

ASPECTOS HISTORICOS Y JUSTIFICACION DEL AREA DE FISIOTECNIA DEL CENTRO DE GENETICA EN EL COLEGIO DE POSTGRADUADOS

Joaquín Ortiz Cereceres¹

INTRODUCCION

El mejoramiento genético es una de las estrategias más importantes para elevar los niveles de producción agrícola. El uso de genocultivares (variedades mejoradas), especialmente en aquellos agroecosistemas que presentan condiciones favorables, conjugados con la aplicación de energéticos al agroecosistema, ha generado aumentos en la producción y en la productividad de las principales especies alimenticias básicas, oleaginosas, industriales, hortícolas, frutales, etc.

Sin embargo, en el mejoramiento genético convencional se ha enfatizado mucho la utilización del rendimiento de interés antropocéntrico como principal criterio en las fases de selección y evaluación, lo que en parte ha ocasionado que las ganancias en rendimiento económico de las nuevas variedades, con respecto a las anteriormente obtenidas, sean cada vez menores y requieran de mayor tiempo y esfuerzo para su obtención (Ortiz, 1972; Molina, 1972), y que los individuos más rendidores tiendan a ser más vigorosos y con mayor ciclo biológico (Mendoza *et al.*, 1971). Al evaluar el avance obtenido después de nueve ciclos por dos métodos de selección masal en maíz

(*Zea mays* L.), Ortiz *et al.* (1984) encontraron que efectivamente se había aumentado el rendimiento de grano pero que también se había aumentado paralelamente el peso seco total (rendimiento biológico), por lo que la relación entre el rendimiento de grano y la materia seca total producida (índice de cosecha) prácticamente se mantuvo constante; es decir, la eficiencia en la conversión de energía a materia seca de importancia económica no fue mejorada con el proceso de selección, y aunque se obtuvieron plantas más rendidoras éstas no fueron más eficientes desde este punto de vista. Una consecuencia práctica de esto, como lo señalan González *et al.* (1984), es que en estos materiales poco eficientes es muy limitada la respuesta a prácticas culturales como densidad de siembra, que en algunos agroecosistemas se manipula para aumentar los rendimientos por unidad de área.

CONCEPTUALIZACION FISIOTECNICA DEL RENDIMIENTO DE LOS CULTIVOS

Lo anterior señala la necesidad de analizar con detalle el proceso de producción de un cultivo para conocer la importancia relativa de los elementos que lo integran y de las relaciones entre éstos, lo que a su vez permita, mediante la aplicación de prácticas culturales, dar énfasis a las que sean positivas y minimizar el efecto de las que

¹ Profesor Investigador Titular del Centro de Genética, Colegio de Postgraduados. C.P. 56230. Chapingo, Edo. de México.

resulten negativas. El objetivo es lograr la máxima expresión del potencial productivo de los genotipos y el aprovechamiento integral del recurso ambiental disponible, ya que se considera que el rendimiento de un cultivo es una expresión fenotípica constituida por un componente genético, otro ambiental y la interacción de ambos.

Componente genético

El componente genético del rendimiento económico de los cultivos requiere de un conocimiento cabal del funcionamiento de las plantas y de los mecanismos genéticos que lo regulan, para que los fitomejoradores puedan incluir al mayor número posible de componentes fisiológicos, anatómicos y morfológicos, como base para la selección de genotipos.

Componente ambiental

Las reacciones bioquímicas que constituyen los mecanismos fisiológicos de la planta dependen de la ocurrencia de factores ambientales en cantidad, calidad y oportunidad adecuadas. El crecimiento y el rendimiento, por tanto, son función del ambiente en el cual se desarrolló el genotipo. Es clara, entonces, la necesidad de que los fisiólogos establezcan los límites de temperatura, humedad, radiación, CO_2 y otros factores ambientales, bajo los cuales un determinado proceso fisiológico favorece la máxima expresión fenotípica en términos de producción de materia seca.

En el estudio del componente ambiental deben de participar especialistas en macro y micrometeorología, edafología, fitopatología, entomología, economía y otras disciplinas relacionadas con el ambiente agrícola en general.

Componente de interacción genético-ambiental

El proceso productivo de una planta, considerado desde el punto de vista fisiotécnico, es un complejo de elementos (procesos fisiológicos, órganos, estructuras anatómicas y factores ambientales) actuando en una interacción estrecha y dinámica; si un elemento se modifica el resto del sistema se altera, lo que se manifestará en el nivel de expresión del potencial productivo de la planta. Esto significa que las relaciones entre la planta y su ambiente son holocenóticas; es decir, los elementos del sistema de producción no actúan aislada e independientemente, y puesto que el sistema reacciona como un todo es imposible afectar a un elemento sin alterar, de algún modo, al resto del mismo (Figura 1).

