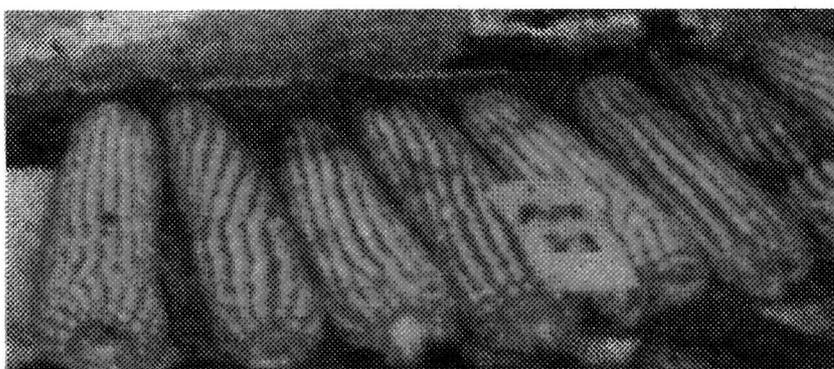
La pera **Kieffer** es una de las principales variedades que se cultiva en nuestro país. Junto con la Paraiso y Lechera, pertenece al grupo de las llamadas criollas. Se establecen principalmente en linderos (a una distancia promedio de 2 a 5 m) y en pequeñas huertas asociadas a otros cultivos, su producción se inicia a partir del quinto año de establecimiento y es variable, se estima que en

esa primer cosecha el 20% de los árboles comienzan a producir de 3 a 4 kg cada uno; al año siguiente entran en producción un 40% y finalmente al séptimo año alcanza su producción total de 30 kg/árbol/año, misma que se destina a la venta y marginalmente al autoconsumo (López *et al.*, 1997).

#### 1.1.2. GENOTIPOS DE MAÍZ

##### MAÍZ DE PORTE ALTO (H-153-E)

Híbrido trilineal experimental, de riego o punta de riego, de porte alto, ciclo semitardío (170-180 días a madurez fisiológica), altura de planta de 2.80 a 3.10 m, altura de mazorca de 1.60 a 1.80 m, longitud de la mazorca de 20 a 22 cm (Figura 8), de 90 a 95 días a floración masculina y de 95 a 100 días a floración femenina. Su rango de adaptación es entre los 2000 y 2400 msnm (Estados de México, Puebla, Tlaxcala, Hidalgo, Michoacán y el Distrito Federal). Su rendimiento potencial es de hasta 12 ton/ha. Maíz de doble propósito (grano y forraje), tolerante al acame (Velázquez, 1999 (Comunicación personal)<sup>4</sup>).



**Figura 8. Maíz de porte alto (variedad H-153-E)**

<sup>4</sup> M.C. Gustavo Velázquez Cardelas. Investigador del Programa de Maíz del INIFAP. CEVAMEX.

## MAÍZ DE PORTE BAJO (H – 40)

Híbrido trilineal, de temporal, de porte bajo, ciclo intermedio (150 a 165 días a madurez fisiológica), altura de planta de 2.10 a 2.40 m, altura de mazorca de 1.00 a 1.20 m, longitud de la mazorca de 15 a 18 cm (Figura 9), de 85 a 90 días a floración masculina, y de 88 a 90 días a floración femenina. Su rango de adaptación en valles altos es de 2200-2500 msnm (Estado de México). Su rendimiento potencial es de 10 ton /ha. Maíz para grano, tolerante al acame (Velázquez, 1999).



**Figura 9. Maíz de porte bajo (variedad H-40)**

## 1.1. METODOLOGÍA

### 1.1.1. DISEÑO DE TRATAMIENTOS

Para probar la hipótesis de que el rendimiento de pera disminuye en el sistema agroforestal pera-maíz, en relación a lo que se obtiene en monocultivo, se consideró que el experimento debía incluir los tratamientos en que los árboles de pera estuviesen expuestos en diversos grados a la posible competencia con el maíz, ubicando este cultivo en una, en ambas o en ninguna de las calles adyacentes al frutal (Figura 10). Para probar la hipótesis de que la disminución de rendimiento del cultivo de pera es menor al combinarlo con una variedad de maíz de porte bajo, en relación a lo obtenido con una variedad de porte alto, el estudio incluyó dos variedades de maíz de diferente altura. Las combinaciones resultantes son nueve (Cuadro 27).



**Figura 10. Cultivos Pera-Maíz bajo el Sistema Agroforestal Combinaciones de Cultivos y Plantaciones. Vista del Experimento en el Campo Experimental Tlapeaxco. Área de Frutales.**

**Cuadro 27. Tratamientos resultantes al combinar dos variedades de maíz y su ubicación en las calles, con relación al peral.**

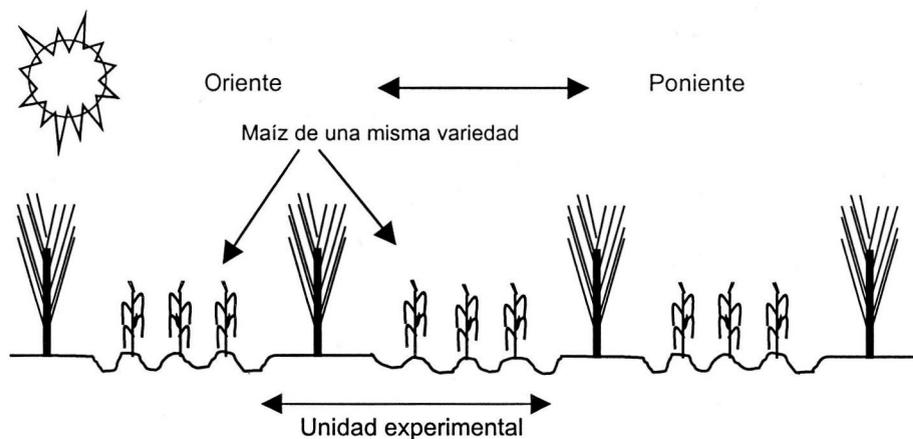
Maíz en la Calle Oriente	Presencia de Pera	Maíz en la Calle Poniente	Descripción del Tratamiento	Posible Competencia Interespecifica pera-maíz
No	Sí	Alto	NPA	Parcial
Alto	Sí	No	APN	Parcial
No	Sí	Bajo	NPB	Parcial
Bajo	Sí	No	BPN	Parcial
Alto	Sí	Alto	APA	Completa
Bajo	Sí	Bajo	BPB	Completa
Alto	Sí	Bajo	APB	Completa
Bajo	Sí	Alto	BPA	Completa
No	Sí	No	NPN	Nula (Pera monocultivo)

Para someter a prueba las hipótesis de que el rendimiento de maíz disminuye bajo el sistema agroforestal pera-maíz, en comparación con su monocultivo, y que tal disminución es mayor en el surco más cercano al frutal, se diseñó los tratamientos consistentes en las combinaciones de las dos variedades de maíz cultivadas entre dos hileras de árboles de pera, además de los monocultivos de maíz correspondientes. Las combinaciones resultantes son cuatro (Cuadro 28).

**Cuadro 28. Tratamientos resultantes al combinar dos variedades de maíz con pera en posible competencia completa o nula.**

Hilera de pera Oriente	Variedad de maíz entre hileras de pera	Hilera de pera Poniente	Descripción del Tratamiento	Posible Competencia Interespecifica Maíz-pera
Sí	Alto	Sí	PAP	Completa
Sí	Bajo	Sí	PEP	Completa
No	Alto	No	NAN	Nula (Monocultivo de maíz alto)
No	Bajo	No	NEN	Nula (Monocultivo de maíz bajo)

Para probar la hipótesis de que es más eficiente el uso del terreno en el sistema combinado pera-maíz que en los monocultivos, se consideró que los tratamientos habrían de ser, además de los monocultivos de pera y maíz, las combinaciones pera-variedad de maíz que cumplieran la condición de que cada cultivo estuviese en situación de posible competencia interespecífica completa, es decir, que la pera tuviese maíz de una misma variedad en ambas calles adyacentes, y que el maíz estuviese entre dos hileras de frutal (Figura 11).



**Figura 11. Ejemplo de unidad experimental seleccionada para evaluar el sistema de Combinación Pera-Maíz.**

Las combinaciones resultantes, además de los monocultivos de maíz y pera se muestran en el Cuadro 29.

