

PROGRAMA DE POSTGRADO: Hidrociencias  
 CURSO: El agua en el sistema suelo-planta atmósfera II  
 PROFESOR TITULAR: Leonardo Tijerina Chàvez X00436  
 COLABORADOR (ES): Carlos Ramírez Ayala X00512  
 CORREO ELECTRÓNICO: tijerina@colpos.mx  
 TELÉFONO: (595)95 20200 EDIFICIO/PLANTA/NÚMERO Edafología-Hidrociencias,  
Ext. 1150 Planta baja N° 131  
 CLAVE DEL CURSO: HID-602 PRE-REQUISITOS: Fisiología  
Vegetal, Edafología,  
Agrometeorología

TIPO DE CURSO: PERIODO:  
 Teórico  Primavera  
 Práctico  Verano  
 Teórico-Práctico  Otoño  
 No aplica

SE IMPARTE A : MODALIDAD:  
 Maestría en Ciencias  Presencial  
 Doctorado en Ciencias  No presencial  
 Maestría Tecnológica  Mixto

HORAS CLASE: HORAS DE PRACTICA: 48  
 Presenciales 36  
 Extra clase 108  
 Total 144

“CREDITOS TOTALES: 3 (tres)”

Nota: Un crédito equivale a 64 horas totales (presenciales y extra clases)

**OBJETIVO GENERAL DEL CURSO**

Dar a conocer las principales interacciones de las plantas con el medio hídrico, edáfico y climático en el que crecen haciendo énfasis en las causas y mecanismos de estas interacciones, y desarrollar en el estudiante la habilidad de aplicar los conocimientos adquiridos mediante un análisis crítico de la interacción de los factores climáticos con el suelo y de la planta en una situación determinada que permita llegar a solucionar los problemas de manera razonable y proponer alternativas para el manejo eficiente de los recursos agua, suelo y clima en el proceso de la producción agrícola.

	TEMAS Y SUBTEMAS	OBJETIVOS DE LOS TEMAS
1 HORAS	1. Introducción.	Introducción Se presenta el contenido general del curso, y el contenido de las prácticas y el procedimiento de evaluación
3 HORAS	2. Conceptos básicos <ul style="list-style-type: none"> <li>• Propiedades del agua en función de sus características moleculares.</li> <li>• Propiedades coligativas</li> <li>• El concepto del potencial del agua y sus componentes.</li> </ul>	Se hace un recordatorio general de las propiedades del agua haciendo énfasis en el concepto de potencial del agua incluyendo la derivación matemática del potencial químico con bases en termodinámica
3 HORAS	3. Desarrollo del estrés hídrico, respuesta de las plantas y adaptación <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evapotranspiración y abastecimiento de energía.</li> <li>• Absorción de agua por las plantas</li> <li>• Balance del agua en las plantas</li> <li>• Indicadores del estatus del agua en las plantas</li> <li>• Efectos del déficit hídrico sobre las plantas</li> <li>• adaptación a condiciones deficientes de agua</li> </ul>	El agua retenida por el tejido depende del balance de agua entre el agua absorbida y la que se pierde por transpiración. En este capítulo introductorio se discutirán los procesos de transpiración y absorción, los factores que los afectan y cuál es la resultante del balance de agua en la planta. Se presentarán Indicadores cuantitativos del estatus del agua en la planta, algunas consecuencias importantes de un desfavorable estatus del agua en la planta y los mecanismos de adaptación en respuesta a las condiciones limitantes de agua.
4 HORAS	4. Movimiento del agua en el suelo <ul style="list-style-type: none"> <li>• El potencial gravitacional</li> <li>• El potencial de presión</li> </ul>	Enseñar a detalle las causas del movimiento del agua en el suelo, se ilustrará con el movimiento del agua en

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El ángulo de contacto</li> <li>• Tensión superficial</li> <li>• Viscosidad</li> <li>• Movimiento del agua en el suelo en condiciones de saturación</li> <li>• La ley de Darcy</li> <li>• La conductividad hidráulica</li> <li>• Movimiento horizontal del agua</li> <li>• Movimiento vertical del agua</li> <li>• Movimiento del agua del suelo en condiciones de no saturación</li> <li>• Representación graficas del potencial gravitacional, potencial de presión y potencial total.</li> <li>• La velocidad del flujo en un medio poroso</li> <li>• Mediciones de las cargas gravitacional, y total</li> </ul>	columnas rellenas de suelo en posición horizontal y vertical., se calculará la conductividad hidráulica y los componentes del potencial del agua en el suelo
3 HORAS	<p>5.Movimiento de las sales en el suelo</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bases del transporte de agua y solutos</li> <li>• Extracción del agua por las raíces</li> <li>• La solución del suelo</li> <li>• Difusión de solutos</li> <li>• Convección</li> <li>• Dispersión hidrodinámica</li> <li>• Lavado de sales</li> </ul>	Estudiar el movimiento de las sales en base a las leyes de Fick, procesos de difusión, flujo en masa y dispersión hidrodinámica
1.5HORAS	<p>6. Energía y absorción de iones</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El concepto de potencial de membrana</li> <li>• El potencial químico</li> <li>• El potencial electroquímico</li> </ul>	Analizar el concepto de potencial de membrana, y el movimiento activo y pasivo de iones durante el proceso de absorción por la raíz
1.5HORAS	<p>7.El suelo como medio para el crecimiento de las plantas</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Caracterización del sistema</li> <li>• La absorción de nutrientes</li> <li>• El potencial químico</li> <li>• El potencial del agua</li> <li>• Modelos de absorción de iones</li> <li>• Las leyes de Fick</li> </ul>	Estudiar al suelo como el medio principal para la producción. Estudiar modelos del movimiento de solutos del suelo a la raíz y su absorción

