Fisiología de las Plantas Superiores

Programa

1. Introducción

El campo de acción de la Fisiología Vegetal. Su relación con la Botánica, la Química, la Física, la Bioquímica, la Genética, la Biotecnología, las Ciencias del suelo, y la Climatología. Su importancia para la Ecología Vegetal y la Producción Vegetal. Niveles de organización de interés (molecular, subcelular, celular, órgano, planta, cultivo). Estructura del curso (captura y disipación de recursos [agua, nutrientes, carbono] y control del crecimiento y el desarrollo).

2. Economía del agua en los niveles celular, planta entera y cultivo

Propiedades del agua. Concepto de potencial agua. Mecanismos involucrados en el movimiento del agua en la planta, el suelo y la atmósfera: difusión, flujo masal, mezclado turbulento. Relaciones hídricas de la célula vegetal. Estructura y propiedades de la membrana y la pared celulares. Movimiento del agua a través de la membrana: fuerza motriz y vías. El papel de las acuaporinas. Turgencia y plasmólisis celular. Transpiración, fuerza motriz y controles ambientales y fisiológicos de la transpiración foliar. Absorción de agua por la raíz: mecanismos, vías, fuerzas motrices y factores ambientales e internos que la afectan. El transporte de agua de raíz a hoja: vías, mecanismos y fuerza motriz. El movimiento del agua en el continuo suelo-planta-atmósfera: causas del flujo y resistencias al mismo. La economía del agua como proceso integrado en la planta: ganancia, pérdida y balance de agua. Causas y consecuencias del estrés hídrico. Resistencia y tolerancia a la sequía. El balance hídrico de los cultivos. El sistema radical de los cultivos y su interacción con el suelo como fuente de agua. El índice de área foliar y su relación con la transpiración de los cultivos. Evaporación directa desde el suelo y transpiración del cultivo. Variación estacional en la pérdida de agua desde el suelo y

el canopeo. Marcha diaria de la transpiración de los cultivos. Interacciones suministro/ demanda en el control de la transpiración.

3. Economía de los nutrientes minerales en los niveles celular, planta entera y cultivo

Los requerimientos en nutrientes minerales de las plantas y los cultivos: el concepto de nutriente esencial. Macro y micro nutrientes. Las funciones de los nutrientes. El intercambio iónico a nivel celular. Mecanismos de absorción y extrusión a nivel celular: membranas, canales, transportadores, causas y efectos del potencial de membrana. Mecanismos activos y pasivos de absorción de nutrientes, ecuación de Nernst. La absorción de nutrientes por la raíz, localización, mecanismos y controles externos e internos. Rizosfera: definición y su importancia en la absorción de nutrientes. Mecanismos y vías de transporte de nutrientes entre raíz y hoja. La redistribución de nutrientes en la planta durante su ontogenia: nutrientes móviles e inmóviles en la planta. La nutrición mineral y sus efectos sobre la producción vegetal: el ejemplo del nitrógeno. Evaluación del estado nutritivo de la planta y los cultivos: síntomas visibles de deficiencia, análisis foliar, análisis del suelo. Variación de requerimientos nutricionales entre cultivos según su órgano de cosecha. La salinidad del suelo: efectos fisiológicos y mecanismos involucrados en su tolerancia.

4. Economía del carbono en los niveles celular, foliar, planta entera y cultivo

Procesos parciales de la fotosíntesis a nivel de hoja: difusión del dióxido de carbono, absorción de radiación fotosintéticamente activa y generación de productos ricoenergéticos , fijación del dióxido de carbono. Propiedades de la radiación electromagnética, conceptos de cuantum y radiación fotosintéticamente activa. Pigmentos. Absorción, transmisión, reflexión y disipación de la radiación electromagnética por la clorofila y por la hoja. Estructura de la membrana tilacoidal