**Cuadro 29. Relación de tratamientos resultantes al combinar pera con las dos variedades de maíz, con igual posibilidad de competencia y los monocultivos correspondientes.**

Maíz en Calle	Hilera de Pera	Maíz en Calle	Hilera de Pera	Descripción del tratamiento
Alto	Sí	Alto	Sí	PA
Bajo	Sí	Bajo	Sí	PB
NO	Sí	No		P (Monocultivo de pera)
Alto	No	Alto	No	A (Monocultivo de maíz alto)
Bajo	No	Bajo	No	B (Monocultivo de maíz bajo)

La evaluación del sistema se realizó considerando la producción de los cultivos por hectárea, calculada con base en la producción obtenida para cada cultivo en combinación o en monocultivo, en las unidades experimentales seleccionadas, las cuales resultaron de un conjunto de unidades diferentes a los conjuntos utilizados para la prueba de las hipótesis 1,2,3 y 4 (Figura 12).

#### 5.4.2. DISEÑO EXPERIMENTAL

Por las características de la huerta de pera disponible para el experimento, y tomando en cuenta la pendiente Norte a Sur, se aplicó un diseño experimental en Bloques Completos al Azar Generalizado con cinco bloques.

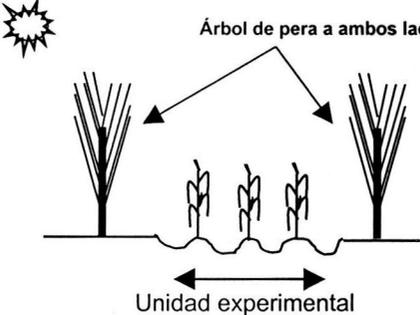
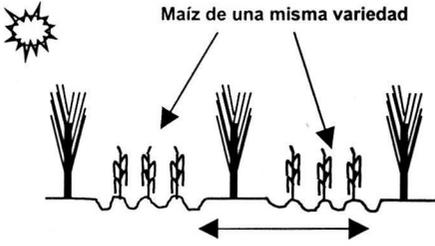
#### 5.4.3. UNIDADES EXPERIMENTALES

El tamaño de las unidades experimentales se muestra en el Cuadro 30.

#### 5.4.4. ALEATORIZACIÓN

Los tratamientos para someter a prueba las hipótesis, así como los monocultivos de maíz, se distribuyeron en forma aleatoria en cada bloque, con no más restricciones que las impuestas por las características de los propios tratamientos. Por ejemplo, para el monocultivo de maíz, las unidades experimentales tuvieron que confinarse a la parte del bloque en que no había árboles de pera. La distribución de las unidades experimentales se presenta en la Figura 12.

**Cuadro 30. Descripción de las unidades experimentales en relación a las hipótesis planteadas.**

Hipótesis	Tratamiento	Unidad Experimental	Esquema
1 y 2	Presencia o ausencia de maíz en las calles adyacentes al árbol, entre surcos paralelos a la hilera de árboles de pera. Surcos de 0.80 m de ancho x 4.00 m de largo con plantas de maíz a cada 19.2 cm y con una densidad de siembra de 65100 plantas ha <sup>-1</sup> .	Árbol de pera	 <p>Unidad experimental</p>
3 y 4	Presencia o no de árbol a los lados poniente y oriente de la parcela de maíz.	<p>Para observar el efecto del peral sobre el maíz, la unidad experimental fue de tres surcos de 0.80 m de ancho por 4.00 m de largo, con una superficie de 9.60 m<sup>2</sup>, con árbol de pera a ambos lados. Las plantas de maíz se sembraron cada 19.2 cm, dando una densidad de siembra de 65100 plantas ha<sup>-1</sup>.</p> <p>Los testigos (monocultivos de maíz), sin árbol de pera a ambos lados.</p>	 <p>Árbol de pera a ambos lados</p> <p>Unidad experimental</p>
5	Combinación de cultivos pera y maíz y los correspondientes monocultivos.	<p>Parcela de 4.30 m X 4.00 m, con una superficie de 17.2 m<sup>2</sup>, compuesta de un árbol de pera y 3 surcos de 0.80 m de ancho por 4.00 m de largo, sembrados a 19.2 cm entre plantas, dando una densidad de siembra de maíz de 36279 plantas ha<sup>-1</sup>. En pera monocultivo, sin maíz a ambos lados de la pera. En las combinaciones es condición que a ambos lados del peral haya maíz de la misma variedad (porte alto o porte bajo) , y pera a ambos lados del maíz.</p> <p>Monocultivo de maíz: Los mismos que para las hipótesis 3 y 4.</p>	 <p>Maíz de una misma variedad</p> <p>Unidad experimental en las combinaciones</p>

BLOQUE I			BLOQUE II			BLOQUE III			BLOQUE IV			BLOQUE V		
						N	←	●						
1	2	3	16	17	18	31	32	33	46	47	48	61	62	63
	AAAA	BBBB	BBBB	AAAA	/	AAAA	AAAA	/	AAAA	AAAA	AAAA	BBBB	AAAA	AAAA
	AAAA	BBBB	BBBB	AAAA	/	AAAA	AAAA	/	AAAA	AAAA	AAAA	BBBB	AAAA	AAAA
	AAAA	BBBB	BBBB	AAAA	/	AAAA	AAAA	/	AAAA	AAAA	AAAA	BBBB	AAAA	AAAA
4	5	6	19	20	21	34	35	36	49	50	51	64	65	66
BBBB	AAAA		AAAA	AAAA	AAAA		BBBB	AAAA	AAAA	BBBB	BBBB	BBBB	AAAA	
BBBB	AAAA		AAAA	AAAA	AAAA		BBBB	AAAA	AAAA	BBBB	BBBB	BBBB	AAAA	
BBBB	AAAA		AAAA	AAAA	AAAA		BBBB	AAAA	AAAA	BBBB	BBBB	BBBB	AAAA	
7	8	9	22	23	24	37	38	39	52	53	54	67	68	69
BBBB		AAAA		BBBB	BBBB	BBBB	BBBB	AAAA			BBBB		BBBB	BBBB
BBBB		AAAA		BBBB	BBBB	BBBB	BBBB	AAAA			BBBB		BBBB	BBBB
BBBB		AAAA		BBBB	BBBB	BBBB	BBBB	AAAA			BBBB		BBBB	BBBB
10	11	12	25	26	27	40	41	42	55	56	57	70	71	72
AAAA	/	BBBB	AAAA	BBBB			AAAA	BBBB	BBBB	/	AAAA		BBBB	AAAA
AAAA	/	BBBB	AAAA	BBBB			AAAA	BBBB	BBBB	/	AAAA		BBBB	AAAA
AAAA	/	BBBB	AAAA	BBBB			AAAA	BBBB	BBBB	/	AAAA		BBBB	AAAA
13 <sup>A</sup>	14	15 <sup>BB</sup>	28 <sup>AA</sup>	29 <sup>BB</sup>	30	43	44 <sup>AA</sup>	45 <sup>BB</sup>	58 <sup>BB</sup>	59	60 <sup>AA</sup>	73	74 <sup>BB</sup>	75 <sup>AA</sup>
AAAA		BBBB	AAAA	BBBB			AAAA	BBBB	BBBB		AAAA		BBBB	AAAA
AAAA		BBBB	AAAA	BBBB			AAAA	BBBB	BBBB		AAAA		BBBB	AAAA

 ÁRBOL DE PERA     
  UNIDADES EXPERIMENTALES (ÁRBOL), HIPÓTESIS 1 Y 2

 MAÍZ ALTO (H-153-E)     
  MAÍZ BAJO (H-40)

 UNIDADES EXPERIMENTALES, HIPÓTESIS 3 Y 4     
  UNIDADES EXPERIMENTALES, HIPÓTESIS 5.

Figura 12. Distribución de unidades experimentales.

#### 5.4.5. VARIABLES A EVALUAR

Las variables a medir fueron:

- 1) El rendimiento por árbol de pera.
- 2) El rendimiento de grano de maíz.

#### 5.4.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos obtenidos del rendimiento del frutal y del maíz en los diferentes tratamientos para la prueba de las hipótesis fueron analizados estadísticamente utilizando el paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System) bajo un modelo de bloques completos al azar generalizado con cinco bloques, dado que había repeticiones de tratamientos dentro de cada bloque completo. También se llevó a cabo comparaciones de medias usando el método de Duncan (Steel y Torrie, 1988).

