

## LA INVESTIGACION FISIOTECNICA EN LA UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

Arnoldo Oyervides García y Fernando Borrego Escalante<sup>1</sup>

### INTRODUCCION

Los estudios fisiotécnicos conducidos en la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" (UAAAN) se han dirigido a la búsqueda de una mayor adaptabilidad del rendimiento de las plantas. Lo anterior, de acuerdo a la diversidad y características ambientales de la región en que está enclavada la UAAAN y su área de influencia, así como a la ecología de aquellas zonas con las que esta universidad mantiene relación. Las investigaciones están enfocadas a la búsqueda de soluciones a problemas agrícolas importantes en el entorno con que se vincula la UAAAN y a la vez, representan en muchos casos un apoyo a la enseñanza al constituir trabajos de tesis, tanto de licenciatura como de postgrado, lo que permite incorporar nuevos criterios y metodologías.

De acuerdo con las tendencias desarrolladas, se pueden distinguir tres grupos de trabajos: los de parámetros de estabilidad, los de parámetros fisiotécnicos y los vinculados con la resistencia a factores adversos. En este escrito, se presenta sólo parte de los trabajos desarrollados en esos temas principales.

### PARAMETROS DE ESTABILIDAD

La estabilidad del rendimiento es una gran preocupación, tanto para el productor como para el mejorador de plantas. El análisis y conocimiento de la misma ha permitido generar una serie de metodologías aplicables a diferentes especies, entre las que se pueden mencionar las de Plaisted y Peterson (1959), Plaisted (1960), Finlay y Wilkinson (1963), Eberhart y Russell (1966), Perkins y Jinks (1968), Shukla (1972), Pinthus (1973), Márquez (1973), y Lin *et al.* (1986).

Al parecer la que ha tenido una mayor aplicación, para conocer, entender y explotar la menor interacción genético ambiental y con ello detectar aquellos genotipos con mayor adaptabilidad y estabilidad es la de Eberhart y Russell (1966).

Bajo esa premisa, durante la década de los ochenta, en la UAAAN se realizaron varias investigaciones en el área de la interacción genético ambiental en diferentes especies.

Oyervides (1980) clasificó maíces (*Zea mays* L.) tropicales para diferentes ambientes y señaló que la adaptabilidad y la productividad posiblemente están controlados por genes diferentes.

Rodríguez (1982), en triticale (*X Triticosecale* witt), estudió la respuesta de diversos genotipos en función de su adaptabilidad y sensibilidad a los cambios

<sup>1</sup> Profesores Investigadores de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. CP 25315, Buenavista, Saltillo, Coah.



ambientales; él concluyó que el modelo de Eberhart y Russell era efectivo para discriminar variedades para la zona centro de México. Además, el 48% del material genético fue clasificado como estable y consistente; de esa proporción, doce genotipos fueron además deseables por presentar una media alta, representando genocultivares superiores a los comerciales. Por último, se demostró que era posible la explotación de triticales en siembras de temporal.

Mass (1983) estimó los parámetros de estabilidad de Eberhart y Russell para rendimiento, en 12 genotipos de maíz en el Estado de Campeche. Al disponer de dos criterios adicionales de selección (Bi, Si), aparte de la media de rendimiento, logró clasificar el material experimental para diferentes condiciones ambientales, con lo cual aumentó la eficiencia de la selección.

Rivera (1983) investigó la estabilidad del rendimiento de diez variedades de soya (*Glycine Max* (L) Merr.) y concluyó que la metodología de Eberhart y Russell era efectiva; las variedades Mineira, Visoja, U.F. V-1 y Bossier fueron las más sobresalientes.

Gámez (1985) evaluó el rendimiento y la estabilidad de híbridos de maíz, desarrollados por el Instituto Mexicano del Maíz, comparados con testigos interinstitucionales (INIFAP-UAAAN). Al aplicar el modelo de Eberhart y Russell, el 62% de los genotipos fueron estables y ocho de ellos presentaron la condición estable y deseable, según la clasificación propuesta por Carballo y Márquez (1970), identificándose materiales superiores a los comerciales.

En 1971 comenzó la investigación en plantas de zonas áridas en la entonces

Escuela Superior de Agricultura "Antonio Narro". Los trabajos con nopal (*Opuntia* spp.) comprendieron la colección, multiplicación y dispersión de las variedades. Fue hasta la década de los ochentas, cuando se realizaron trabajos más fisiotécnicos; tal es el caso del de Ibarra (1986) quien comparó 12 condiciones ambientales resultado de cuatro estructuras captadoras de agua (microcuencas) y tres densidades de población. Se determinó que la densidad de población óptima era de 3,900 pl/ha, sembradas en bordos, ya sea para fines hortícolas o forrajeros. La utilización de microcuencas para la captación de agua es importante principalmente en las zonas áridas y semiáridas tanto en terrenos con pendiente como planos.