1.5HORAS	<p>8. Condiciones físicas del suelo y procesos asociados con la germinación</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La humectación de la semilla</li> <li>• Modelos que describen el fenómeno de absorción de agua por la semilla</li> <li>• Condiciones del suelo que promueven la germinación</li> <li>• Factores que afectan a la germinación: el contenido de humedad del suelo, grado de contacto entre la semilla y las partículas del suelo, la resistencia mecánica del suelo; la salinidad, temperatura, estatus nutricional, la presencia de nitrógeno, la profundidad de la siembra</li> <li>• Modelos para estimar el tiempo de germinación</li> </ul>	<p>Estudiar los procesos que ocurren durante el proceso de germinación y los factores ambientales que influyen en la germinación. Estudiar los modelos de absorción de agua por la semilla y modelos para estimar el tiempo de germinación.</p>
1.5HORAS	<p>9 .El desarrollo de la raíz absorción y resistencias al flujo del agua en el continuo suelo-raíz-hojas</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Consideraciones generales para la aplicación de Modelos de absorción</li> <li>• Resistencias involucradas en el trayecto del agua del suelo al xilema del tallo</li> <li>• Estimación de la densidad de la longitud de raíces.</li> <li>• Modelo de absorción de Phillips.</li> </ul>	<p>Estudiar la absorción del agua mediante un análisis de un modelo macroscópico del continuo suelo-planta-atmósfera</p>
1.5HORAS	<p>10. Estatus del agua en células y tejidos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaporación y transpiración</li> <li>• El sistema planta</li> <li>• Relaciones agua planta</li> <li>• El uso de las isotermas Presión-volumen</li> <li>• Control de la transpiración por la planta</li> </ul>	<p>Estudiar los mecanismos a través de los cuales las plantas se mantienen hidratadas en función de la disponibilidad del agua en el suelo</p>
3 HORAS	<p>11. Factores del clima que afectan la productividad de los cultivos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Balance de energía</li> <li>• Radiación</li> <li>• Radiación fotosintéticamente activa</li> <li>• Temperatura</li> <li>• Humedad del aire</li> </ul>	<p>Estudiar los factores climáticos que intervienen en la productividad de los cultivos.</p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Viento</li> <li>• Estructura de la cubierta vegetal e interceptación de luz</li> <li>• Distribución de la radiación dentro del dosel</li> <li>• Cambios en la densidad de flujo fotónico dentro del dosel</li> <li>• Consideraciones para coberturas vegetales específicas</li> <li>• Compensación de la luz</li> </ul>	
1.5HORAS	<p>12. Fotosíntesis</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Resistencias y gradientes de concentración para la asimilación del CO<sub>2</sub> por una hoja simple</li> <li>• Estimación de la resistencia del mesófilo</li> <li>• Resumen de los procesos estomáticos</li> <li>• Procesos posibles de bombeo de solutos en las células estomáticas</li> <li>• Trayectos de fijación del CO<sub>2</sub></li> <li>• Respuesta de los estomas a diferentes factores exógenos y endógenos</li> </ul>	Estudiar el proceso de asimilación del bióxido de carbono en función de los tipos de planta C <sub>3</sub> ,C <sub>4</sub> ó CAM . Estudiar la respuesta de los estomas en función del grado de hidratación de las plantas y los factores exógenos y endógenos que afectan la apertura estomática
1.5HORAS	<p>13. Crecimiento</p>	Estudiar los factores que participan en la elongación celular tanto exógenos como endógenos
1.5HORAS	<p>14 Resistencia a sequía</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El continuo suelo-planta-atmósfera en el contexto de resistencia a sequía</li> <li>• Mecanismos de resistencia a sequía</li> </ul>	Explicar los mecanismos que diferentes especies han desarrollado para afrontar eventos de sequia y adaptación
3 HORAS	<p>15. Análisis de crecimiento y productividad en función del abastecimiento de agua.</p>	Enseñar los métodos cuantitativos para evaluar el crecimiento y productividad de las plantas cultivadas
TOTAL 32 HORAS		

9 HORAS	1. Conductividad hidráulica como función del contenido de agua en el suelo de una parcela.	Instrumentar una parcela con tensiometros y mostrar el procedimiento para medir la conductividad hidráulica in situ
18 HORAS	2. Estudio del movimiento del agua en columnas de suelo	Bajo diferentes condiciones de flujo se medirá la conductividad hidráulica y los gradientes de potencial de presión y total.
10 HORAS	3. Siembra de un cultivo con el objeto de hacer diferentes observaciones del estatus del agua en la planta.	Mostrar el uso de diferentes equipos para medir el estatus hídrico del cultivo, concentración de clorofila, conductancia estomática potencial del agua en la hoja etc.
3 HORAS	4. Determinación del coeficiente de absorción de la (RFA) foliar.	Demostración de la extinción de la luz a través del dosel con base en la ley de Beer
6 HORAS	5. Infiltración horizontal y vertical.	Obtener los modelos de la velocidad de infiltración en la dirección horizontal y en la dirección vertical
2 HORAS	6. Desplazamiento de solutos miscibles.	Estudiar el movimiento de solutos a través de la solución del suelo
TOTAL 48 HORAS		

CURSO: EL AGUA EN EL SISTEMA SUELO PLANTA ATMOSFERA II  
PROGRAMA DE POSTGRADO: HIDROCIENCIAS

LISTA DE PRÁCTICAS	OBJETIVO	Horas (estimadas)
--------------------	----------	----------------------

10

NÚM. TOTAL DE HORAS:
----------------------

---

#### RECURSOS DIDÁCTICOS

---

El curso se imparte en forma teórica, de manera presencial en un aula, mediante la exposición de los temas de manera oral con la ayuda de una computadora y un proyector también se utiliza pizarrón apoyado con libros artículos y manuales sobre el tema en cuestión.

En cada tema se presentan ejemplos de problemas y su correspondiente solución se invita a los alumnos a que participen activamente en el planteamiento y solución de los problemas

El afianzamiento de los conocimientos por los alumnos es mediante tareas extra-clase utilizando parcialmente programas de cómputo.

---

#### NORMAS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN

---

##### Normas de evaluación

Al final de cuatrimestre se calcula la calificación de cada alumno con la escala entre 0 a 10.0. La calificación mínima aprobatoria es de 8.0.

La calificación final se obtiene considerando las calificaciones:

de dos exámenes parciales 20 %

Tareas con un valor del 20 %

Un examen final con un valor del 26 %

Reporte de prácticas 34 %

##### Procedimiento de evaluación

Se evalúa con la calificación que obtienen en las tareas extra-clase, los exámenes parciales, el examen final y el reporte de prácticas con el valor que se indica en la sección anterior

---



BIBLIOGRAFÍA IMPRESA O ELECTRÓNICA (AUTOR, AÑO, TÍTULO, EDITORIAL, FECHA, EDICIÓN)

TEMA 1: INTRODUCCIÓN

1. Allen, S.G., F.S. Nakayama, D.A. Dierig and B.A. Rasnick. 1987. Plant water relations, photosynthesis, and rubber content of young guayule plañis during water stress. *Agron. J.* 79. p.p.1030-1035
2. El-Sharkawy, M.A. and J.H.Cock. 1987. Responso of cassava to water stress. *Plant Soil*, 100. p.p.345-360.
3. Fiscus, E.L. and M.R. Kauffman. 1990. The nature and movement of water in plañis. Madison, Wis., American Society of Agronomy. *Agronomy* No.30. p.p.191-235.
4. Hale, M.G. and D.M. Orcutt. 1987. The physiology of plañis under stress. John Wiley and Sons, New York.
5. Hatfield, J.L. 1985. Wheat canopy resistance determined by energy balance techniques. *Agron. J.* 77. p.p.279-283.
6. Howeil, T.A. 1990. Relationships between crop production and transpiration, evapotranspiration, and irrigation. Madison, Wis., American Society of Agronomy. *Agronomy* No.3 O. p.p.391-427.
7. Klepper, B. Root growth and water uptake. 1990. Madison, Wis., American Society of Agronomy. *Agronomy* No.30. p.p.281-306.
8. Lascano, R.J., C.H.M. van Bavel J.L. Hatfield and d.R. Upchurch. 1986. Energy and water balance of a sparse crop: Simulated and measured soil and crop evaporation. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 51. p.p.1113-1121.
9. Metodología de investigación y diagnostico en relación agua, suelo,planta, atmósfera. 1990. Durango, SARH, Méx. 494p.
10. Memorias de la segunda Reunión Nacional de Agrometeorología. 1989. Chapingo, Méx.
11. Tanner, B.D., M.J. Tanner, W.A. Dugas, E.C. Campbell and B.L. Bland. 1985. Evaluation of an operational eddy corralation system for evapotranspiration measurements. In *Advances in evapotranspiration*. ASAE. p.p.87-89.