El modelo estadístico fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + B_j + (TB)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ijk}$  = rendimiento observado en la  $k$ -ésima observación del  $j$ -ésimo bloque que recibió el  $i$ -ésimo tratamiento

$\mu$  = media general

$T_i$  = efecto del  $i$ -ésimo tratamiento

$B_j$  = efecto del  $j$ -ésimo bloque

$(TB)_{ij}$  = efecto de la interacción entre el  $i$ -ésimo tratamiento y el  $j$ -ésimo bloque

$\varepsilon_{ijk}$  = error experimental asociado a  $Y_{ijk}$

#### 5.4.7. ESTABLECIMIENTO Y CUIDADOS DEL EXPERIMENTO

La siembra de maíz se realizó el 20 de marzo de 1998. Se aplicó una fertilización con una dosis de 160-60-00 kg ha<sup>-1</sup> de N y P, respectivamente, suministrados como urea y superfosfato triple; con una primera aplicación a la siembra de 50 y 60 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente, y el resto en la segunda labor. Se aplicó 13 riegos en total, uno por semana en promedio, hasta el establecimiento del periodo de lluvias. El riego se efectuó en forma de "agua rodada" (5 min/surco) con una lámina de 10 cm. Se aplicó el insecticida Metomyl para combatir el gusano "cogollero" y Folidol para el "frailecillo" durante los meses de abril y junio.

Se realizó dos labores con actividades de deshierbe, destape y aclareo a 21 plantas por surco y reconstrucción de surcos. Otra actividad importante fue el embolsado de los elotes para minimizar el riesgo de pérdida de grano por ataque de pájaros.

Se tomó registros de producción de cada variedad de maíz a nivel de surco y de parcela a la cosecha (septiembre y octubre) para su posterior análisis.

Con relación a la pera se aplicó una sola dosis de fertilización de N y P de 80 y 140 kg ha<sup>-1</sup> mediante microaspersión en el mes de marzo. La pera se cosechó en dos etapas de acuerdo con su maduración y se registró los pesos por árbol al final de la cosecha (agosto y septiembre).

## 6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Anexo 1 se presenta el cuadro con los resultados del experimento, consistentes en los datos de producción de pera por árbol y por hectárea, así como los del cultivo de maíz, por surco, por parcela y por hectárea; correspondientes a los diferentes tratamientos aplicados.

### 6.1. EFECTO DEL MAÍZ SOBRE EL RENDIMIENTO DEL PERAL

El programa para realizar el análisis de varianza de los datos de producción por árbol de las parcelas seleccionadas para evaluar el efecto del maíz sobre el rendimiento del peral, se presenta como Anexo 2. Los aspectos principales se muestran en el Cuadro 31.

**Cuadro 31. Significancia de los cuadrados medios correspondientes a la evaluación del rendimiento de pera en ocho tipos de combinación con maíz y el monocultivo de pera.**

<b>F V</b>	<b>G L</b>	<b>C M</b>
Bloques (B)	4	2100.89 **
Tratamientos (T)	8	69.25 NS
T x B	32	97.65 NS
Error	5	46.59

\*\* , Altamente significativo ( $\alpha \leq 0.01$ ); NS, No significativo

C.V.: 25.51

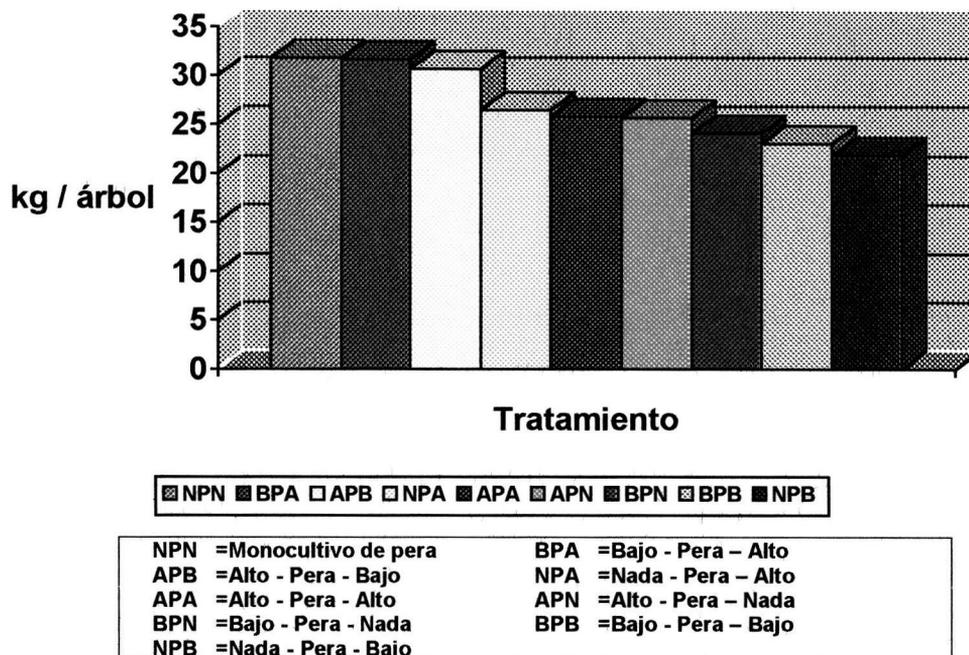
El resultado de este análisis de varianza revela la no diferencia estadísticamente significativa ( $\alpha \leq 0.05$ ) en los rendimientos de pera obtenidos en ocho tipos de combinación con maíz, además del monocultivo del frutal, lo que nos lleva a rechazar las hipótesis 1 y 2, en el sentido de que el maíz combinado con el peral, bajo el sistema de combinaciones de cultivos y plantaciones, haría disminuir el rendimiento del frutal y que combinándolo con la variedad de porte bajo sería menor esa disminución de rendimiento.

Aun cuando no es significativa la diferencia entre medias de tratamientos ( $\alpha \leq 0.05$ ) (Cuadro 32 y Figura 13), el rendimiento promedio por árbol del testigo (monocultivo) es un 45% mayor que el tratamiento con menor rendimiento: pera sin maíz en la calle oriente y con maíz de porte bajo en la calle poniente (NPB).

**Cuadro. 32. Comparación de medias de rendimiento de fruto/árbol**

Grupo	Media kg/árbol	Tratamiento
a	31.780	NPN
a	31.640	BPA
a	30.676	APB
a	26.450	NPA
a	25.830	APA
a	25.680	APN
a	24.110	BPN
a	23.060	BPB
a	21.910	NPB

Las medias con la misma letra de grupo, no son estadísticamente diferentes (Duncan,  $\alpha \leq 0.05$ ).



**Figura 13. Rendimientos promedio de pera en diferentes tipos de combinación con maíz.**

Sin considerar al monocultivo de pera, las diferentes combinaciones muestran un comportamiento relacionado con la variedad de maíz. Las combinaciones en las que el peral produjo más por árbol fueron las que implicaban competencia completa; pero con diferente variedad de maíz en cada calle adyacente (BPA, APB), le siguen a éstas, en orden descendente, las tres combinaciones que incluyen la variedad de maíz alto (H-153-E) (NPA, APA y APN), y por último las tres combinaciones que incluyen al maíz bajo (H-40) (BPN, BPB y NPB). Se enfatiza, sin embargo, que las diferencias entre medias no fueron estadísticamente significativas.

En cuanto a la hipótesis de que el maíz de menor altura afectaría menos la producción del frutal, los datos sugieren, con las debidas reservas, que la mayor altura de la variedad de maíz no significa necesariamente una mayor competitividad al interaccionar con el peral en las condiciones en que se llevó a cabo el experimento.

## **6.2. EFECTO DEL PERAL SOBRE EL RENDIMIENTO DEL MAÍZ**

A fin de evaluar el efecto del peral sobre el rendimiento del maíz cultivado entre las hileras de los árboles, se hizo un análisis de varianza de los datos entre los que se tenía que incluir, además de los del monocultivo de maíz, los de rendimiento de ese cultivo anual en las parcelas que estuvieran en una calle entre dos hileras de peral; es decir, tenía que haber competencia interespecífica completa.