En cambio, la interpretación clásica de la interacción genético-ambiental se refiere a que no todos los genotipos responden de igual manera al mismo estímulo ambiental. Ello obliga a los investigadores a precisar los niveles de los factores del ambiente en los cuales los genotipos maximizan la expresión de su potencial genético.

En conclusión, la comprensión del proceso de producción de un cultivo requiere del conocimiento e integración de un numeroso grupo de disciplinas relacionadas con la planta, el ambiente y con su interacción, mediante investigaciones integrales e interdisciplinarias.

CARACTERES E INDICES FISIOTECNICOS

La incorporación de características de tipo fisiológico como criterios adicionales de selección y de evaluación de genotipos en

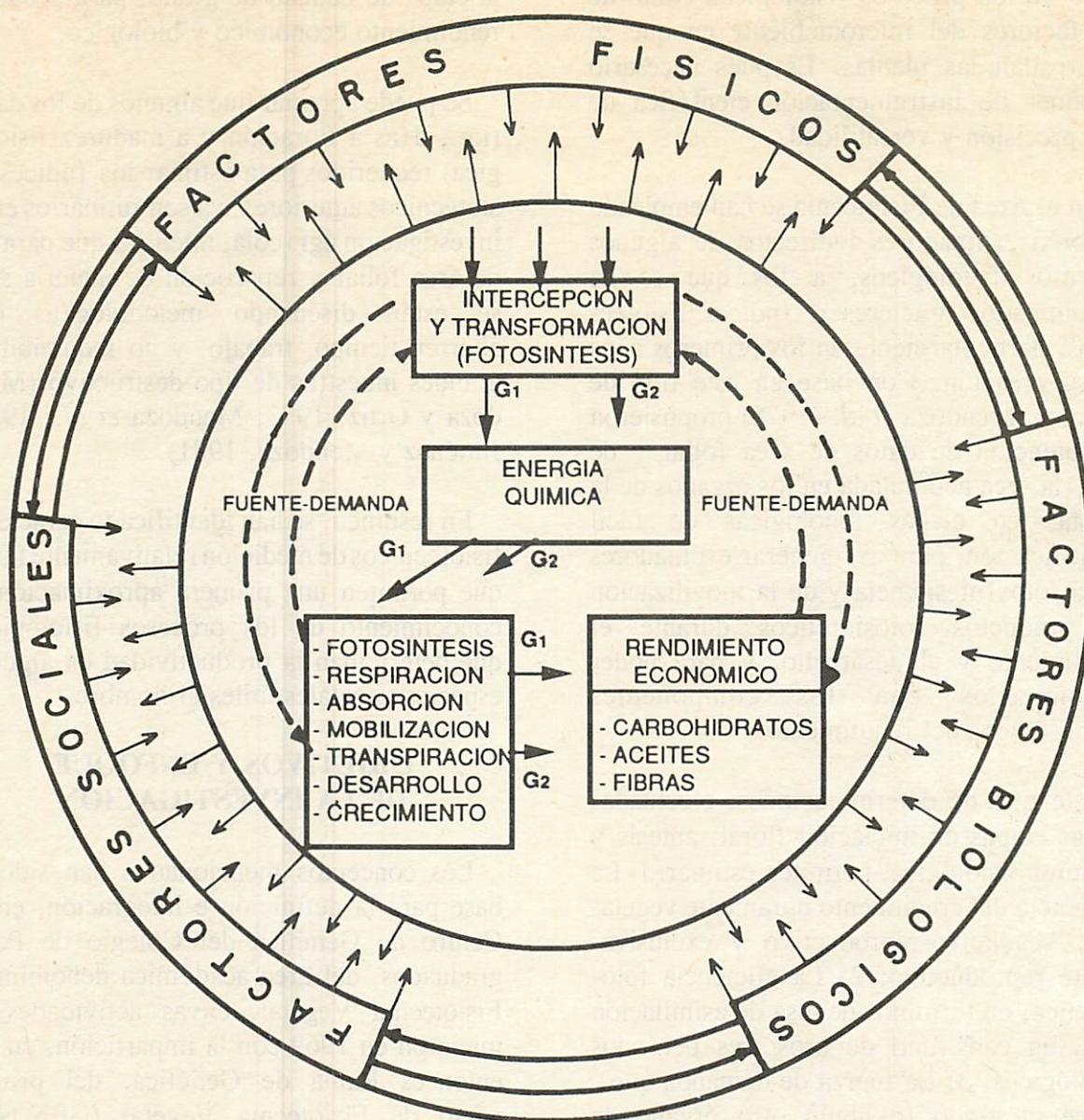


Figura 1. Presentación esquemática de las interrelaciones holocenóticas entre factores ambientales y procesos fisiológicos, durante la producción de dos genotipos (G 1 y G 2)

