

## LA ENSEÑANZA DE LA FISIOTECNIA EN EL COLEGIO SUPERIOR AGROPECUARIO DEL ESTADO DE GUERRERO

Immer Aguilar Mariscal<sup>1</sup>

### INTRODUCCION

El curso teórico práctico de Fisiotecnia se ha impartido de manera optativa a nivel de licenciatura en el 8o. semestre de la Especialidad de Fitotecnia en tres ocasiones: 1986, 1987 y 1989. El número de estudiantes que tomaron el curso fue aproximadamente de 15 en cada ocasión. El profesor responsable ha sido el autor de este trabajo, quien tiene un doctorado en Fisiotecnia de la Universidad de Guelph, Canadá.

El contenido del curso ha sufrido varias modificaciones sobre todo por la falta de instrumentación y de facilidades en el laboratorio. Esto se ha subsanado en parte visitando el programa de Fisiología de Maíz del CIMMYT, en Tlaltizapán, Mor.

La disponibilidad de bibliografía es una limitante ya que no se reciben revistas especializadas, además de que no se cuenta con un libro en español. Proporcionar al estudiante de licenciatura artículos en inglés, realmente no soluciona el problema, por lo que es urgente preparar apuntes impresos para este curso.

Existen muchas facilidades de campo para realizar las prácticas, ya que el campo expe-

rimental está junto a las aulas; además, se cuenta con riego por gravedad y como no se presentan riesgos de heladas es posible tener dos ciclos de cultivo, o establecer estudios de fechas de siembra en cualquier época del año. Por otra parte, debido a que se tiene un invierno seco, es posible establecer ensayos de sequía en el ciclo de noviembre-marzo. Estas condiciones permiten el establecimiento de diferentes cultivos sin grandes problemas. La principal limitante es la falta de instrumentos, y aunque un invernadero está casi terminado, hace falta el equipo de laboratorio.

Durante el presente año se está revisando el Plan de Estudios en el CSAEG, y afortunadamente se ha contemplado que Fisiotecnia pase de curso optativo a curso obligatorio curricular para la especialidad de Fitotecnia en el noveno semestre. Su implementación se espera a partir de 1992.

### CONTENIDO DEL CURSO

1. Introducción y objetivos.  
La Fisiotecnia como ciencia.  
Recordatorio de Anatomía Vegetal.
2. Fotosíntesis.  
Fotosíntesis en plantas C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub> y CAM.  
Variación entre especies.  
Factores ambientales que influyen en fotosíntesis.  
Respiración y fotorrespiración.

<sup>1</sup> Profesor del Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero. Apartado Postal 6. C.P. 40000. Iguala, Gro.

3. Intercepción de luz.  
La importancia del ángulo, forma y tamaño de la hoja; coeficiente de extinción.
4. Análisis de crecimiento.  
Velocidad de crecimiento de cultivos.  
Descripciones matemáticas de la productividad.  
Tasa de crecimiento relativa (TCR) y Tasa de asimilación neta (TAN).
5. Control hormonal de la translocación y distribución de productos asimilables.  
Auxinas, giberelinas, citocininas, ác. abscísico y etileno.  
Herbicidas.
6. Fotoperíodo.  
Plantas de día corto, largo y neutrales.  
Variaciones dentro de la misma especie.  
Plantas insensibles.
7. Temperatura.  
Unidades térmicas.
8. Escalas decimales para medir desarrollo.  
Escala de Zadoks (cereales: trigo *Triticum aestivum*, arroz *Oryza sativa*, sorgo *Sorghum bicolor*).  
Escala de Groot (maíz *Zea mays*).  
Escala de Fehr (soya *Glycine max* y leguminosas).
9. Nodulación de leguminosas y fijación de nitrógeno.
10. Relaciones planta-agua-atmósfera.  
Potencial de agua-suelo, planta, atmósfera.  
Resistencia a sequía.
11. Futuro de la Fisiotecnia.

## LABORATORIOS DE APOYO

1. Botánica de maíz (ensayo de maíz).
2. Determinación del índice de área foliar y de intercepción de luz (ensayo de maíz).
3. Botánica de las dicotiledóneas (soya y frijol *Phaseolus vulgaris*) (ensayo de soya).
4. Análisis de crecimiento (ensayo de maíz).
5. Botánica de cereales (arroz, triticale) y amacollamiento (visita a un productor de arroz).
6. Componentes del rendimiento e índice de cosecha (ensayos de maíz y soya).
7. Sequía en maíz (ensayo de maíz).
8. Fitohormonas y herbicidas (ensayo de soya y de asociación maíz-soya).