Los datos analizados fueron obtenidos de unidades de superficie iguales, es decir, el rendimiento de maíz tanto de los tratamientos bajo combinación con pera como el de los monocultivos, y para ambas variedades de maíz, provino de tres surcos de 0.80 m de ancho y 4.00 m de largo, con una densidad de siembra de 65,100 plantas ha<sup>-1</sup>. Las diferencias entonces se deberían atribuir al efecto diferencial de los tratamientos.

En el Anexo 3 se presenta el programa y los datos que se analizó para evaluar el efecto del peral sobre el maíz. El análisis de los rendimientos indica que hay una alta significancia estadística de las diferencias entre medias de tratamientos ( $\alpha \leq 0.01$ ). Los resultados de dicho análisis se presentan en el Cuadro 33. En el Cuadro 34 se presenta la comparación de medias.

**Cuadro 33. Significancia de los cuadrados medios correspondientes a la evaluación del rendimiento de dos variedades de maíz combinadas con pera y los monocultivos correspondientes.**

F V	G L	C M
Bloques (B)	4	10.85 **
Tratamientos (T)	3	52.56 **
BxT	12	5.82 *
Error	20	2.32

\*\* , Altamente significativo ( $\alpha \leq 0.01$ ); \* , Significativo ( $\alpha \leq 0.05$ ); NS, No significativo

C.V.: 16.30

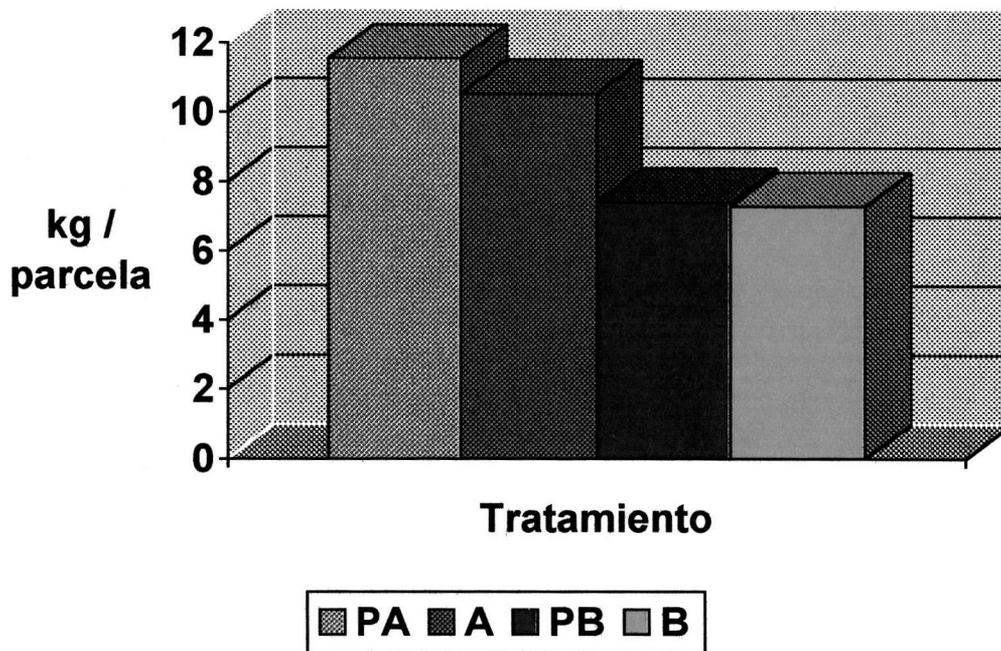
**Cuadro. 34. Comparación de medias de rendimiento de maíz por parcela.**

Grupo	Media kg/parcela	Tratamiento
a	11.548	<b>PA</b> = Combinación Pera-Maíz Alto
a	10.540	<b>A</b> = Monocultivo Maíz Alto
b	7.403	<b>PB</b> = Combinación Pera-Maíz Bajo
b	7.287	<b>B</b> = Monocultivo Maíz Bajo

Las medias con la misma letra de grupo, no son estadísticamente diferentes (Duncan,  $\alpha \leq 0.05$ ).

La comparación de los valores medios sugiere que la diferencia entre las medias de los efectos de los tratamientos tiene que ver con la variedad de maíz; es decir la variedad de porte alto siempre supera estadísticamente a la de porte bajo, pero dentro de cada variedad, el rendimiento no difiere

significativamente entre combinado y monocultivo, aunque numéricamente es mayor el rendimiento del maíz cuando se siembra entre peras que cuando se siembra en monocultivo (Figura 14).



PA=Combinación pera-maíz porte alto, A=Maíz porte alto monocultivo  
PB=Combinación pera-maíz porte bajo, B=Maíz porte bajo monocultivo.

Figura 14. Rendimientos de grano promedio de dos variedades de maíz en combinación con pera y en monocultivo.

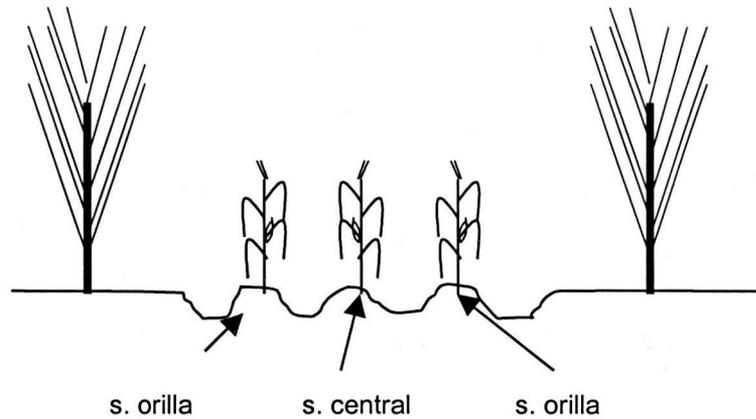
Los resultados anteriores sugieren rechazar la hipótesis de que el rendimiento de maíz cultivado entre hileras de pera disminuye en comparación con su monocultivo.

Es importante hacer énfasis nuevamente en que la aseveración anterior se refiere a rendimientos en una misma unidad de área, ya que se comparó el rendimiento de tres surcos de maíz monocultivo con tres surcos de maíz combinado con el peral en ambos lados de esa unidad experimental de maíz, para evaluar el efecto del frutal sobre el maíz y se llegó a la conclusión de que no hay efecto negativo al no ser significativa la diferencia entre maíz combinado y maíz monocultivo de una misma variedad.

Los resultados hasta ahora discutidos sugieren que la variedad de maíz de porte alto (H-153-E) es mejor para combinarla con el frutal, ya que su rendimiento es alrededor de un 55% mayor que el de la variedad de porte bajo (H-40) (Cuadro 34) y la diferencia fue estadísticamente significativa, además de que el efecto negativo de esa variedad sobre el peral es menor que el de la variedad de porte bajo (Cuadro 32).

### **6.3. EFECTO DE LA CERCANÍA DEL PERAL A LOS SURCOS DE MAÍZ**

En cada surco de maíz de cada una de las unidades experimentales utilizadas para el análisis que se describió anteriormente, se evaluó el rendimiento para determinar si es diferente el del surco central del de los surcos de las orillas, que están más cercanos al frutal (Figura 15), y a su vez se comparó con el rendimiento por surco de los monocultivos.



**Figura 15. Ubicación de los surcos de maíz con relación al árbol de pera.**

En el caso de la combinación pera-maíz cada surco se clasificó en función de la variedad de maíz y de su posición con relación al árbol de pera. En el caso de los monocultivos de maíz los surcos se clasificaron sólo en función de la variedad. Lo anterior genera las seis combinaciones que se relacionan en el Cuadro 35.