TEMA 2: PROPIEDADES DEL AGUA EN FUNCIÓN DE SUS CARACTERÍSTICAS MOLECULARES. CONCEPTOS DE POTENCIAL DEL AGUA Y POTENCIAL DE SOLUTOS.

1. Ayers, R.S. and D.W. Westcot. 1985. Water quality for agriculture. *Irrig. Drain. Pap* 29, Rev. 1. FAO, Rome.
2. Bennett, J.M., P.M. Cortes and G.F. Lorens. 1986. Comparison of water potential components measured with a thermocouple psychrometex and a pressure chamber and the effects of starch hydrolysis. *Agron. J.*78. p.p.239-244.
3. Boyer, J.S. 1985. Water transport. *Annu. Rev. Physiol.*36. p.p.473-516.
4. Bunce, J.A. 1987. Species-specific responses to water stress of gas exchange parameters mimicked by applied abscisic acid. *Can. J. Bot.* 65. p.p.103-106.
5. Bruce, R. R. and R.J. Luxmoore. 1986. Water retention: Field methods. In A. Klute (ed). *Methods of soil analysis. Part 1. 2nd ed. Agronomy* 9. p.p.663-686.

6. Campbell, G.S. and D.J. Mulla. 1990. Measurement of soil water content and potential. Madison, Wis., American Society of Agronomy. Agronomy No.30. p.p.122-140
7. Campbell, G.S. and G.W. Gee. 1986. Water potential: Miscellaneous methods. In A. Klute (ed). Methods of soil analysis. Part 1. 2nd ed. Agronomy 9. p.p. 619-633.
8. Cassell, D.K. and A. Klute. 1986. Water potential: Tensiometry. In A. Klute (ed.) Methods of soil analysis. Part 1. 2nd ed. Agronomy 9. p.p. 563-596.
9. Corey, A.T. and A. Klute. 1985. Application of the potential concept to soil water equilibrium and transport. Soil Sci. Soc. Am. J.49.
10. Eirick, D.E. and B.E. Clothier. 1990. Solute Transport and Leaching. Madison, Wis., American Society of Agronomy. Agronomy No.30. p.p.94-122.
11. El-Sharkawy, M.A. and J.H.Cock. 1987. Response of cassava to water stress. Plant Soil, 100. p.p.345-360.
12. Gupta, A.S. and G.A. Berkowitz. 1987. Osmotic adjustment, symplast volume, and nonstomatally mediated water stress inhibition of photosynthesis in wheat. Plant Physiol. 85. p.p.1040-1047.
13. Fiscus, E.L. and M.R. Kauffman. 1990. The nature and movement of water in plants. Madison, Wis., American Society of Agronomy. Agronomy No.30. p.p.191-235.
14. Hsiao, T.C. Measurements of plant water status. 1990. Madison, Wis., American Society of Agronomy. Agronomy No.30. p.p.243-275.
15. Nielsen, D.R., M.Th. van Genuchten and J.W.Biggar. 1986. Water flow and solute transport processes in the unsaturated zone. Water Resour. Res.22.
16. Rangeley, W.R. 1986. Global water issues. Civil Eng.96 (12).
17. Rawlins, S.L. and G.S. Campbell. 1986. Water potential: Thermocouple psychrometry. In A. Klute (ed.) Methods of soil analysis. Part 1. 2nd ed. Agronomy. p.p. 597-618.
18. Smith, R.L., C.S. Hoveland and W.W. Nanna. 1989. Water stress and temperature in relation to seed germination of pearl millet and sorghum. Agron. J. 81. p.p.303-305.
19. Schieff, U. 1986. Water uptake by barley roots as affected by the osmotic and matric potential in the rhizosphere. Plant Soil 94. p.p.143-146.
20. Turner, N.C. W.R. Stern and P. Evans. 1987. Water relations and osmotic adjustments of leaves and roots of lupins in response to water deficits. Crop Sci. 27. p.p. 977-983.
21. Wronski, E.B., J.W. Holmes and N.C. Turner. 1985. Phase and amplitude relations between transpiration, water potential and stem shrinkage. Plant Cell Environ, 8. p.p. 613-622.

### TEMA 3: DOMINANCIA DEL MEDIO AMBIENTE Y EL ABASTECIMIENTO DE ENERGÍA SOBRE EL PROCESO DE EVAPOTRANSPIRACION

1. Blaney, H.F. and W.D. Criddle. 1950. Determining water requirements in irrigated areas from climatological and irrigation data. USDA Soil Conserv. Serv. Tech. Rep. No 96.
2. Bresler, E. 1986. Application of a conceptual model to irrigation water requirement and salt tolerance of crops. Soil Sci. Soc. Am. J. 51. p.p. 778-793.