programas de fitomejoramiento, o en la evaluación de sistemas de producción agrícola, requiere de la medición directa tanto de los procesos fisiológicos como de los factores del microambiente en que se desarrollan las plantas. Es pues necesario disponer de instrumentación científica de alta precisión y versatilidad.

En el Área de Fisiotecnica se han empleado también estimadores indirectos de algunos procesos fisiológicos, a los que se ha denominado caracteres o índices fisiotécnicos, particularmente en los primeros años de su creación. Con base en este tipo de trabajos, Mendoza *et al.* (1978) propusieron la obtención de datos de área foliar y de materia seca acumulada en los órganos de la planta, en etapas fenológicas de fácil identificación, para así generar estimadores de la fotosíntesis neta y de la movilización de productos fotosintéticos durante el crecimiento y el desarrollo, y para poder relacionarlos con los componentes morfológicos del rendimiento.

Este tipo de determinaciones, efectuadas en las etapas de iniciación floral, antesis y madurez fisiológica, permiten estimar: 1) La eficiencia del crecimiento puramente vegetativo, vegetativo-reproductivo y exclusivamente reproductivo; 2) La eficiencia fotosintética, en términos de tasa de asimilación neta, en cada uno de esos tres períodos fenológicos; 3) La fuerza de demanda que ejerce el grano (o algún otro órgano de interés antropocéntrico) con respecto a la materia aérea producida, mediante el índice de cosecha; 4) Índices relativos de movilización de productos fotosintetizados que son almacenados originalmente en hojas, tallos u otros órganos de importancia no económica, y que después son transportados a los órganos de importancia económica, mediante las diferencias de peso seco en

tales órganos, entre antesis y madurez fisiológica, por ejemplo; 5) La tasa metabólica diaria, durante el ciclo o durante la etapa de llenado de grano, para producir rendimiento económico y biológico.

Se puede apreciar que algunos de los datos (i.e., días a floración y a madurez fisiológica) requeridos para estimar los índices fisiotécnicos anteriores, ya son rutinarios en la investigación agrícola, mientras que para los de área foliar y repartición de materia seca se están diseñando metodologías que ahorren tiempo, trabajo, y no requieran de grandes muestras de tipo destructivo (Mendoza y Ortiz, 1973; Mendoza *et al.*, 1984; Jiménez y Mendoza, 1981).

En resumen, se han identificado caracteres fisiotécnicos de medición relativamente fácil, que permiten una primera aproximación al conocimiento de los procesos fisiológicos que determinan la productividad en algunas especies vegetales útiles al hombre.

OBJETIVOS Y ENFOQUE DE LA INVESTIGACION

Los conceptos mencionados han sido la base para la definición e integración, en el Centro de Genética del Colegio de Postgraduados, del área académica denominada Fisiotecnica Vegetal, cuyas actividades se iniciaron en 1969 con la impartición, en la entonces Rama de Genética, del primer curso de Fisiotecnica Vegetal (GEN-609) durante la sesión intensiva de invierno. A partir de esa fecha, se formalizó también un conjunto de investigaciones que han servido como instrumentos didácticos, por ser parte fundamental de los programas académicos de los estudiantes que han participado en las actividades del Área. Los resultados de esas investigaciones, en gran medida han servido para actualizar, dinamizar y fundamentar el

curso mencionado y los otros dos nuevos cursos que se han establecido en el Area, constituyendo además aportaciones al conocimiento y comprensión de algunos de los procesos y fenómenos involucrados en la producción de cultivos, principalmente maíz y sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench.).

La investigación de los complejos e interrelacionados problemas de la producción agrícola, requiere ineludiblemente de un enfoque interdisciplinario, que permita el estudio integral e integrado de los aspectos relevantes de esos problemas. El grupo de Fisiotecnia ha demostrado, a través de la práctica, cómo en una área académica se puede trabajar en equipo con planteamientos comunes, sin frenar la creatividad individual.