**Cuadro. 35. Combinaciones variedad de maíz, sistema de cultivo y posición del surco de maíz con respecto al árbol de pera.**

Tratamiento	Combinación
SCA	Surco central. Combinación Pera-Maíz de porte alto.
SOA	Surco orilla. Combinación Pera-Maíz de porte alto
SA	Surco maíz de porte alto. Monocultivo
SCB	Surco central. Combinación Pera-Maíz de porte bajo
SOB	Surco orilla. Combinación Pera-Maíz de porte bajo
SB	Surco maíz de porte bajo. Monocultivo

Se corrió un análisis de varianza con el programa que se presenta en el Anexo

4. Los resultados se muestran en el Cuadro 36.

**Cuadro 36. Significancia de los cuadrados medios correspondientes a la evaluación del rendimiento de los surcos de maíz con relación al efecto de la cercanía del peral.**

F V	G L	C M
Bloques (B)	4	3.62 **
Tratamientos (T)	5	10.56 **
BxT	20	1.21 **
Error	90	0.37

\*\* , Altamente significativo ( $\alpha \leq 0.01$ ); NS, No significativo

C.V.: 19.52

El análisis de varianza da diferencias altamente significativas entre los efectos de los tratamientos. La comparación de medias por el método de Duncan muestra que las diferencias se relacionan con la variedad de maíz, ya que los rendimientos de los tratamientos que involucran al maíz de porte alto (H-153-E) son mayores y significativamente diferentes que los de maíz de porte bajo (H-40) (Cuadro 37), y no es estadísticamente significativa la diferencia entre surcos de una misma variedad en combinación con pera.

**Cuadro. 37. Comparación de medias de rendimiento de maíz por surco.**

Grupo	Rendimiento medio de maíz por surco (kg)	Tratamiento	
a	3.948	SCA	Surco central. Combinación Pera-Maíz alto
ab	3.800	SOA	Surco orilla. Combinación Pera-Maíz alto
b	3.513	SA	Surco maíz alto. Monocultivo
c	2.477	SOB	Surco orilla. Combinación Pera-Maíz bajo
c	2.450	SCB	Surco central. Combinación Pera-Maíz bajo
c	2.429	SB	Surco maíz bajo. Monocultivo

Las medias con la misma letra de grupo, no son estadísticamente diferentes (Duncan,  $\alpha \leq 0.05$ ).

Los resultados evidencian la falsedad de la hipótesis de que el rendimiento de maíz sembrado en combinación con peral es menor en el surco más cercano al frutal (orilla). En cambio, se observa un mayor rendimiento de los surcos en combinación en comparación con el de los surcos en monocultivo de la misma variedad de maíz, siendo estadísticamente significativa tal diferencia sólo para las medias de rendimiento por surco entre surco central de maíz de porte alto (SCA) y surco de maíz de porte alto monocultivo (SA).

#### **6.4. ANÁLISIS DEL SISTEMA COMBINADO PERA-MAÍZ**

Habiendo evaluado el efecto de la presencia de una especie sobre el rendimiento de la otra, toca ahora analizar al sistema como un todo, ya que el objetivo principal es generar información que sirva de guía a los productores de pera a fin de aprovechar más eficientemente el espacio dedicado a la producción de ese frutal.

En el Cuadro 38 se presenta los datos de rendimiento por hectárea para cada cultivo, para cada unidad experimental considerada para este análisis. Se observa que en todos los bloques: a) El rendimiento de pera por hectárea es mayor en los sistemas combinados que incluyen maíz de porte alto, que los que tienen maíz de porte bajo y b) El rendimiento de maíz de porte alto es mayor que el de porte bajo.

**Cuadro 38. Valores de rendimiento por hectárea para los cultivos pera y maíz, bajo el sistema de Combinaciones de Cultivos y Plantaciones.**

BLOQUE	TRATAMIENTO (a)	RENDIMIENTO			
		EN COMBINACIÓN		MONOCULTIVOS	
		PERA kg ha <sup>-1</sup>	MAÍZ kg ha <sup>-1</sup>	PERA kg ha <sup>-1</sup>	MAÍZ kg ha <sup>-1</sup>
1	PA	4,440.750	8,226.744	4,092.000	12,838.542
1	PB	3,975.750	4,796.512	4,092.000	8,411.458
2	PA	5,998.500	5,755.814	16,251.750	10,000.000
2	PB	4,557.000	4,941.860	16,251.750	7,161.458
3	PA	10,230.000	6,584.302	21,320.250	7,656.250
3	PB	4,882.500	4,462.209	21,320.250	6,260.417
4	PA	17,367.750	8,023.256	15,670.500	11,848.958
4	PB	13,624.500	3,241.279	15,670.500	5,338.542
5	PA	22,017.750	5,436.047	16,554.000	12,552.083
5	PB	18,948.750	3,008.721	16,554.000	10,781.250
MEDIA	PA	12,010.950	6,805.232	14,777.700	10,979.166
MEDIA	PB	9,197.700	4,090.116	14,777.700	7,590.625
MEDIA GENERAL		10,604.325	5,447.674	14,777.700	9,284.895

PA = Combinación Pera-maíz de porte alto  
PB = Combinación Pera-maíz de porte bajo.

En relación a los valores medios de rendimiento de pera por hectárea, se observa que es mayor el obtenido en monocultivo que el obtenido en la combinación pera-maíz. En relación con las variedades de maíz con las que se combinó el frutal, el menor rendimiento de pera correspondió a la combinación con maíz de porte bajo, siendo tal disminución de rendimiento del orden de 37% en comparación con la pera en monocultivo (Cuadro 38). Este comportamiento indica una mayor competencia de la variedad de maíz de porte bajo en comparación a la variedad de porte alto.

Las diferencias en esa competencia pudieran estar relacionadas con aspectos de la fisiología y nutrición de cada cultivo, lo que sugiere que para estudios futuros se considere el estudio de esos aspectos, con base en la fisiología, nutrición y fertilización de los diferentes cultivos.

En relación a los valores medios de rendimiento de maíz por hectárea, se observa que tanto en combinación con pera como en monocultivo, el maíz de porte alto supera en rendimiento al maíz de porte bajo (Cuadro 38), lo que confirma la diferencia entre las variedades utilizadas.

En el experimento que nos ocupa, las densidades de población de maíz en monocultivo y en combinación con pera fueron de 65,100 y 36,279 plantas por hectárea, respectivamente, y dado que en este experimento para una misma variedad de maíz en monocultivo el rendimiento por unidad de área no disminuyó significativamente respecto al obtenido cuando se combinó con perales, es de esperar que en el sistema combinado la disminución de rendimiento por unidad de superficie sea proporcional a la disminución de densidad de población. Al respecto, la variedad de maíz de porte alto tiene un mejor comportamiento pues la proporción esperada era del 56% y se obtuvo el 62% (Cuadro 39), en tanto que para maíz de porte bajo la proporción obtenida fue del 54%, dos puntos porcentuales menos que la esperada.

**Cuadro 39. Rendimientos medios de maíz obtenidos en combinación con pera y su relación con la densidad de población.**

	<b>A1</b>	<b>B1</b>	<b>A2</b>		<b>B2</b>	
Variedad de maíz	Densidad de población en monocultivo (plantas ha <sup>-1</sup> )	Rendimiento medio en monocultivo (kg ha <sup>-1</sup> )	Densidad de población en combinación (plantas ha <sup>-1</sup> )	Proporción de densidad <b>A2/A1</b>	Rendimiento medio en combinación (kg ha <sup>-1</sup> )	Proporción de rendimiento combinación/monocultivo <b>B2/B1</b>
Porte alto (H-153-E)	65,100	10,979	36,279	56%	6,805	62%
Porte bajo (H-40)	65,100	7,591	36,279	56%	4,090	54%

Los resultados aquí expuestos sugieren que de las dos variedades de maíz probadas, la mejor para ser cultivada en un sistema combinado con pera es la de porte alto (H-153-E), por su mayor rendimiento, porque afecta en menor medida la producción de pera y además se ve menos afectada en su rendimiento, en comparación con la variedad de maíz de porte bajo (H-40). Tal comportamiento sugiere a su vez que la competencia interespecífica pera-maíz afecta más negativamente a la combinación pera-maíz de porte bajo.

El resultado de este análisis nos lleva a aceptar la hipótesis de que es más eficiente el uso del terreno en un sistema combinado pera-maíz en comparación a los correspondientes monocultivos, en razón de que el rendimiento del frutal no se afectó de manera estadísticamente significativa con la presencia del maíz, ni el rendimiento de éste se alteró en forma estadísticamente significativa. De tal forma que, con el sistema combinado y considerando al peral como el cultivo principal, se obtiene como ganancia adicional la que produzca el cultivo del maíz.