### Ensayo de maíz

Tratamientos a establecer:

1. Testigo (5.4 pl/m<sup>2</sup>), 150 N, 7 riegos c/15 días.
2. Testigo (riego, 0 N)
3. Defoliación (50 %)
4. Sequía sin riego (2 + 3)
5. Sequía sin riego (3 + 4)
6. Sequía sin riego (4 + 5)
7. Sequía sin riego (5 + 6)
8. Sequía sin riego (6 + 7)

Diseño de bloques al azar, 4 rep. (dos con misma aleatorización), 5 surcos (0.81 m) x 6 m de largo. Siembra en noviembre.

### Ensayo de soya

1. Testigo, 80 N, 40 pl/m<sup>2</sup>, riego, doble hilera.
2. Aplicación 300 ppm de ác. giberélico, 15 días.
3. Aplicación 300 ppm de ác. giberélico, 22 días.
4. Aplicación 300 ppm de ác. giberélico, 30 días.
5. Testigo, 40 N, 20 pl/m<sup>2</sup>, riego, doble hilera.

### Ensayo maíz-soya

1. Testigo maíz-soya (4.4 y 20 pl/m<sup>2</sup> respectivamente, sin maleza).
2. Testigo con maleza.
3. Metalaclor (Dual) 4 l/ha.
4. Metribuzin (Sencor) 1 l/ha.
5. Metalaclor + Metribuzin.

Diseño de bloques al azar, 4 surcos (0.81 m) x 6 m de largo.

## FUTURO DE LA ENSEÑANZA DE LA FISIOTECNIA

Posiblemente se pueda saber en que dirección se inclinará la enseñanza de la Fisiotecnia, si se revisan y analizan las áreas que reciben más atención; sin embargo, la aplicación de este conocimiento en la producción agrícola es más impredecible, debido a que hay una gran diferencia entre la

elucidación de los principios celulares ó subcelulares y la utilización de estos principios en el campo o en vivero. A continuación, el autor hace una revisión de los sistemas y condiciones que se observan en la parte sur de México.

En primer lugar, se espera que en la investigación y en la enseñanza fisiotécnica se enfatice la eficiencia de la producción, en vez de pugnar por obtener los máximos rendimientos de los cultivos, en parte, debido al aumento en el costo de fertilizantes, agroquímicos y gasolina. De aquí que al evaluar las innovaciones en la producción de cultivos tiene que contemplarse el aspecto económico. La forma más económica está en el desarrollo de variedades a través del mejoramiento genético. A estas variedades, aunque se piense que es muy sofisticado, se les pueden incorporar características de alta velocidad de fotosíntesis, resistencia a sequía, mayor eficiencia en el uso de fertilizantes y características que aumenten su calidad. Sin embargo, a pesar de los avances en la Fisiotecnia, el fitomejoramiento se hace evaluando el rendimiento de genotipos derivados de un gran número de cruces. Técnicas y criterios de selección que ayuden a seleccionar genotipos de un alto potencial van a seguir contribuyendo a mejorar el rendimiento, aunque no se entienda completamente el porqué de este incremento. La enseñanza y análisis de estos criterios de selección deben tener prioridad en un futuro inmediato.

Por otro lado, el aumento en la eficiencia de producción va a requerir de técnicas que actualmente parecen muy sofisticadas y caras. Por ejemplo, en las áreas irrigadas se tiene que investigar la aplicación de fertilizantes en el agua de riego y las épocas específicas de aplicación. Los análisis del número de riegos y el fraccionamiento de los

fertilizantes tienen que acompañarse de un análisis de crecimiento que se relacione con el rendimiento final. Otro ejemplo, es el acolchado en cultivos altamente remunerativos (hortalizas) para controlar temperatura, malezas y pérdida de agua, que cada día está tomando más auge. Al mismo tiempo, la industria de los plásticos está generando diferentes tipos y ya se habla de plásticos degradables a partir de los 50 días después de su colocación.

El estudio de cultivos asociados, con sus diferentes modalidades, va a incrementarse por sus ventajas en el control de plagas, malezas y por su mayor eficiencia de producción. En igual situación se encuentra el estudio de patrones de siembra y el uso integrado y adecuado de técnicas de control de malezas que incluye controles de tipo mecánico, cultural y químico. La aplicación en banda, sobre la línea de siembra en maíz, con herbicidas de baja residualidad, complementada con escardas mecánicas tempranas, es una alternativa al uso indiscriminado de atrazinas que no permiten establecer cultivos asociados y causan desbalances en las poblaciones de malezas, creando problemas más difíciles de solucionar.