DOCENCIA

En el Area de Fisiotecnia, desde su inicio en 1969, se ofrece el curso teórico-práctico de Fisiotecnia Vegetal (GEN-609), el cual integra conocimientos genotécnicos y ambientales, y está dirigido a estudiantes del Colegio que optan a un grado académico de maestría o doctorado. Este curso tiene como objetivo estudiar las interacciones entre los factores ambientales y el genotipo, en relación a las características anatómicas, morfológicas y fisiológicas que influyen en el proceso de producción de un cultivo. Con estos estudios se podrán definir estrategias que permitan aprovechar aquellas interacciones favorables para la expresión máxima de la potencialidad de producción y productividad de cada genotipo, así como para definir criterios de selección y los niveles ambientales que den mayor eficiencia a los programas de fitomejoramiento.

Las prácticas de este curso están diseñadas para que los estudiantes se familiaricen con los métodos más comúnmente usados en la

determinación de parámetros fisiotécnicos, y para que conozcan las relaciones entre estos métodos y los programas de fitomejoramiento y de producción; generalmente se trabaja con maíz, frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) y sorgo.

A partir de 1985, y como consecuencia de la reincorporación al Area del Dr. Víctor A. González Hernández después de terminar su preparación académica al nivel doctoral, se inició la impartición de un nuevo curso denominado Fisiotecnia Vegetal Avanzada (GEN-610), cuyos objetivos son hacer una revisión detallada de los procesos fenológicos, fisiológicos y bioquímicos involucrados en el desarrollo, el crecimiento y la producción de los cultivos; así como discutir las ventajas y limitaciones de diversos métodos de investigación fisiológica, en función de los principios operativos de la instrumentación científica disponible.

Una vez reincorporado al Centro de Genética el Dr. Manuel Livera Muñoz, después de terminar su programa académico de doctorado, se estableció en 1988 el curso de Micrometeorología Aplicada a la Producción y Fitomejoramiento (GEN-611), cuyo objetivo fundamental es la conjugación de la micrometeorología, la fisiología y la genética, en el análisis de las interacciones entre los cultivos y su microclima. Para ello se estudian los factores del ambiente físico determinantes del crecimiento, desarrollo y producción de los cultivos, enfatizando el estudio de las respuestas fisiológicas a los factores del microclima y de las diferencias entre genotipos.

Es preciso señalar que a medida que se vayan reincorporando al Centro de Genética los miembros del programa de formación de profesores del Area que en la actualidad realizan su programa doctoral, como es el

caso de Porfirio Ramírez Vallejo y Ma. del Carmen Mendoza Castillo, se irán estableciendo otros cursos que en su conjunto integren un grupo de conocimientos importantes en la Fisiotecnia, en la producción agrícola y en el mejoramiento genético.

INCORPORACION Y FORMACION DE PERSONAL ACADEMICO

Desde el inicio de las actividades de la Fisiotecnia en el Colegio de Postgraduados, se consideró como ineludible la integración de un grupo académico del mayor nivel posible que le diera vigencia a los planteamientos hechos como justificación de la misma. La incorporación de cada miembro del grupo se ha basado en la identificación de cada uno de ellos con los objetivos del Area, y en su aceptación a procurar un nivel académico superior en una de las disciplinas prioritarias de la Fisiotecnia. Como es natural, su conformidad a participar activamente en el trabajo interdisciplinario, también ha sido fundamental.

Es así que el proceso de integración del grupo se inició en 1973 con la incorporación del M.C. Leopoldo E. Mendoza Onofre, y continuó con la incorporación al grupo de los Maestros en Ciencias Víctor A. González Hernández en 1978, Manuel Livera Muñoz en 1979, Porfirio Ramírez Vallejo en 1985 y Ma. del Carmen Mendoza Castillo en 1987; lo anterior indica que a partir de 1970 se ha incorporado un nuevo miembro al grupo de Fisiotecnia cada 3 años y medio, en promedio (Cuadro 1).

Con la incorporación de los académicos mencionados se inició el programa de formación de profesores del Area, cuya meta principal es que todos sus miembros alcancen el nivel doctoral en el menor tiempo posible. Lo anterior ha dado como resultado que a partir de 1977, se tenga la reincorporación de un doctorado cada 5 años, en promedio (Cuadro 1); de esta forma, en 1992 se tienen en el Area a 5 doctorados, y en 1993 se espera contar con siete.