## 7. CONCLUSIONES

Luego de analizar y discutir los resultados aquí presentados se concluye lo siguiente, en relación al sistema de Combinación Pera-Maíz:

1. Con relación a su monocultivo, el rendimiento de pera disminuyó en el sistema Pera-Maíz, aunque tal disminución no fue estadísticamente significativa.
2. El rendimiento medio de pera en monocultivo fue de 14,778 kg ha<sup>-1</sup>, de 12,011 kg ha<sup>-1</sup> combinado con maíz de porte alto (H-153-E) y de 9,198 kg ha<sup>-1</sup> combinado con maíz de porte bajo (H-40). Sin embargo, la diferencia de esos valores no es estadísticamente significativa.
3. Para una misma variedad de maíz el rendimiento medio por unidad de área en monocultivo no difirió estadísticamente del obtenido en el sistema Pera-Maíz.
4. La variedad de maíz de porte alto tuvo un rendimiento superior al de la variedad de porte bajo: En monocultivo los rendimientos fueron 10,979 y 7,591 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente, y en los sistemas Combinación Pera-Maíz fueron 6,805 y 4,090 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Las diferencias sí fueron estadísticamente significativas.

5. El rendimiento de maíz por surco en el sistema Combinación Pera-Maíz no fue afectado estadísticamente por la cercanía o lejanía del surco respecto al frutal.
  
6. En cuanto a la eficiencia de uso del terreno, el sistema Combinación Pera-Maíz tiene una eficiencia mayor que el monocultivo de pera, ya que el rendimiento de ésta no se afecta por la presencia del maíz, ni el rendimiento de éste se altera en forma estadísticamente significativa en relación a su monocultivo. Así, con el sistema combinado, en relación al monocultivo de pera se tiene la ganancia adicional que produce el cultivo de maíz que se adiciona.

## 8. RECOMENDACIONES

De acuerdo con lo anterior, se recomienda que para futuros trabajos que impliquen el diseño de una tecnología agroforestal bajo el sistema Combinaciones de Cultivos y Plantaciones, deberá considerarse el estudio de otros factores, tales como:

1. Fisiología de los cultivos
2. Niveles de fertilización
3. Nutrición de cultivos
4. Análisis de suelos
5. Costos de producción
6. Calidad de la cosecha
7. Densidades de población
8. Metodologías que permitan evaluar los factores y mecanismos de competencia

Finalmente, es necesario para este tipo de estudios, realizar experimentos que incluyan varios años de observación, para estar en posibilidad de generar tecnologías con un mejor conocimiento de los sistemas.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

- Almaguer V., G. 1991. Fruticultura General. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 416 p.
- Amat LL., J. 1981. Cultivo del peral. Segunda edición. Ed. Sintés. Barcelona, España. 317 p.
- Andrade V., N. García y H. Sánchez N. 1989. Geografía uno. Octava edición. Ed. Trillas. México. 301 p.
- Andrews, D. J., A. H. Kassam. 1976 The importance of multiple cropping in increasing word food supplies. In: A.S.A. Multiple cropping. Special publication. 27:1-10.
- Arellano V., J. L. Carballo C. A. 1981. Guía para cultivar maíz en el Estado de México. INIFAP-CEVAMEX. México. 21 p.
- ASERCA. 1996. La pera Mexicana, posibilidades y perspectiva. Claridades Agropecuarias. 35: 3-22.
- Budowski G. 1993. Agroforestería: una disciplina basada en el conocimiento tradicional. Revista Forestal Centroamericana. CATIE Turrialba, Costa Rica. 2(3): 14-28.
- Cachón A., H. E., Cuanálo de la Cerda N. 1976. Los suelos del área de influencia de Chapingo. Rama de suelos. Colegio de Postgraduados. ENA. Chapingo, México. 79 p.
- Combe J., Budowski. G. 1979. Clasificación de las técnicas agroforestales en América Latina. In: Taller sobre sistemas agroforestales en América Latina. Actas Editadas por G. de las Salas. Turrialba Costa Rica CATIE. pp. 17-48.
- Duarte L., E. 1992. Evaluación Financiera de los sistemas agroforestales tradicionales en la región central de México. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 95p.
- FAO. 1993. El Maíz en la Nutrición Humana. Colección: Alimentación y Nutrición. Roma, Italia. 25:1
- FAO. 1999. Sistema de Información FAOSTAT, vía Internet. Roma, Italia.

- Flores A., R. 1992. Comportamiento de la Asociación Maíz (*Zea mays L.*) – Frijol (*Phaseolus vulgaris L.*) en relación a la fertilización con nitrógeno y fósforo: una reevaluación. Tesis Profesional. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 149 p.
- Gliesman S., R. 1971. Sistemas de cultivos múltiples: Una base para el desarrollo de alternativas agrícolas. Colegio Superior de Agricultura Tropical. Tabasco, México.
- Hernán Q., C. 1996. El subsector frutas de clima templado y el mercado exterior de México. Tesis profesional. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 95 p.
- INEGI. 1994. Análisis de la situación frutícola en México. VII Censo Agropecuario, 1991. México. 171 p.
- INEGI. 1994b. Estados Unidos Mexicanos. Resultados Definitivos. Tomo I. VII Censo Agrícola y Ganadero. México. 397 p.
- Kang B. T. 1994. Cultivo en Callejón: logros y perspectivas. In: Agroforestería en Desarrollo: Educación, Investigación y Extensión. Centro de Agroforestería para el Desarrollo Sostenible, Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México. pp. 61-82.
- Krishnamurthy L., R. Flores A.; M. U. Larqué S. 1984. Introducción. In: Análisis de la estructura, función dinámica y manejo del Agroecosistema de cultivos asociados. Informe Técnico del Proyecto PCAFBNA-0001404 para CONACYT. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 400 p.
- Krishnamurthy L. y M. Avila T. 1999. Agroforestería Básica. PNUMA. Serie Textos Básicos para la Formación Ambiental. México. 350 p.
- Limón A. 1993. Comportamiento de genotipos de maíz y frijol en cultivos en callejones con *Erythrina porppigiana*, *Calliandra calothyrsus* y *Gliricidia sepium*. Tesis de Maestría. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica. 126 p.
- López R., C. 1997. Situación Actual, Problemas y perspectivas de la producción de pera en México. Maestría en Agroforestería. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 17 p.

- López R., C., J. Elgueta, M. R. Garfías, S., G. Pérez C. 1997. Evaluación Socioeconómica del sistema agroforestal Peral-Maíz-haba en Santa Catarina del Monte, Edo de México. Maestría en Agroforestería. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 14 p.
- Maldonado T., R. 1989. Efecto de un cultivo intercalado y poda sobre la composición mineral de las hojas de árboles de ciruelo (*Prunus salicina* L.) bajo condiciones de Temporal. Tesis de Maestría Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 112 p.
- Márquez S., F. 1977. Sistemas de producción agrícola (Agroecosistemas). Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, México. 192 p.
- Márquez S., F. 1977b. Clasificación tecnológica de los sistemas de producción agrícola (agrosistemas) según los ejes, espacio y tiempo In: E. Hernández X. (ed). Agroecosistemas de México: Contribuciones a la enseñanza, investigada y divulgación agrícola. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. pp. 255-275.
- Martínez E., R. 1980. Metodologías para diseño de riego en surcos con rendición de gasto. Tesis de maestría. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 158 p.
- Medrano F., H. 1992. Estudio de los sistemas agroforestales del municipio de Escarcega, Campeche. México. Tesis Profesional. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 126 p.
- Musálem S., M. A. 1998. Cultivos en Callejones In: Curso de Sistemas Agrosilvopastoriles. Universidad Autónoma Chapingo, Centro de Agroforestería para el Desarrollo Sostenible, Chapingo, México. 15 p.
- Nair, P. K. R. 1985 "Classification of Agroforestry System" *Agroforestry Systems* 3 (1): 97-128.
- Nair, P. K. R. 1997. Agroforestería para el Desarrollo Sostenible. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.
- Organización para Estudios Tropicales – Centro Agronómico Tropical de Investigación (OTS-CATIE) 1986. *Sistemas Agroforestales: Principios y Aplicaciones en los trópicos*. Ed. OTS Y CATIE. San José, Costa Rica. 818 p.
- Quiñones C., H. 1996. El subsector frutas de clima templado y el mercado exterior de México. Tesis Profesional Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 99 p.