El uso de reguladores de crecimiento va a cumplir funciones específicas, como el aumento de la floración en frutales (mango *Mangifera indica*, manzana *Malus pumula*), el alargamiento de tallo en flores (crisantemo *Chrysanthemum morifolium*), la reducción del tamaño de la planta para su presentación en maceta (nochebuena *Euphorbia pulcherima*), inducción de raíces en propagación, etc.

## PAPEL DE LA FISIOTECNIA EN LOS TIPOS DE AGRICULTURA

Actualmente se está sufriendo una crisis económica y energética, predominando poco capital y altos costos de la energía y de los agroquímicos. Está por definirse un tratado de libre comercio que va a exigir calidad en el mercado nacional e internacional. Sin embargo, no se puede abandonar los cultivos de maíz, frijol (*Phaseolus vulgaris*) y otros básicos porque son parte de nuestra cultura, tradición y hábitos alimenticios; esto significa que, con o sin tratado, el agricultor de temporal, en la mayor parte del país, seguirá sembrando su milpa sola o asociada. Un entendimiento de estos sistemas de producción para generar variedades eficientes, por parte de los fitomejoradores, sería de gran ayuda. Sin embargo, la reducción o no contratación de fisiólogos en las instituciones de investigación limita esta ayuda. Las universidades generalmente no poseen la infraestructura de campos experimentales cercanos a estos agricultores y las cargas académicas dificultan que los profesores mantengan una línea de investigación; además, en las instituciones de enseñanza agrícola superior es más común encontrar facilidades de enseñanza que de investigación. En conclusión, este grupo de agricultores es el que más va a sufrir y recibir menos ayuda del sector oficial, ya que técnicos y científicos nacionales existen, pero no tienen apoyo económico suficiente para las tareas de investigación y educación para este sector de productores.

Un segundo grupo de agricultores, son aquellos que poseen pequeñas unidades de riego, con poco o limitado capital; éstos tendrán más éxito, sobre todo si explotan cultivos que le generen mayores ingresos

como son las hortalizas y ornamentales. Aquí el apoyo de la Fisiotecnia tiene gran futuro, ya que existiendo agua se pueden manejar un sinnúmero de alternativas; por ejemplo, la época de siembra dependerá del entendimiento de la respuesta al fotoperíodo y a la temperatura. La determinación de la cantidad y época de aplicación del fertilizante con apoyo de un análisis de crecimiento aumentará la eficiencia. Asimismo, la evaluación de genotipos, desde un punto de vista fisiotécnico, explicará mejor el porqué ciertas variedades destacan del resto. En este caso, existe apoyo por parte del sector oficial, así como de la industria, de tal manera que en este grupo la vinculación de la enseñanza con la producción puede darse fácilmente.

El tercer grupo de agricultores, que se caracteriza por poseer grandes extensiones de tierra, con riego y sin limitaciones de capital, tienen que ser más eficientes en el uso del agua debido al aumento de su costo y del de la energía. Las investigaciones para estos agricultores involucra ensayos sobre el uso eficiente del agua, patrones de siembra, cultivos de relevo, acolchado, control integrado de malezas y aplicación de fitohormonas para uniformar tanto la floración como la madurez.

Por último, otro tipo de agricultores que está aumentando rápidamente es el de los

viveristas, quienes pueden ubicarse en el segundo grupo de agricultores, pero que tienen la ventaja de estar cerca de las grandes ciudades. Estos productores utilizan técnicas de hidroponía, que antes sólo servían para enseñanza y que actualmente ya son una práctica común en cultivos ornamentales y hortícolas, sobre todo de exportación. Donde se tienen problemas de heladas puede protegerse con plásticos; en casos donde predomina radiación y temperatura altas se cubre con malla. En los estados de Puebla, Morelos, México, Michoacán y Querétaro (donde existe una empresa con cuarenta hectáreas bajo cubierta), hay una gran demanda de técnicos con conocimientos en el manejo de los efectos de la luz, temperatura, bióxido de carbono, nutrimentos y fitohormonas sobre el desarrollo de los cultivos. La enseñanza de los métodos de simulación en computadoras personales, para cultivos bajo condiciones ambientales relativamente constantes, o controlables, en vivero, tiene que incrementarse a corto plazo. Una de las principales contribuciones en la simulación, es que el fisiólogo tiene que asignar prioridades a los factores que influyen en un sistema productivo, lo que lleva a un entendimiento y determinación de los factores limitantes más importantes que controlan la producción y su eficiencia.