del cloroplasto, su relación con los flujos de electrones y protones en la etapa fotoquímica de la fotosíntesis. Etapa bioquímica de la fotosíntesis: fijación del dióxido de carbono en plantas C3, C4 y CAM: consideraciones estructurales y funcionales, la fotorrespiración. Interrelaciones entre las etapas fotoquímica y bioquímica de la fotosíntesis a nivel celular. Fotoregulación y fotoinhibición del proceso fotosintético. La fotosíntesis a nivel de hoja: intercambio neto de CO2 (INC) , sus relaciones con la fotosíntesis, la respiración y la fotorrespiración. Respuestas del INC a la luz, la concentración del dióxido de carbono y a la temperatura. Factores limitantes. Marcos de referencia para el estudio de la fotosíntesis foliar: resistencias a la transferencia de CO2, curvas asimilación/ concentración intercelular de dióxido de carbono (A/Ci). Efectos de los factores ambientales e internos sobre la fotosíntesis. Respuestas instantáneas, aclimatativas y adaptativas. Respiración: su importancia en balance de carbono de hojas, plantas y cultivos. Respiración de mantenimiento y de crecimiento. Requerimientos en glucosa para la síntesis de diversos componentes de la planta. Factores externos e internos que influyen sobre la respiración. El movimiento de fotoasimilados en la planta. El floema como vía de translocación, mecanismo y fuerza motriz del transporte de fotoasimilados por floema. Carga y descarga de fotoasimilados en fuentes y destinos. Mecanismos y regulación. Principios que regulan la distribución de fotoasimilados en la planta. La hoja como fuente primaria de fotoasimilados; cambios ontogénicos. Relaciones fuente-destino y la partición de fotoasimilados. El papel de las conexiones vasculares. La economía del carbono en los cultivos. Estructura del canopeo. Perfiles de luz y de CO2 en el canopeo. La fijación de CO2 en cultivos en función del índice de área foliar, el ángulo foliar y el ángulo solar. Fotosíntesis, respiración y ganancia de peso seco en cultivos. Determinantes de la acumulación de biomasa en los cultivos anuales: radiación incidente, intercepción de la misma, eficiencia en el uso de la radiación interceptada. Productividad de los

sistemas agrícolas y sus limitantes, eficiencia máxima, anual y estacional en el uso de la energía solar incidente.

5. Crecimiento y Desarrollo

El desarrollo como proceso integrado determinante de la forma de la planta y su productividad. Conceptos de crecimiento, desarrollo, diferenciación y morfogénesis. Organización estructural y funcional de los meristemas apicales. Conceptos de percepción y transducción de señales. Introducción a las hormonas vegetales. Conceptos de concentración de y sensibilidad a las hormonas. Auxinas, giberelinas, citocininas, ácido absicísico, etileno. Otras hormonas. Biosíntesis, regulación de su concentración y transporte. Efectos fisiológicos y mecanismos de acción. Aplicaciones agronómicas. Fotomorfogénesis. La luz como fuente de información. Fotorreceptores. Ejemplos de procesos fotomorfogénicos: desetiolación, ruptura de la dormición de semillas, alargamiento del tallo, macollaje. Significado ecológico de las respuestas fotomorfogénicas. Movimientos de las plantas: nastias y tropismos. Germinación y viabilidad de semillas ortodoxas y recalcitrantes. Conservación de semillas y factores que controlan su envejecimiento. Requerimientos para la germinación. Dormición primaria y secundaria en semillas de cultivos y malezas. Postmaduración. Factores que controlan la dormición. Los papeles del embrión y las cubiertas seminales en el control de la germinación de semillas. Ruptura de la dormición. Floración y su control ambiental. Temperatura, crecimiento y desarrollo. Concepto de tiempo térmico y su aplicación agronómica. Vernalización. Fotoperiodismo: categorías de respuesta de las plantas a la duración del día. Mecanismo de medición de las horas de luz; su relación con los ritmos circadianos. Control de la floración por calidad de luz. Desarrollo floral y su control génico. Fructificación: crecimiento, desarrollo y maduración de frutos. Naturaleza de la maduración y su control en frutos climatéricos y no-climatéricos. Senescencia y abscisión foliar, su control ambiental y hormonal. Muerte celular programada.