- Rebolledo R., H. H. 1999. SAS en Microcomputadora Análisis estadístico de datos experimentales. Departamento de Suelos. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 175 p.
- Reyes C., P. 1990. El maíz y su cultivo. AGT Editor. México. 460 p.
- Reyes C., P. 1990. Bioestadística aplicada: Agronomía Biológica, Química. 2ª ed. Trillas. México. 216 p.
- Rodríguez G., O. A. 1991. Diseño financiero de Sistemas Agroforestales. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 181 p.
- SAGAR. 1998. Centro de estadística Agropecuaria. 1998. Sistema Anuario de la Producción Agrícola de los Estados Unidos Mexicanos en medio Magnético 1980-1997.
- Steel, R. G. D., Torrie J. H. 1988. Bioestadística principios y procedimientos. 2ª ed. McGraHill. México. 622 p.
- Vázquez G., M. 1989. Los cultivos compuestos como alternativa para aumentar la eficiencia de producción agrícola. Tesis profesional. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 107 p.
- Victorio M., H., Vasquez L. M. F. 1992. Evaluación de 2 genotipos de maíz (*Zea mays* L.) y 9 de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) sembrados en asociación, en Chapingo, México. Tesis profesional. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 96 p.
- Velázquez C., G. 1999. Híbrido H-40. INIFAP. CEVAMEX., México. Desplegable Informativa No. 4.
- Velázquez C., G. A. 1990. Aptitud combinatoria y efectos recíprocos en líneas de Maíz (*Zea Mays* L.) con diferente nivel de endogamia. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. (Centro de Genética). Montecillos, México. 165 p.
- Westwood M. N. 1982. Fruticultura de zonas templadas. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 461 p.
- Willey R. W. 1979. Intercropping – its incorporation and research need. Field Crop Abstracts. 1.- Competition and yield advantages. 32 (1): 1-10. 2.-Agronomy and research approaches. 32(2): 73-85.
- Wojtkowski P. A. 1996. La teoría y la practica en el Diseño Agroforestal. Universidad de Concepción. Facultad de Ciencias Forestales. 212 p.

## **10. ANEXOS**

## ANEXO 1.

### DATOS DE PRODUCCION DE PERA Y MAIZ.

Bloque	Parcela	Tratamiento	Producción de pera (kg)		Producción de maíz (kg)				
			Por árbol	Por hectárea	Surco 1	Surco 2	Surco 3	Por parcela	Por hectárea
1	2	NPA	14.700	6835.500	3.550	4.950	5.725	14.225	8270.349
1	3	NPB	11.400	5301.000	3.600	3.250	3.550	10.400	6046.512
1	4	NPB	12.500	5812.500	2.850	2.600	2.600	8.050	4680.233
1	5	APA	9.550	4440.750	4.750	5.350	4.050	14.150	8226.744
1	6	BPN	19.100	8881.500					
1	7	BPB	8.550	3975.750	2.550	3.200	2.500	8.250	4796.512
1	8	APN	16.300	7579.500					
1	9	NPA	13.800	6417.000	4.050	3.650	4.250	11.950	6947.674
1	10	BPA	7.600	3534.000	3.950	4.300	3.925	12.175	7078.488
1	11	NPN	8.800	4092.000					
1	12	APB	19.800	9207.000	2.775	3.025	2.400	8.200	4767.442
1	13	A			3.100	3.600	5.625	12.325	12838.542
1	15	B			2.525	2.750	2.800	8.075	8411.458
2	16	NPB	13.550	6300.750	3.800	3.850	2.800	10.450	6075.581
2	17	NPA	14.750	6858.750	5.050	4.350	4.600	14.000	8139.535
2	18	NPN	34.950	16251.750					
2	19	BPA	18.200	8463.000	4.250	4.600	4.650	13.500	7848.837
2	20	APA	12.900	5998.500	3.525	2.650	3.725	9.900	5755.814
2	21	NPA	13.400	6231.000	3.575	4.150	3.175	10.900	6337.209
2	22	APN	10.950	5091.750					
2	23	APB	9.800	4557.000	2.775	2.300	3.425	8.500	4941.860
2	24	APB	14.650	6812.250	2.850	2.700	3.300	8.850	5145.349
2	25	NPN	14.950	6951.750	4.750	3.325	3.050	11.125	6468.023
2	26	BPB	17.000	7905.000	3.150	2.675	2.025	7.850	4563.953
2	27	BPN	14.250	6626.250					
2	28	A			3.400	3.250	2.950	9.600	10000.000
2	29	B			1.775	2.400	2.700	6.875	7161.458
3	31	NPA	8.100	3766.500	4.875	4.675	5.350	14.900	8662.791

## ANEXO 1.

### DATOS DE PRODUCCION DE PERA Y MAIZ (CONTINUACIÓN).

Bloque	Parcela	Tratamiento	Producción de pera (kg)		Producción de maíz (kg)				
			Por árbol	Por hectárea	Surco 1	Surco 2	Surco 3	Por parcela	Por hectárea
3	32	NPA	22.450	10439.250	4.425	4.050	3.600	12.075	7020.349
3	33	NPN	45.850	21320.250					
3	34	APN	20.050	9323.250					
3	35	APB	32.300	15019.500	2.450	2.700	2.250	7.400	4302.326
3	36	NPA	25.850	12020.250	4.900	4.900	4.875	14.675	8531.977
3	37	NPB	12.400	5766.000	2.950	3.550	3.300	9.800	5697.674
3	38	BPB	10.500	4882.500	2.700	2.250	2.725	7.675	4462.209
3	39	APA	22.000	10230.000	3.700	4.050	3.575	11.325	6584.302
3	40	BPN	26.850	12485.250					
3	41	BPA	31.700	14740.500	3.650	3.900	3.325	10.875	6322.674
3	42	APB	23.800	11067.000	3.250	2.750	1.950	7.950	4622.093
3	44	A			2.675	2.525	2.150	7.350	7656.250
3	45	B			1.400	2.260	2.350	6.010	6260.417
4	46	NPA	36.800	17112.000	3.200	4.200	3.850	11.250	6540.698
4	47	NPA	46.000	21390.000	3.850	4.200	3.075	11.125	6468.023
4	48	NPA	29.050	13508.250	2.825	2.775	2.600	8.200	4767.442
4	49	APA	37.350	17367.750	4.100	5.250	4.450	13.800	8023.256
4	50	APB	51.550	23970.750	1.575	1.750	2.325	5.650	3284.884
4	51	APB	37.150	17274.750	1.475	1.300	1.675	4.450	2587.209
4	52	APN	25.450	11834.250					
4	53	BPN	16.250	7556.250					
4	54	BPB	29.300	13624.500	1.900	1.800	1.875	5.575	3241.279
4	55	NPB	28.550	13275.750	3.375	3.200	2.150	8.725	5072.674
4	56	NPN	33.700	15670.500					
4	57	BPA	18.300	8509.500	4.800	4.450	3.250	12.500	7267.442
4	58	B			1.250	2.275	1.600	5.125	5338.542
4	60	A			3.300	3.850	4.225	11.375	11848.958
5	61	NPB	51.150	23784.750	1.950	1.900	1.700	5.550	3226.744
5	62	NPA	48.550	22575.750	3.450	3.200	3.125	9.775	5683.140

## ANEXO 1.

### DATOS DE PRODUCCION DE PERA Y MAIZ (CONTINUACIÓN).

Bloque	Parcela	Tratamiento	Producción de pera (kg)		Producción de maíz (kg)				
			Por árbol	Por hectárea	Surco 1	Surco 2	Surco 3	Por parcela	Por hectárea
5	63	NPA	35.750	16623.750	2.825	2.600	2.850	8.275	4811.047
5	64	BPB	40.750	18948.750	1.400	1.850	1.925	5.175	3008.721
5	65	APA	47.350	22017.750	2.400	2.850	4.100	9.350	5436.047
5	66	APN	55.650	25877.250					
5	67	BPN	44.100	20506.500					
5	68	APB	54.330	25263.450	2.225	1.600	2.825	6.650	3866.279
5	69	NPB	42.550	19785.750	0.925	2.050	1.200	4.175	2427.326
5	70	NPN	35.600	16554.000					
5	71	APB	49.950	23226.750	2.350	2.925	3.600	8.875	5159.884
5	72	BPA	82.400	38316.000	1.750	4.550	4.700	11.000	6395.349
5	74	B			3.275	3.075	4.000	10.350	10781.250
5	75	A			4.000	3.800	4.250	12.050	12552.083