3. Gupta, A.S. and G.A. Berkowitz. 1987. Osmotic adjustment, symplast volume, and nonstomatally mediated water stress inhibition of photosynthesis in wheat. *Plant Physiol.* 85. p.p.1040-1047.
4. Hanks, R.J. Crop coefficients for transpiration. 1985. p.p.431-438. In *Advances in evapotranspiration. Proc. Nati. Conf. on Advances in Evapotranspiration, Chicago.*
5. Hatfield, J.L. 1985. Wheat canopy resistance determined by energy balance techniques. *Agron. J.* 77. p.p.279-283.
6. Hatfield, J.L. 1988. Priorities in ET Research: Evolving methods. *Trans. ASAE* 31. p.p. 490-495.
7. Hatfield, J.L. and D.F. Wanjura. 1985. Actual evapotranspiration from dryland agriculture. In *Advances in evapotranspiration. ASAE.* p.p.151-158.
8. Hsiao, T.C. and J. Jing. 1987. Leaf and root expansive growth in response to water deficits, p.p.180-192. In D.J. Cosgrove and D.P. Knievel (ed). *Physiology of cell expansion during plant growth. Am. Soc. Plant Physiol., Rockville, MD.*
9. Hoogenboom, G. and M.G. Huck. 1986. ROOTSIMU V4. A dynamic simulation of root growth, water uptake, and biomass partitioning in a soil-plant-atmosphere continuum: Update and documentation. *Alabama Agric. Exp. Stn. Agron. Soil Dep. ser. no 109.*
10. Jalóla, S.K. and S.S. Prihar. 1986. Effects of atmospheric evaporativity, soil type and redistribution time on evaporation from bare soil. *Aust. J. Soil Res.* 24. p.p.357-366.
11. Kiocke, N.L., D.F. Heermann and H.R. Duke. 1985. Measurement of evaporation and transpiration with lysimeters. *Trans. ASAE* 28. p.p. 183-189, 192.
12. Klepper, B. Root growth and water uptake. 1990. Madison, Wis., American Society of Agronomy. *Agronomy No.30.* p.p.281-306.
13. Lascanó, R.J., J.L. Hatfield and C.H.M. van Bavel. 1986. Field calibration of neutron meters using a two-probe, gamma density gauge. *Soil Sci.* 141. p.p. 442-477.
14. Lascanó, R.J., C.H.M. van Bavel J.L. Hatfield and d.R. Upchurch. 1986. Energy and water balance of a sparse crop: Simulated and measured soil and crop evaporation. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 51. p.p.1113-1121.
15. Lutgens, F. K. *The atmosphere: an introduction to meteorology.* 1986. Englewood Cliffs., N.J., Prentice Hall. 492p.
16. Martin, D.L., N.L. Kiocke and D.L. DeHann. 1985. Measuring evaporation using minilysimeters. p.p.231-240. In *Advances in evapotranspiration. Proc. Nati. Conf. on Advances in Evapotranspiration. Chicago.*
17. Persaud, N. and a.C. Chang. 1985. Time series analysis of daily solar radiation and air temperature measurements for use in computing potential evapotranspiration. *Trans ASAE* 28. p.p.462-470.
18. Pruitt, W.O. and E.T. Lourence. 1985. Experiences in lysimetry for ET and surface drag measurements. In *Advances in evapotranspiration. ASAE.* p.p.51-69.
19. Sinclair, T.R. 1990. Theoretical considerations in the description of evaporation and transpiration. Madison, Wis., American Society of Agronomy. *Agronomy No. 30.* p.p. 343-360.
20. Shuttleworth, W.J. and J.S. Wallace. 1985. Evaporation from sparse crops - an energy combination theory. *Q.J.R. Meteorol. Soc.* 111.

TEMA 4. MOVIMIENTO DEL AGUA EN EL SISTEMA SUELO - PLANTA –  
ATMOSFERA

1. Ahuja L.R. and D.R.Nielsen. 1990. Field Soil- Water Relations. Madison, Wis., American Society of Agronomy. Agronomy No.30. p.p.144-183.
2. Aleen, S.G., F.S. Nakayama, D.A. Dierig and B.A. Rasnick. 1987. Plant water relations, photosynthesis, and rubber content of young guayule plants during water stress. Agron. J. 79. p.p.1030-1035.
3. Arnold, R.W. and C.A.Jones. 1987. Soils and climate effects upon crop productivity and nutrient use. p.p. 9-17. In Soil Fertility and organic matter as critical components of production systems, R.F. Follett (chair). Soil Sci. Soc. Am., Inc., and Am. Soc. Agronomy, Inc., Publ., Madison, WI.
4. Baker, J.M. and C.H.M. van Bavel. 1987. Measurement of mass flow of water in stems of herbaceous plants. Plant Cell Environ., 10. p.p. 779-782.
5. Bennet, J.M., T.R. Sinclair, R.C.Muchow and S.R. Costello. 1987. Dependence of stomatal conductance on leaf water potential, turgor potential, and relative water content in field-grown soybean and maize. Crop Sci. 27. p.p.984-990.
6. Campbell, G.S., G.W. Gee. 1986. Water potential; Miscellaneous methods. In A. Klute (ed). Methods of soil analysis. Part 1. 2nd ed. Agronomy 9. p.p. 619-633.
7. Campbell, G.S. 1985. Soil physics with Basic: Transport models for soil-plant systems. Elsevier, Amsterdam.
8. Cassell, D.K. and A. Klute. 1986. Water potential: Tensiometry. In A. Klute (ed.) Methods of soil analysis. Part 1. 2nd ed. Agronomy 9. p.p. 563-596.
9. Corey, A.T. and A. Klute. 1985. Application of the potential concept to soil water equilibrium and transport. Soil Sci. Soc. Am.
10. Cosgrove, D.J. 1985. Cell wall yield properties of growing tissue. Evaluation by in vitro stress relaxation. Plant Physiol. 78. p.p. 347-356.
11. Hale, M.G. and D.M. Orcutt. 1987. The physiology of plants under stress. John Wiley and Sons, New York.
12. Hamblin, A.P. 1986. The influence of soil structure on water movement, crop root growth, and water uptake. Adv. Agron. 38. p.p.95-157.
13. Hsiao, T.C. 1990. Measurements of plant water status. Madison, Wis., American Society of Agronomy. Agronomy No.30. p.p.243-275.
14. Hsiao, T.C. and J. Jing. 1987. Leaf and root expansive growth in response to water deficits, p.p.180-192. In D.J. Cosgrove and D.P. Knievel (ed). Physiology of cell expansion during plant growth. Am. Soc. Plant Physiol., Rockville, MD.
15. Eirick, D.E. and B.E. Clothier. 1990. solute Transport and Leaching. Madison, Wis., American Society of Agronomy. Agronomy No.30. p.p.94-122.
16. Fiscus, E.L. and M.R. Kauffman. 1990. The nature and movement of water in plants. Madison, Wis., American Society of Agronomy. Agronomy No.30. p.p.191-235.
17. Kirkham, M.B. 1989. Growth and water relations of two wheat cultivars grown separately and together. Biol. Agric. Hortic. 6. p.p.35-46.
18. Nielsen, D.R., M.Th. van Genuchten and J.W.Biggar. 1986. Water flow and solute transport processes in the unsaturated zone. Water Resour. Res.22.
19. Ritchie J.T. and B.S.Johnson. 1990. Soil and plant factors affecting evaporation. Madison, Wis., American Society of Agronomy. Agronomy No.30. p.p.363-387.

20. Rusell, E.J. 1988. Soil conditions and plant growth. New York, Longman. 99lp.
21. Soil acidity and plant growth. 1989. New York: Academic Press. 306p. American Society of Agronomy. Agronomy No.30. p.p.191-235.
22. Shackel, K.A. 1987. Direct measurement of turgor and osmotic potential in individual epidermal cells. Plant Physiol. 83. p.p.719-722.
23. Stanhill, G. 1986. Water use efficiency. Adv. Agron. 39. p.p.53-85.
24. Tanguilig, V.C., E.B. Yambao, J.C. O'Toole and S.K. De Datta. 1987. Water stress effects on leaf elongation, leaf water potential, transpiration, and nutrient uptake or rice, maize, and soybean. Plant Soil 103. p.p. 155-168.

