

**UNIVERSIDAD JUAREZ DEL ESTADO DE DURANGO**  
**DOCTORADO INSTITUCIONAL EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y FORESTALES**

**ELEMENTOS DEL MEDIO ABIÓTICO EN LAS PLANTAS**

**ENCARGADO: DR. HERMES CASTELLANOS BOCAZ.**

**PROFESOR COLABORADOR: DR. CHRISTIAN WEHENKEL.**

**DINÁMICA DE LA ASIGNATURA**

El profesor se encargará de dictar una clase introductoria para cada tema del programa, la cual deberá ser complementada en la clase siguiente por el alumno con un seminario, quién tendrá la responsabilidad de abarcar todos los temas de interés del curso, de esta manera, parte importante del logro de los objetivos del curso recae en el dinamismo del propio estudiante. Se promoverá la discusión de su investigación bibliográfica y análisis de casos. Lo anterior se complementará con la ejecución de trabajo práctico en laboratorio.

**ACTIVIDADES**

**Preparación de seminarios:**

Cada clase el alumno estará encargado de exponer un tema específico, investigado con toda rigurosidad y pertinencia. Esta actividad es fundamental en el desarrollo del curso, no solo para evaluar el grado de conocimiento técnico, sino su propio desenvolvimiento, exposición de ideas y argumentación. Será responsabilidad del alumno reforzar cada aspecto que no haya quedado resuelto satisfactoriamente en sus exposiciones.

**Presentación del profesor:**

Al inicio de cada clase el profesor hará una exposición introductoria respecto a cada unidad, con exposición de casos. Guiará la discusión y argumentaciones en cada unidad tratada.

**Análisis de casos y discusión grupal:**

Alumno y profesor presentarán casos reales y artículos de investigación en clase, analizando la pertinencia de cada una e ella y postulando posibles soluciones a las problemáticas encontradas.

### **Exámenes parciales y final:**

Evaluaciones escritas, con ítems de desarrollo, alternativas y/o verdadero o falso, para evaluar la integración teórica de los conceptos entregados en clase.

### **OBJETIVOS DE LA ASIGNATURA**

Al concluir el curso, el estudiante será capaz de:

1. Conocer la naturaleza del agua y el rol fundamental que cumple en el metabolismo vegetal.
2. Comprender la naturaleza de las interacciones de las plantas con su entorno abiótico.
3. Comprender e integrar conceptos básicos de fisiología vegetal, especialmente acerca del metabolismo de la célula vegetal y como ésta es afectada por su interacción con factores abióticos del medio.
4. Conocer las interacciones del sistema agua-suelo-planta atmósfera y sus implicancias para el desarrollo vegetal.
5. Conocer e integrar conceptos y dinámicas del modo de acción de diferentes factores abióticos de estrés sobre el crecimiento y desarrollo de las plantas.
6. Discutir acerca de las implicaciones de los fenómenos de estrés en plantas y como éstos afectan a las cadenas productivas.

### **PROGRAMA TEÓRICO**

El programa de la materia abarca 8 unidades, cada uno con una duración aproximada de 5 horas. Se comienza por temas introductorios respecto a la célula vegetal, el rol fundamental de las membranas celulares e interacciones agua-célula. Luego se abordan aspectos del flujo de agua en el suelo y la planta, así como aspectos de nutrición vegetal. Posteriormente se estudiarán diferentes aspectos de los mecanismos de estrés en plantas, comenzando por el estrés

hídrico y sus implicancias, para continuar con efectos de las temperaturas extremas y concentración de sales, entre otros.

## **UNIDAD 1.**

### **INTRODUCCIÓN**

- Aspectos fundamentales de la célula vegetal.
- Membranas celulares en plantas superiores.
- El agua y la célula vegetal.
- Procesos de transporte de agua.
- Transporte de solutos en la célula.

## **UNIDAD 2.**

### **BALANCE HÍDRICO Y NUTRICIÓN MINERAL**

- El agua en el suelo.
- Absorción y transporte de agua: raíces-xilema-hojas-atmósfera.
- Nutrientes esenciales en las plantas.
- Deficiencias y desórdenes nutricionales.
- Asimilación de nutrientes minerales: nitratos, amonio, sulfuros, fosfatos, cationes, oxígeno.

## **UNIDAD 3.**

### **DÉFICIT HÍDRICO Y TOLERANCIA A LA SEQUÍA**

- Estrategias de resistencia a la sequía.
- Abscisión foliar, aparato estomático y desarrollo radicular.
- Fotosíntesis, ajuste osmótico y balance hídrico.
- Plantas CAM y estrés hídrico.
- Expresión génica y estrés osmótico.