Cuadro 1. Incorporación y formación de profesores al Area de Fisiotecnia del Centro de Genética, C.P. (1970-1993).

N o m b r e	Incorporac. al Area Nivel M.C.	Inicio Programa Doctoral	Reincorporac. al Area con Nivel Doctoral
Joaquín Ortiz Cereceres	- - - - -	- - - - -	1970
Leopoldo E. Mendoza Onofre	1973	1974	1977
Víctor A. González Hernández	1978	1979	1982
Manuel Livera Muñoz	1979	1982	1985
Porfirio Ramírez Vallejo	1985	1987	1992
Ma. Carmen Mendoza Castillo	1987	1990	1993
Especialista en Bioquímica	- - - - -	- - - - -	1993

Es importante enfatizar que la formación de profesores del Area de Fisiotecnica se ha planeado para que cada uno de sus miembros tenga una especialización terminal en alguno de los aspectos de la Fisiotecnica, de manera que al trabajar en forma conjunta se logre la mayor integralidad en las investigaciones que se realicen, en congruencia con los objetivos del Area. De acuerdo con este enfoque, y siguiendo el proceso de incorporación y formación de profesores que se tiene considerado, en 1993 el grupo de Fisiotecnica estará integrado por:

- 3 Fitomejoradores-Fisiotecnistas, dos que trabajan principalmente con maíz y sorgo y uno que trabajará con leguminosas,
- 1 Fitomejorador-Fisiotecnista-Fisiólogo,
- 1 Fitomejorador-Fisiotecnista-Micrometeorólogo,
- 1 Fisiotecnista-Anatomista-Fisiólogo, y
- 1 Bioquímico.

Se puede señalar ahora que el programa de formación de profesores del Area de Fisiotecnica, ha cumplido satisfactoriamente con el plan inicialmente establecido (Ortiz *et al.*, 1979), que fue presentado hace ya más de una década a las autoridades de la entonces Rama de Genética. También conviene destacar que ninguno de los miembros incorporados al Area ha abandonado la misma.

BIBLIOGRAFIA

- González H., V. A., J. Ortiz C. y L. E. Mendoza O. 1984. Rendimiento del maíz y sus componentes en respuesta a diversas prácticas culturales y criterios de selección. *Agrociencia* 58: 101-112.
- Jiménez C., A. A. y L. E. Mendoza O. 1981. Comparación de métodos indirectos para la estimación del área foliar en sorgo *Sorghum bicolor* (L.) Moench. *Agric. Téc. Méx.* 7(2): 113-125.

Mendoza O., L. E. y J. Ortiz C. 1973. Estimadores del área foliar e influencia del espaciamiento entre surcos, la densidad de siembra y la fertilización sobre el área foliar en relación con la eficiencia en la producción de grano de dos híbridos de maíz. *Agrociencia* 11: 57-71.

_____, V. A. González H. y J. Ortiz C. 1978. Madurez fisiológica e índices de eficiencia en sorgo. Laboratorios del Curso de Fisiotecnica Vegetal. Centro de Genética, Colegio de Postgraduados. (mimeo).

_____, _____ y _____. 1984. Factores de conversión y tamaños de muestra en la estimación del área foliar en maíz. *Agrociencia* 58: 141-151.

_____, J. Ortiz C. y A. Carballo C. 1971. Efecto del espaciamiento entre surcos, población de plantas y fertilización sobre el rendimiento y otras características agronómicas de dos híbridos de maíz, bajo condiciones de riego en Chapingo, México. *Fitotecnica* 1: 23-33.

Molina G., J. D. 1972. Proyección futura de los sistemas más adecuados para el mejoramiento genético de cultivos. Resúmenes del VII Seminario Panamericano de Semillas. Ciudad Obregón, Son. p. 25.

Ortiz C., J. 1972. Factores fisiogenéticos a considerar para una mayor productividad en el mejoramiento genético de cultivares. Resúmenes. VII Seminario Panamericano de Semillas. Ciudad Obregón, Son. pp. 23-25.

_____, L. E. Mendoza O. y V. A. González H. 1979. Actividades académicas del área de Fisiotecnica (Fundamentos, objetivos, metas, líneas y proyectos de investigación; necesidades). Documento de Trabajo. Centro de Genética. (mimeo).

_____, _____ y _____. 1984. Cambios en las características morfológicas y fisiotécnicas de maíz por efecto de la selección *in situ* y rotativa basada en el rendimiento de grano. *Agrociencia* 58: 153-163.