#### TEMA 5: ESTATUS DEL AGUA EN CÉLULAS Y TEJIDOS

1. Bennett, J.M., P.M. Cortes and G.F. Lorens. 1986. Comparison of water potential components measured with a thermocouple psychrometer and a pressure chamber and the effects of starch hydrolysis. Agron. J.78. p.p.239-244.
2. Fiscus, E.L. and M.R. Kauffman. 1990. The nature and movement of water in plants. Madison, Wis., American Society of Agronomy. Agronomy No.30. p.p.191-235.
3. Gupta, A.S. and G.A. Berkowitz. 1987. Osmotic adjustment, symplast volume, and nonstomatally mediated water stress inhibition of photosynthesis in wheat. Plant Physiol. 85. p.p.1040-1047.
4. Hale, M.G. and D.M. Orcutt. 1987. The physiology of plants under stress. John Wiley and Sons, New York.
5. Hsiao, T.C. 1990. Measurements of plant water status. Madison, Wis., American Society of Agronomy. Agronomy No.30. p.p.243-275.
6. Hsiao, T.C. and J. Jing. 1987. Leaf and root expansive growth in response to water deficits, p.p.180-192. In D.J. Cosgrove and D.P. Knievel (ed). Physiology of cell expansion during plant growth. Am. Soc. Plant Physiol., Rockville, MD.
7. Kirkham, M.B. 1989. Growth and water relations of two wheat cultivars grown separately and together. Biol. Agric. Hortic. 6. p.p.35-46.
8. Klepper, B. 1990. Root growth and water uptake. Madison, Wis., American Society of Agronomy. Agronomy No.30. p.p.281-306.
9. Shackel, K.A. 1987. Direct measurement of turgor and osmotic potential in individual epidermal cells. Plant Physiol. 83. p.p.719-722.
10. Schieff, U. 1986. Water uptake by barley roots as affected by the osmotic and matrix potential in the rhizosphere. Plant Soil 94. p.p.143-146.
11. Sinclair, T.R. and M.M. Ludiow. 1985. Who taught plants thermodynamics? The unfulfilled potential of plant water potential. Aust J. Plant Physiol. 12. p.p.213-217.
12. Tanguilig, V.C., E.B. Yambao, J.C. O'Toole and S.K. De Datta. 1987. Water stress effects on leaf elongation, leaf water potential, transpiration, and nutrient uptake or rice, maize, and soybean. Plant Soil 103. p.p. 155-168.
13. Turner, N.C. W.R. Stern and P. Evans. 1987. Water relations and osmotic adjustments of leaves and roots of lupins in response to water deficits. Crop Sci. 27. p.p. 977-983.
14. Wronski, E.B., J.W. Holmes and N.C. Turner. 1985. Phase and amplitude relations between transpiration, water potential and stem shrinkage. Plant Cell Environ, 8. p.p. 613-622.



## TEMA 6: CONTROL DE LA TRANSPIRACIÓN POR LA PLANTA

1. Fiscus, E.L. and M.R. Kauffman. 1990. The nature and movement of water in plants. Madison, Wis., American Society of Agronomy. Agronomy No.3 O. p.p.191-235.
2. Hsiao, T.C. and J. Jing. 1987. Leaf and root expansive growth in response to water déficits, p.p.180-192. In D.J. Cosgrove and D.P. Knievel (ed). Physiology of cell expansión during plant growth. Am. Soc. Plant Physiol., Rockville, MD.
3. Hoogenboom, G. and M.G. huck. 1986. rootsimü V4. A dinamic simulation of root growth, water uptake, and biomass partitioning in a soil-plant-atmosphere continuum: Update and documentation. Alabama Agrie. Exp- Stn. Agron. Soil Dep. ser. no 109.
4. Jalóla, S.K. and S.S.Prihar. 1986. Effects of atmospheric evaporativity, soil type and redistribution time on evaporation from bare soil. Aust. J. Soil Res. 24. p.p.357-366.
5. Kiocke, N.L., D.F. Heermann and H.R. Duke. 1985. Measurement of evaporation and transpiration with lysimeters. Trans. ASAE 28. p.p. 183-189, 192.
6. Klepper, B. Root growth and water uptake. 1990. Madison, Wis., American Society of Agronomy. Agronomy No.30. p.p.281-306.
7. Sinclair, T.R. 1990. Theoretical considerations in the description of evaporation and transpiration. Madison, Wis., American Society of Agronomy. Agronomy No.30. p.p. 343-360.
8. Tanguilig, V.C., E.B. Yambao, J.C. 0^0010 and S.K. De Datta. 1987. Water stress effects on leaf elongation, leaf water potential, transpiration, and nutrient uptake or rice, maize, and soybean. Plant Soil 103. p.p. 155-168.
9. Turner, N.C. W.R. Stern and P. Evans. 1987. Water relations and osmotic adjustments of leaves and roots of lupins in responso to water déficits. Crop Sci. 27. p.p. 977-983.
10. Wronski, E.B., J.W. Holmes and N.C. Turner. 1985. Phase and amplitude relations between transpiration, water potential and stem shrinkage. Plant Cell Environ, 8. p.p. 613-622.

## TEMA: 7: CONCEPTO DE POTENCIAL DE MEMBRANA Y ABSORCIÓN DE IONES.

1. Bennet, J.M., T.R. Sinclair, R.C.Muchow and S.R. Costello.1987. Dependence of stomatal conductance on leaf water potential, turgor potential, and relativo water contení in field-grown soybean and maize. Crop Sci. 27. p.p.984-990.
2. Bunce, J.A. 1987. Species-specific responsos to water stress of gas exchange parameters mimicked by applied abscisic acid. Can. J. Bot. 65. p.p.103-106.
3. Fagera, M.K. Maximizing crop yields. 1992. Marcel Dekker, Inc., New York-Basel-Hong, USA. 274p.
4. Fiscus, E.L. and M.R. Kauffman. 1990. The nature and movement of water in plants. Madison, Wis., American Society of Agronomy. Agronomy No.30. p.p.191-235.
5. Hale, M.G. and D.M. Orcutt. 1987. The physiology of plañis under stress. John Wiley and Sons, New York.
6. Hsiao, T.C. and J. Jing. 1987. Leaf and root expansive growth in response lo water déficits, p.p.180-192. In D.J. Cosgrove and D.P. Knievel (ed). Physiology of cell expansión during plant growth. Am. Soc. Plant Physiol., Rockville, MD.
7. Schieiff, U. 1986. Water uptake by barley roots asa affected by the osmotic and matric potential in the rhizosphere. Plant Soil 94. p.p.143-146.

## TEMA 8: FOTOSÍNTESIS

1. Baker, J.M. and C.H.M. van Bavel. 1987. Measurement of mass flow of water in stems of herbaceous plañís. *Plant Cell Environ.*, 10. p.p. 779-782.
2. Campos, E.L.C. 1990. Física de la energía solar. Chapingo, UACH, Méx. 13Ip.
3. Climate and food security. 1989. Manila, International Rice research Inst. 602p.
4. Handbook of applied meteorology. 1985. New York, Wiley. 1461p.
5. Hsu, S.A. 1988. Coastal meteorology. New York, Academia Press. 260p.
6. Handbook of environmental radiation. 1987. Boca Ratón, Fla.
7. Gupta, A.S. and G.A. Berkowitz. 1987. Osmotic adjustment, symplast volume, and nonstomatally mediated water stress inhibition of photosynthesis in wheat. *Plant Physiol.* 85. p.p.1040-1047. 425p.
8. Mulato, B.J. 1989. Irradiación recurrente y selección para número de espigillas por espiga de cebada. CP, Montecillo, Méx. 91p.
9. Stanhill, G. 1986. Water use efficiency. *Adv. Agron.* 39. p.p.53-85.
10. The greenhouse effect, climatic change and ecosystems. 1986. New York. Wiley and Sons. 54Ip.