## **UNIDAD 4.**

### **ESTRÉS POR ALTAS TEMPERATURAS**

- Altas temperaturas y superficie foliar, evaporación.
- Fotosíntesis y altas temperaturas.
- Temperatura y estabilidad de las membranas celulares.
- Función protectora de proteínas frente al shock térmico.
- Rol de la temperatura en la aclimatación de plantas.
- Adaptaciones de las plantas a condiciones de estrés por altas temperaturas.

## **UNIDAD 5.**

### **ESTRÉS POR FRÍO Y CONGELAMIENTO**

- Propiedades de las membranas celulares como respuesta al daño por bajas temperaturas.
- Muerte celular por formación de cristales de hielo y deshidratación de protoplastos.
- Adaptaciones de plantas leñosas a bajas temperaturas.
- Interacción planta-microorganismos y resistencia al daño por frío.

## **UNIDAD 6.**

### **ESTRÉS SALINO**

- Tolerancia de las plantas al estrés salino.
- Efectos dañinos del estrés salino en las plantas.
- Estrategias de las plantas para reducir el estrés salino.
- Mecanismos celulares de reducción del estrés salino.

## **UNIDAD 7.**

### **DEFICIENCIA DE OXÍGENO**

- Actividad de microorganismos en suelos saturados de agua.
- Daño radicular en ambiente anóxico e influencias en órganos aéreos.
- Especializaciones en tejidos vegetales para captar oxígeno.

## **UNIDAD 8.**

### **METALES PESADOS Y AGROQUÍMICOS**

- Adaptaciones de la fisiología vegetal l exceso de metales pesados.
- Toxicidad de cationes divalentes sobre el aparato fotosintético.
- Mecanismos fisiológicos de la acción herbicida.

## **PROGRAMA PRÁCTICO**

Se efectuará un trabajo práctico consistente en estudiar el efecto de algunos factores de estrés en plantas, tales como deficiencia y/o toxicidad de nutrientes. Para este efecto se realizarán trabajos individuales de laboratorio, estudiándose mediante cultivo in vitro los efectos de diferentes composiciones de sustrato en el desarrollo vegetal.

## **EVALUACIÓN DEL CURSO**

Primer examen parcial : 20%  
Segundo examen parcial : 30%  
Seminarios en clase : 30%  
Informe y exposición de práctica : 20%  
(La suma de estos 4 ítems constituye la nota de presentación a examen)

Examen Final : 40% de la nota final.

**NOTA FINAL DEL CURSO : 60% Nota de presentación a examen  
40% Nota de examen final**

### **CRITERIOS DE EVALUACIÓN**

- Integración de conceptos entregados en clase en exámenes y discusiones orales.
- Integración de conceptos en trabajo práctico.
- Desarrollo durante seminarios.

### **CONOCIMIENTOS PREVIOS REQUERIDOS**

1. Fisiología vegetal.
2. Genética forestal.
3. Bioquímica.
4. Estadística.
5. Diseños experimentales.

### **BIBLIOGRAFÍA GENERAL**

Barceló, Rodrigo y Sánchez-Tamez. (Eds.). 2005. Fisiología Vegetal.

Basra, Amarjit. 1997. Mechanisms of Environmental Stress Resistance in Plants.

Buchanan, Grissem and Jones (Eds.). 2000. Biochemistry and Molecular Biology of Plants.

Fowden, Mansfield and Stoddart. (Eds.). 2007. Plant Adaptation to Environmental Stress.

Jenks and Hasegawa. (Eds.). 2005. Plant Abiotic Stress (Biological Sciences Series).

Jones, HG; Flowers, TJ and Jones, MB. (Eds.). 2008. Plants under Stress: Biochemistry, Physiology and Ecology and their Application to Plant Improvement.

Khan and Singh. (Eds.). 2008. Abiotic Stress and Plant Responses.

Lamattina and Polacco. (Eds.). 2007. Nitric Oxide in Plant Growth, Development and Stress Physiology.

Nilsen and Orcutt. (Eds.). 1996. The Physiology of Plants Under Stress, Abiotic Factors (Physiology of Plants Under Stress Vol. 1).

Orcutt and Nilsen. (eds.). 2000. The Physiology of Plants Under Stress: Soil and Biotic Factors.

Pessarakli, Mohammad. (Ed.). 1999. Handbook of Plant and Crop Stress, Second Edition (Books in Soils, Plants, and the Environment).

Pessarakli (Ed.). 2001. Handbook of Plant and Crop Physiology.

Pollack, Cameron and Wheatley (Eds.). 2006. Water and the Cell.

Raven, Evert y Eichhorn (Eds.). 1992. Biología de las plantas. Tomos 1 y 2.

Rengel (Ed.). 2002. Handbook of Plant Growth. pH as the Master Variable.

Sage and Monzon (Eds.). 1999. C4 Plant Biology.

Salisbury y Ross (Eds.). 2006. Fisiología de las Plantas.

Taiz and Zeiger (Eds.). 2006. Plant Physiology.

Van Montagu. (Ed.). 2007. Oxidative Stress in Plants.