Debido a que la investigación anterior se estableció en localidades diferentes, Mendoza (1986) analizó la información bajo la metodología de Eberhart y Russell y encontró que *Opuntia rastrera* era apta para buenos ambientes en forma consistente mientras que *O. ficus-indica* y *O. engelmannii*, aunque también aptas para buenos ambientes, no eran consistentes; por último *O. megacantha* resultó adecuada para ambientes desfavorables y consistente.

En girasol (*Helianthus annuus* L.), Nieto (1987) aplicó también la metodología de Eberhart y Russell en 18 genotipos con amplia variabilidad genética. Los resultados arrojaron una buena jerarquización de los genotipos siendo RIB-77 CL el que respondió mejor a buenos ambientes consistentemente, mientras que Tallinay respondió mejor a ambientes desfavorables. Al comparar la selección por dos metodologías: el análisis combinado, versus parámetros de estabilidad, se determinó que ésta última ofrece mayores ventajas.



Los estudios de la interacción genético ambiental en cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) realizado por Ramírez (1990), permitieron jerarquizar el material bajo estudio, siendo posible recomendar diferentes variedades para cada fecha de siembra; asimismo, señala que en esta especie es posible seleccionar genotipos tanto para alto rendimiento como para amplia estabilidad.

Otra especie investigada desde el punto de vista de la interacción genético ambiental fue el trigo (*Triticum aestivum* L.). En esta especie, el trabajo de Hernández (1991) condujo a la liberación comercial del material genético 44417-13D-5D-OD para la región de Delicias, Chih. con una capacidad de producción de 7,100 kg/ha.

Por último, Hernández (1991) estudió dos clones avanzados y una variedad de papa (*Solanum tuberosum* L.) en cinco localidades del Estado de Nuevo León, y dos de Coahuila. Los clones 750815 y 750480, genéticamente diferentes de Alpha, presentaron la misma capacidad de producción comercial pero mejores características agronómicas, como altura de planta y área foliar; se sugirió trabajar aún más bajo la metodología de Eberhart y Russell (1966) y la modificación hecha por Carballo y Márquez (1970).

### PARAMETROS FISIOTECNICOS

Otra área comprende los estudios con parámetros fisiotécnicos o de eficiencia. De León (1983) fue de los primeros en utilizarlos para determinar la mejor combinación de densidad de población y nivel de fertilización nitrogenada en el híbrido de maíz AN-430. Los altos valores del índice de eficiencia del área foliar, la velocidad de crecimiento del cultivo, el índice de cosecha y la tasa de

asimilación neta, al concordar con altos rendimientos, permitieron explicar mejor el comportamiento de este carácter.

Por su parte, Molina (1984), en un trabajo realizado con maíces tropicales para el Estado de Colima, señaló que el índice de cosecha y las estimaciones de eficiencia vía área foliar, fueron los mejores criterios para la selección de materiales para esas áreas potencialmente maiceras.

En cártamo (Morales, 1989), los materiales de mayor rendimiento fueron los de mayor índice de cosecha y mayor tasa relativa de crecimiento; situación similar a la que se presentó en maíz según De León (1983) y Molina (1984).

En el cultivo de la papa, Hernández (1991) realizó varios trabajos fisiotécnicos. Comenzó con la determinación de las etapas fenológicas en función de la temperatura y fotoperíodo para la región papera de Nuevo León y Coahuila, y concluyó con las fechas de siembra para cada localidad de estudio. En Nuevo León, la fecha de siembra para el lote 25 fue el 30 de marzo, en La Sardina el 15 de marzo, en San Joaquín el 15 de mayo, y en La Perlita el 15 de abril. Lo anterior se determinó mediante datos de unidades de calor y unidades fototérmicas. Para determinar las etapas fenológicas lo mejor fue el método directo por su efectividad y sencillez, de entre 15 metodologías de estimación de unidades calor y fototérmicas estudiadas.

### PARAMETROS DE RESISTENCIA A FACTORES ADVERSOS

En la determinación de fitotipos de maíz para las zonas áridas de México, se han iniciado líneas de investigación con los cultivares que por su adaptación natural,



toleran más la sequía. Así, se ha medido el crecimiento de la raíz en función del peso seco (Mejía, 1987), o de su patrón de distribución (Robledo, 1989; Chavana, 1990). También se ha evaluado la velocidad de crecimiento de la parte aérea (Vargas, 1991) en el híbrido de maíz AN-310, incluyendo la evaluación de características morfológicas, anatómicas y fisiológicas, con el objeto de conocer cuáles le confieren la tolerancia a sequía este híbrido, y posteriormente, investigar el tipo de acción genética que gobierna cada una de ellas para incorporarlas a los materiales con mayores posibilidades para las zonas áridas de México.