## TEMA 9: EFICIENCIA EN EL USO DEL AGUA

1. Aleen, S.G., F.S. Nakayama, D.A. Dierig and B.A. Rasnick. 1987. Plant water relations, photosynthesis, and rubber content of young guayule plañís during water stress. *Agron. J.* 79. p.p.1030-1035
2. Cosgrove, D.J. 1985. Cell wall yield properties of growing tissue. Evaluation by in vitro stress relaxation. *Plant Physiol.* 78. p.p. 347-356.
3. Cosgrove, D.J. 1987. Wall relaxation and the driving forces for cell expansive growth. *Plant Physiol.* 84. p.p.561-564.
4. El-Sharkawy, M.A. and J.H.Cock. 1987. Response of cassava to water stress. *Plant Soil*, 100. p.p.345-360.
5. Forbes, J.c. and R.D. Watson. 1992. Plants in agriculture. Cambridge Univ. Press, New York. 355p.
6. Hale, M.G. and D.M. Orcutt. 1987. The physiology of plants under stress. John Wiley and Sons, New York.
7. Hsiao, T.C. 1990. Measurements of plant water status. Madison, Wis., American Society of Agronomy. *Agronomy No.30.* p.p.243-275.
8. Howel, T.A. 1990. Relationships between crop production and transpiration, evapotranspiration, and irrigation. Madison, Wis., American Society of Agronomy. *Agronomy No.30.* p.p.391-427.
9. Jalóla, S.K. and S.S.Prihar. 1986. Effects of atmospheric evaporativity, soil type and redistribution time on evaporation from bare soil. *Aust. J. Soil Res.* 24. p.p.357-366.
10. Langer, R.H.M. and G.D. Hill. 1991. Agricultural plañís. Cambridge Univ. Press. p.p.10-32.
11. Lutgens, F. K. The atmosphere: an introduction to meteorology. 1986. Englewood Cliffs., N.J., Prentice Hall. 492p.
12. O'Toole, J.C. and W.L. Bland. 1987. Genotypic variation in crop plant root systems p.p. 91-145. In N.C. Brady (ed) . *Advances in agronomy.* Vol. 41. Academic Press. New York.

13. Salisbury, F.B. and G.W. Ross. 1992. *Plant Physiology*. Belmont, Calif. USA. 682p.
14. Samani, Z.A. and M. Pessarakii. 1986. Estimating potential crop evapotranspiration with minimum data in Arizona. *Trans. ASAE* 29. p.p. 522-524.
15. Sammis, T.w., W. D. Smeal and C.E. Kallsen. 1986. Effect of soil moisture stress on leaf area Index, evapotranspiration and modeled soil evaporation and transpiration. *Trans. ASAE* 29. p.p.956-961.
16. Sinclair, T.R. 1990. Theoretical considerations in the description of evaporation and transpiration. Madison, Wis., American Society of Agronomy. *Agronomy No.30*. p.p. 343-360.
17. Tanguilig, V.C., E.B. Yambao, J.C. O'Toole and S.K. De Datta. 1987. Water stress effects on leaf elongation, leaf water potential, transpiration, and nutrient uptake or rice, maize, and soybean. *Plant Soil* 103. p.p. 155-168.

#### TEMA 10: RESPUESTAS FISIOLÓGICAS AL ESTRÉS HIDRICO

1. Aleen, S.G., F.S. Nakayama, D.A. Dierig and B.A. Rasnick. 1987. Plant water relations, photosynthesis, and rubber content of young guayule plañis during water stress. *Agron. J.* 79. p.p.1030-1035.
2. Baker, J.M. and C.H.M. van Bavel. 1987. Measurement of mass flow of water in stems of herbaceous plañis. *Plant Cell Environ.*, 10. p.p. 779-782.
3. Bennet, J.M., T.R. Sinclair, R.C.Muchow and S.R. Costello. 1987. Dependence of stomatal conductance on leaf water potential, turgor potential, and relative water content in field-grown soybean and maize. *Crop Sci.* 27. p.p.984-990.
4. Bresler, E. and G.J. Hoffman. 1986. Irrigation management for soil salinity control: Theories and tests. *Soil Sci Soc. Am. J.* 50. p.p. 1552-1560.
5. Bunce, J.A. 1987. Species-specific responses to water stress of gas exchange parameters mimicked by applied abscisic acid. *Can. J. Bot.* 65. p.p.103-106.
6. El-Sharkawy, M.A. and J.H.Cock. 1987. Responso of cassava to water stress. *Plant Soil*, 100. p.p.345-360.
7. Hale, M.G. and D.M. Orcutt. 1987. *The physiology of plants under stress*. John Wiley and Sons, New York.
8. Hamblin, A.P. 1986. The influence of soil structure on water movement, crop root growth, and water uptake. *Adv. Agron.* 38. p.p.95-157.
9. Hsiao, T.C. 1990. Measurements of plant water status. Madison, Wis., American Society of Agronomy. *Agronomy No.30*. p.p.243-275.
10. Hsiao, T.C. and J. Jing. 1987. Leaf and root expansivo growth in response to water déficits, p.p.180-192. In D.J. Cosgrove and D.P. Knievel (ed). *Physiology of cell expansión during plant growth*. Am. Soc. Plant Physiol., Rockville, MD.
11. Kirkham, M.B. 1989. Growth and water relations of two wheat cultivars grown separately and together. *Biol. Agrie. Hortie.* 6. p.p.35-46.
12. Klepper, B. 1990. Root growth and water uptake. Madison, Wis., American Society of Agronomy. *Agronomy No.30*. p.p.281-306.
13. Sanunis, T.W., W. D. Smeal and C.E. Kallsen. 1986. Effect of soil moisture stress on leaf area Index, evapotranspiration and modeled soil evaporation and transpiration. *Trans. ASAE* 29. p.p.956-961.



14. Shackel, K.A. 1987. Direct measurement of turgor and osmotic potential in individual epidermal cells. *Plant Physiol.* 83. p.p.719-722.
15. Sinclair, T.R. and M.M. Ludiow. 1985. Who taught plants thermodynamics? The unfulfilled potential of plant water potential. *Aust J. Plant Physiol.* 12. p.p.213-217.
16. Smith, R.L., C.S. Hoveland and W.W. Nanna. 1989. Water stress and temperature in relation to seed germination of pearl millet and sorghum. *Agron. J.* 81. p.p.303-305.
17. Tanguilig, V.C., E.B. Yambao, J.C. O'Toole and S.K. De Datta. 1987. Water stress effects on leaf elongation, leaf water potential, transpiration, and nutrient uptake of rice, maize, and soybean. *Plant Soil* 103. p.p. 155-168.
18. Turner, N.C. W.R. Stern and P. Evans. 1987. Water relations and osmotic adjustments of leaves and roots of lupins in response to water deficits. *Crop Sci.* 27. p.p. 977-983.