## ANEXO 2.

Kpa = KG DE PERA POR ÁRBOL

```
data peral;  
input blk par tra $ Kpa;  
cards;
```

1	2	NPA	14.700
1	4	NPB	12.500
1	5	APA	9.550
1	6	BPN	19.100
1	7	BPB	8.550
1	8	APN	16.300
1	9	NPA	13.800
1	10	BPA	7.600
1	11	NPN	8.800
1	12	APB	19.800
2	16	NPB	13.550
2	18	NPN	34.950
2	19	BPA	18.200
2	20	APA	12.900
2	21	NPA	13.400
2	22	APN	10.950
2	23	APB	9.800
2	25	NPA	14.950
2	26	BPB	17.000
2	27	BPN	14.250
3	32	NPA	22.450
3	33	NPN	45.850
3	34	APN	20.050
3	35	APB	32.300
3	36	NPA	25.850
3	37	NPB	12.400
3	38	BPB	10.500
3	39	APA	22.000
3	40	BPN	26.850
3	41	BPA	31.700
4	47	NPA	46.000
4	48	NPA	29.050
4	49	APA	37.350
4	51	APB	37.150
4	52	APN	25.450
4	53	BPN	16.250
4	54	BPB	29.300
4	55	NPB	28.550
4	56	NPN	33.700
4	57	BPA	18.300

## ANEXO 2.

```
5 62 NPA 48.550
5 63 NPA 35.750
5 65 APA 47.350
5 66 APN 55.650
5 67 BPN 44.100
5 68 APB 54.330
5 69 NPB 42.550
5 70 NPN 35.600
5 71 BPB 49.950
5 72 BPA 82.400
proc print;
proc anova;
classes blk tra;
model Kpa = blk tra blk*tra;
means tra blk/duncan;
run;
```

## ANEXO 3.

Kmp = KG DE MAÍZ POR PARCELA

```
data maiz1;
input blk par tra $ Kmp;
cards;
1 2 PA 14.225
1 3 PB 10.400
1 4 PB 8.050
1 5 PA 14.150
1 7 PB 8.250
1 9 PA 11.950
1 13 A 12.325
1 15 B 8.075
2 16 PB 10.450
2 19 PA 13.500
2 20 PA 9.900
2 21 PA 10.900
2 23 PB 8.500
2 24 PB 8.850
2 28 A 9.600
2 29 B 6.875
3 32 PA 12.075
3 35 PB 7.400
3 36 PA 14.675
3 37 PB 9.800
3 38 PB 7.675
3 39 PA 11.325
3 44 A 7.350
3 45 B 6.010
4 47 PA 11.125
4 48 PA 8.200
4 49 PA 13.800
4 50 PB 5.650
4 51 PB 4.450
4 54 PB 5.575
4 58 B 5.125
4 60 A 11.375
5 62 PA 9.775
5 63 PA 8.275
5 64 PB 5.175
5 65 PA 9.350
5 68 PB 6.650
5 69 PB 4.175
5 74 B 10.350
5 75 A 12.050
proc print;
proc anova;
classes blk tra;
model Kmp = blk tra blk*tra;
means tra blk/duncan;
run;
```

## ANEXO 4.

Kms = KG DE MAÍZ POR SURCO

data maiz9;

input blk par tra \$ Kms;

cards;

1	2	SOA	3.550
1	2	SCA	4.950
1	2	SOA	5.725
1	3	SOB	3.600
1	3	SCB	3.250
1	3	SOB	3.550
1	4	SOB	2.850
1	4	SCB	2.600
1	4	SOB	2.600
1	5	SOA	4.750
1	5	SCA	5.350
1	5	SOA	4.050
1	7	SOB	2.550
1	7	SCB	3.200
1	7	SOB	2.500
1	9	SOA	4.050
1	9	SCA	3.650
1	9	SOA	4.250
1	13	SA	3.100
1	13	SA	3.600
1	13	SA	5.625
1	15	SB	2.525
1	15	SB	2.750
1	15	SB	2.800
2	16	SOB	3.800
2	16	SCB	3.850
2	16	SOB	2.800
2	19	SOA	4.250
2	19	SCA	4.600
2	19	SOA	4.650
2	20	SOA	3.525
2	20	SCA	2.650
2	20	SOA	3.725
2	21	SOA	3.575
2	21	SCA	4.150
2	21	SOA	3.175
2	23	SOB	2.775
2	23	SCB	2.300
2	23	SOB	3.425
2	24	SOB	2.850
2	24	SCB	2.700
2	24	SOB	3.300
2	28	SA	3.400
2	28	SA	3.250
2	28	SA	2.950
2	29	SB	1.775
2	29	SB	2.400
2	29	SB	2.700

## ANEXO 4.

3	32	SOA	4.425
3	32	SCA	4.050
3	32	SOA	3.600
3	35	SOB	2.450
3	35	SCB	2.700
3	35	SOB	2.250
3	36	SOA	4.900
3	36	SCA	4.900
3	36	SOA	4.875
3	37	SOB	2.950
3	37	SCB	3.550
3	37	SOB	3.300
3	38	SOB	2.700
3	38	SCB	2.250
3	38	SOB	2.725
3	39	SOA	3.700
3	39	SCA	4.050
3	39	SOA	3.575
3	44	SA	2.675
3	44	SA	2.525
3	44	SA	2.150
3	45	SB	1.400
3	45	SB	2.260
3	45	SB	2.350
4	47	SOA	3.850
4	47	SCA	4.200
4	47	SOA	3.075
4	48	SOA	2.825
4	48	SCA	2.775
4	48	SOA	2.600
4	49	SOA	4.100
4	49	SCA	5.250
4	49	SOA	4.450
4	50	SOB	1.575
4	50	SCB	1.750
4	50	SOB	2.325
4	51	SOB	1.475
4	51	SCB	1.300
4	51	SOB	1.675
4	54	SOB	1.900
4	54	SCB	1.800
4	54	SOB	1.875
4	58	SB	1.250
4	58	SB	2.275
4	58	SB	1.600
4	60	SA	3.300
4	60	SA	3.850
4	60	SA	4.225

## ANEXO 4.

```
5 62 SOA 3.450
5 62 SCA 3.200
5 62 SOA 3.125
5 63 SOA 2.825
5 63 SCA 2.600
5 63 SOA 2.850
5 64 SOB 1.400
5 64 SCB 1.850
5 64 SOB 1.925
5 65 SOA 2.400
5 65 SCA 2.850
5 65 SOA 4.100
5 68 SOB 2.225
5 68 SCB 1.600
5 68 SOB 2.825
5 69 SOB 0.925
5 69 SCB 2.050
5 69 SOB 1.200
5 74 SB 3.275
5 74 SB 3.075
5 74 SB 4.000
5 75 SA 4.000
5 75 SA 3.800
5 75 SA 4.250
proc print;
proc anova;
classes blk tra;
model Kms = blk tra blk*tra;
means tra blk/duncan;
run;
```

## ANEXO 5.

```
data perah;
input blk par tra $ kph;
cards;
1 5 PA 4440.750
1 7 PB 3975.750
1 11 P 4092.000
2 18 P 16251.750
2 20 PA 5998.500
2 23 PB 4557.000
3 33 P 21320.250
3 38 PB 4882.500
3 39 PA 10230.000
4 49 PA 17367.750
4 54 PB 13624.500
4 56 P 15670.500
5 64 PB 18948.750
5 65 PA 22017.750
5 70 P 16554.000
proc print;
proc anova;
classes blk tra;
model kph=blk tra;
means blk tra/duncan;
data maizh;
input blk par tra $ kmh;
cards;
1 5 PA 8226.744
1 7 PB 4796.512
1 13 A 12838.542
1 15 B 8411.458
2 20 PA 5755.814
2 23 PB 4941.860
2 28 A 10000.000
2 29 B 7161.458
3 38 PB 4462.209
3 39 PA 6584.302
3 44 A 7656.250
3 45 B 6260.417
4 49 PA 8023.256
4 54 PB 3241.279
4 58 B 5338.542
4 60 A 11848.958
5 64 PB 3008.721
5 65 PA 5436.047
5 74 B 10781.250
5 75 A 12552.083
proc print;
proc anova;
classes blk tra;
model kmh=blk tra;
means blk tra/duncan;
run;
```