#### TEMA 11: MECANISMOS DE RESISTENCIA A SEQUÍA Y ADAPTACIÓN

1. Bunce, J.A. 1987. Species-specific responses to water stress of gas exchange parameters mimicked by applied abscisic acid. *Can. J. Bot.* 65. p.p.103-106.
2. El-Sharkawy, M.A. and J.H.Cock. 1987. Response of cassava to water stress. *Plant Soil*, 100. p.p.345-360.
3. Gupta, A.S. and G.A. Berkowitz. 1987. osmotic adjustment, symplast volume, and nonstomatally mediated water stress inhibition of photosynthesis in wheat. *Plant Physiol.* 85. p.p.1040-1047.
4. Hale, M.G. and D.M. Orcutt. 1987. *The physiology of plants under stress.* John Wiley and Sons, New York.
5. Hamblin, A.P. 1986. The influence of soil structure on water movement, crop root growth, and water uptake. *Adv. Agron.* 38. p.p.95-157.
6. Hsiao, T.C. 1990. Measurements of plant water status. Madison, Wis., American Society of Agronomy. *Agronomy No.30.* p.p.243-275.
7. Hsiao, T.C. and J. Jing. 1987. Leaf and root expansive growth in response to water deficits, p.p.180-192. In D.J. Cosgrove and D.P. Knievel (ed). *Physiology of cell expansion during plant growth.* Am. Soc. Plant Physiol., Rockville, MD.
8. Kirkham, M.B. 1989. Growth and water relations of two wheat cultivars grown separately and together. *Biol. Agric. Hortic.* 6. p.p.35-46.
9. Klepper, B. 1990. Root growth and water uptake. Madison, Wis., American Society of Agronomy. *Agronomy No.30.* p.p.281-306.
10. Sammis, T.W., W. D. Smeal and C.E. Kallsen. 1986. Effect of soil moisture stress on leaf area index, evapotranspiration and modeled soil evaporation and transpiration. *Trans. ASAE* 29. p.p.956-961.
11. Shackel, K.A. 1987. Direct measurement of turgor and osmotic potential in individual epidermal cells. *Plant Physiol.* 83. p.p.719-722.
12. Schieff, U. 1986. Water uptake by barley roots as affected by the osmotic and matrix potential in the rhizosphere. *Plant Soil* 94. p.p.143-146.
13. Sinclair, T.R. and M.M. Ludiow. 1985. Who taught plants thermodynamics? The unfulfilled potential of plant water potential. *Aust J. Plant Physiol.* 12. p.p.213-217.
14. Smith, R.L., C.S. Hoveland and W.W. Nanna. 1989. Water stress and temperature in relation to seed germination of pearl millet and sorghum. *Agron. J.* 81. p.p.303-305.

15. Tanguilig, V.C., E.B. Yambao, J.C. O/Toole and S.K. De Datta. 1987. Water stress effects on leaf elongation, leaf water potential, transpiration, and nutrient uptake or rice, maize, and soybean. *Plant Soil* 103. p.p. 155-168.
16. Turner, N.C. W.R. Stern and P. Evans. 1987. Water relations and osmotic adjustments of leaves and roots of lupins in response to water déficits. *Crop Sci.* 27. p.p. 977-983.

## TEMA 12: DESARROLLO DE LOS CULTIVOS Y PRODUCTIVIDAD EN FUNCIÓN DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA

1. Gupta, A.S. and G.A. Berkowitz. 1987. Osmotic adjustment, symplast volume, and nonstomatally mediated water stress inhibition of photosynthesis in wheat. *Plant Physiol.* 85. p.p.1040-1047.
2. El-Sharkawy, M.A. and J.H.Cock. 1987. Response of cassava to water stress. *Plant Soil*, 100. p.p.345-360.
3. Smith, R.L., C.S. Hoveland and W.W. Nanna. 1989. Water stress and temperature in relation to seed germination of pearl millet and sorghum. *Agron. J.* 81. p.p.303-305.
4. Bunce, J.A. 1987. Species-specific responses to water stress of gas exchange parameters mimicked by applied abscisic acid. *Can. J. Bot.* 65. p.p.103-106.
5. Manual de metodología para evaluar la aptitud de las tierras para la producción de cultivos básicos en condiciones de temporal. 1990. CP, Montecillo, Méx. 113p.

### **Bibliografía recomendable para las prácticas.**

#### 1. CONDUCTIVIDAD HIDRÁULICA EN FUNCIÓN DEL CONTENIDO DE AGUA EN EL SUELO EN UNA PARCELA

1. Brady, N.C. 1990. *The nature and Properties of soil.* MacMillan Publ. Co., New York, NY.
2. Klute, A. (ed). 1986. *Methods of soil analysis. Part 1.* 2nd ed. Agronomy 9.
3. Mualem, Y. 1986. Hydraulic conductivity of unsaturated soils: Prediction and formulas. jji A. Klute (ed.) *Methods of soil analysis. Part 1.* 2nd ed. Agronomy 9. p.p. 799-823.
4. Hiñes, J.W. 1986. Measurement and modeling of soil hydraulic conductivity under different tillage systems. M.S. thesis. Univ. of Minnesota, St.Paul.
5. Madsen, H. B., C.R. Jensen and R. Boysen. 1986. A comparison of the thermocouple psychrometer and the pressure plate methods for determination of soil water characteristic curves. *J. Soil Sci.* 37. p.p.357-362.
6. Time-Domain Reflectometry. Applications in Soil Science. 1995. Proceedings of the Symposium. SP report No.11, 160p.
7. Warrick, A.W. 1990. *Nature and Dynamics of Soil Water.* Madison, Wis., American Society of Agronomy. Agronomy No.30. p.p.69-90.

2.

#### 2.PERFILES DE AGUA EN EL SUELO Y MOVIMIENTO DEL AGUA EN COLUMNAS CON SUELO

1. Ahuja, L. R., J.W. Naney and R.D. Williams. 1985. Estimating soil water characteristics from simpler properties or limited data. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 49. p.p.1100-1105.

2. Brady, N.C. 1990. The nature and Properties of soil. MacMillan Publ. Co., New York, NY.
3. Bruce, R. R. and R.J. Luxmoore. 1986. Water retention: Field methods. In A. Klute (ed). Methods of soil analysis. Part 1. 2nd ed. Agronomy 9. p.p.663-686.
4. Campbell, G.S. and D.J. Mulla. Measurement of soil water content and potential. 1990. Madison, Wis., American Society of Agronomy. Agronomy No.30. p.p.122-140.
5. Campbell, G.S. G.W. Gee. 1986. Water potential: Miscellaneous methods. In A. Klute (ed). Methods of soil analysis. Part 1. 2nd ed. Agronomy 9. p.p. 619-633.
6. Cassell, D.K. and A. Klute. 1986. Water potential: Tensiometry. In A. Klute (ed.) Methods of soil analysis. Part 1. 2nd ed. Agronomy 9. p.p. 563-596.
7. Corey, A.T. and A. Klute. 1985. Application of the potential concept to soil water equilibrium and transport. Soil Sci. Soc. Am. J.49.
8. Klute, A. (ed). 1986. Methods of soil analysis. Part 1. 2nd ed. Agronomy 9.
9. Warrick, A.W. 1990. Nature and Dynamics of Soil Water. Madison, Wis., American Society of Agronomy. Agronomy No.30. p.p.69-90.

### 3. SIEMBRA DE UN CULTIVO CON EL OBJETIVO DE HACER DIFERENTES OBSERVACIONES DEL ESTATUS DEL AGUA EN LA PLANTA

1. Aleen, S.G., F.S. Nakayama, D.A. Dierig and B.A. Rasnick. 1987. Plant water relations, photosynthesis, and rubber content of young guayule plañis during water stress. Agron. J. 79. p.p.1030-1035
2. El-Sharkawy, M.A. and J.H.Cock. 1987. Responso of cassava to water stress. Plant Soil, 100. p.p.345-360.
3. Fiscus, E.L. and M.R. Kauffman. 1990. The nature and movement of water in plants. Madison, Wis., American Society of Agronomy. Agronomy No.30. p.p.191-235.
4. Hale, M.G. and D.M. Orcutt. 1987. The physiology of plañis under stress. John Wiley and Sons, New York.
5. Hamblin, A.P. 1986. The influence of soil structure on water movement, crop root growth, and water uptake. Adv. Agron. 38. p.p.95-157.
6. Hsiao, T.C. 1990. Measurements of plant water status. Madison, Wis., American Society of Agronomy. Agronomy No.30. p.p.243-275.
7. Hsiao, T.C. and J. Jing. 1987. Leaf and root expansivo growth in responso to water déficits, p.p.180-192. In D.J. Cosgrove and D.P. Knievel (ed). Physiology of cell expansión during plant growth. Am. Soc. Plant Physiol., Rockville, MD.
8. Sanunis, T.W., W. D. Smeal and C.E. Kallsen. 1986. Effect of soil moisture stress on leaf área Índex, evapotranspiration and modeled soil evaporation and transpiration. Trans. ASAE 29. p.p.956-961.
9. Tanguilig, V.C., E.B. Yambao, J.C. 0^0010 and S.K. De Datta. 1987. Water stress effects on leaf elongation, leaf water potential, transpiration, and nutrient uptake or rice, maize, and soybean. Plant Soil 103. p.p. 155-168.

### 4. DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE ABSORCIÓN (RFA) FOLIAR

1. Arnold, R.W. and C.A.Jones. 1987. Soils and climate effects upon crop productivity and nutrient use. p.p.9-17. In Soil Fertility and organic matter as critical components of

- production systems, R.F. Follett (chair). Soil Sci. Soc. Am., Inc., and ato. Soc. Agronomy, Inc., Publ., Madison, WI.
2. Campos, E.L.C. 1990. Física de la energía solar. Chapingo, UACH, Méx. 131p.
  3. Handbook of environmental ra.dia.tion. 1987. Boca Ratón, Fia. 425p.
  4. Hatfield, J.L. 1985. Wheat canopy resistance determined by energy balance techniques. Agron. J. 77. p.p. 279-283.
  5. Hoogenboom, G. and M.G. huck. 1986. rootsimü V4. A dinamia simulation of root growth, water uptake, and biomass partitioning in a soil-plant-atmosphere continuum: üpdate and documentation. Alabama Agric. Exp- Stn. Agron. Soil Dep. ser. no 109.
  6. Hsu, S.A. 1988. Coastal meteorology. New York, Academia Press. 260p.
  7. Memorias de la segunda Reunión Nacional de Agrometeorología. 1989. Chapingo, Méx.
  8. Mulato, B.J. 1989. Irradiación recurrente y selección para numero de espigillas por espiga de cebada. CP, Montecillo, Méx. 91p.
  9. Lascano, R.J., J.L.Hatfield and C.H.M. van Bavel. 1986. Field calibration of neutrón meters using a two-probe, gamma density gauge. Soil Sci. 141. p.p. 442-477.
  10. Persaud, N. and a.C. Chang. 1985. Time series analysis of daily solar radiation and air temperature measurements for use in computing potential evapotranspiration. Trans ASAE 28. p.p.462-470.

#### 5. INFILTRACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL

1. Campbell, G.S. and D.J. Mulla. Measurement of soil water content and potential. 1990. Madison, Wis., American Society of Agronomy. Agronomy No.30. p.p.122-140.
2. Campbell, G.S. G.W. Gee. 1986. Water potential: Miscellaneous methods. In A. Klute (ed). Methods of soil analysis. Part 1. 2nd ed. Agronomy 9. p.p. 619-633.
3. Corey, A.T. and A. Klute.1985. Application of the potential concept to soil water equilibrium and transport. Soil Sci. Soc. Am. J.49.
4. Germann, P.F. and K. Beven. 1985.Kinematic wave approximation to infiltration into soils with sorbing macropores. Water Resour. Res.21.
5. Klute, A. (ed). 1986. Methods of soil analysis. Part 1. 2nd ed. Agronomy 9.
6. Mualem, Y. 1986. Hydraulic conductivity of unsaturated soils: Prediction and formulas. In A. Klute (ed.) Methods of soil analysis. Part 1. 2nd ed. Agronomy 9. p.p. 799-823.
7. Parker, J.C., R.J. Lenhard and T. Kuppusamy. 1987. A parametric model for constitutive properties governing multiphase flow in porous media. Water Resour. Res. 23. p.p. 618-620.

#### 6. DESPLAZAMIENTO DE SOLUTOS MISCIBLES

1. Bresler, E. 1986. Application of a conceptual model to irrigation water requirement and sait tolerance of crops. Soil Sci. Soc. ato. J. 51. p.p. 778-793.
2. Bresler, E. and G.J. Hoffman. 1986. Irrigation management for soil salinity control: Theories and tests. Soil Sci Soc. Am. J. 50. p.p. 1552-1560.
3. Campbell, G.S. and D.J. Mulla. Measurement of soil water content and potential. 1990. Madison, Wis., American Society of Agronomy. Agronomy No.30. p.p.122-140.
4. Campbell, G.S. G.W. Gee. 1986. Water potential: Miscellaneous methods. In A. Klute (ed). Methods of soil analysis. Part 1. 2nd ed. Agronomy 9. p.p. 619-633.

5. Maas, E.V. 1986. Salt tolerance of plants. Appl. Agric. Res. 1. p.p.12-26.
6. Nielsen, D.R., M.Th. van Genuchten and J.W. Biggar. 1986. Water flow and solute transport processes in the unsaturated zone. Water Resour. Res. 22.