Entre las especies con potencial para zonas áridas se tiene al nopal. Entre sus principales problemas están los daños causados por las bajas temperaturas que se registran en el norte, las cuales en ocasiones llegan a quemar completamente la parte aérea. Al evaluar más de 200 clones representativos de cuatro especies de *Opuntia*, se detectaron dos clones de *O. rastrera*, ocho de *O. amyclaea*, y uno de *O. ficus-índica* que toleran las bajas temperaturas (Narváez, 1984).

Por último, en los trabajos iniciados en cilantro (*Coriandrum sativum* L.), Andrio (1989) evaluó 15 colecciones provenientes de los estados de Guanajuato, Puebla, México, Chihuahua, Zacatecas, Oaxaca, Tamaulipas, Coahuila y Texas (E.U.) a fin de detectar materiales con rápido crecimiento vegetativo y sin la floración prematura que normalmente se presenta en los materiales locales utilizados.

Como se ha visto a lo largo de este escrito, el trabajo realizado dentro del área de Fisiotecnia no se concreta a una sola especie ni tampoco a un solo tema, por lo

cual se ha requerido interaccionar con un sinnúmero de personas: maestros y alumnos, que de una u otra manera han sido motivados a trabajar en grupos interdisciplinarios, que con algunos problemas funcionan en la UAAAN. No se duda que con la dinámica del esfuerzo desplegado, dentro de poco tiempo será más grande y rica la actividad de la Fisiotecnia, no tan solo dentro de nuestra Universidad, sino también en diferentes instituciones del país.

### CONCLUSIONES

Además del impulso que se ha logrado dar al campo de la Fisiotecnia, tanto en la enseñanza como en la investigación, se pueden remarcar los siguientes logros: 1) La incorporación de los parámetros de estabilidad en los procesos genotécnicos, y en conjunto con otros criterios, la obtención de genocultivares de uso comercial; 2) La incorporación de diversos parámetros fisiotécnicos importantes para estudiar la naturaleza del rendimiento y como auxilio en los procesos de mejoramiento, de enseñanza y en general, de investigación; 3) El inicio del estudio de la adaptación a condiciones adversas y la aplicación en este campo de diversos elementos fisiotécnicos.

### BIBLIOGRAFIA

- Andrio E., E. 1989. Comportamiento de 15 colecciones de cilantro (*Coriandrum sativum* L.) en la región de Ramos Arizpe Coah. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah.
- Chavana V., G. 1990. Selección de genotipos de maíz (*Zea mays* L.) tolerantes a sequía en una fase inicial de desarrollo. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah.



- Carballo C., A. y F. Márquez S. 1970. Comparación de variedades de maíz del Bajío y la Mesa Central por su rendimiento y estabilidad. *Agrociencia* 5: 129-146.
- De León C., S. 1983. Parámetros fisiotécnicos del híbrido de maíz (*Zea mays* L.) AN-430 R bajo diferentes densidades de población y niveles de fertilización nitrogenada, Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah.
- Eberhart, S. A. and W. A. Russell. 1966. Stability parameters comparing varieties. *Crop Sci.* 6:36-40.
- Finlay, K. W. and G. N. Wilkinson. 1963. The analysis of adaptation in a plant breeding program. *Aust. J. Agric. Res.* 14:742-754.
- Gómez V., A. J. 1985. Evaluación para rendimiento y estabilidad en híbridos de maíz (*Zea mays* L.) del Instituto Mexicano del Maíz comparados con testigos interinstitucionales (INIFAP UAAAN). Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah.
- Hernández M., E. 1991. Parámetros de estabilidad e interacción genotipo-ambiente en dos clones avanzados de papa (*Solanum tuberosum* L.) y una variedad. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah.
- Hernández O., R. M. 1991. Duración de las etapas fenológicas de papa (*Solanum tuberosum* L.) en la región agrícola de Navidad, N.L. en relación con las unidades calor y fototérmicas. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah.
- Hernández V., M. 1991. Adaptabilidad y estabilidad de 10 genotipos de trigo (*Triticum aestivum* L.) evaluados durante ocho años en Delicias, Chih. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah.
- Ibarra I., I. 1986. Respuesta de cuatro genotipos de nopal (*Opuntia* spp.) a doce condiciones agronómicas en la localidad de Noria de Guadalupe, Zac. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah.
- Lin C. S., M. R. Binns, and L. P. Lefkovitch. 1986. Stability analysis. Where do we stand? *Crop Sci.* 26: 894-899.
- Márquez S., F. 1973. Relationship between genotype environment interaction and stability parameters. *Crop Sci.* 13: 577-579
- Mass D., F. 1983. Estimación de parámetros de estabilidad para rendimiento en 12 genotipos de maíz (*Zea mays* L.) en el estado de Campeche. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah.
- Mejía, E., E. 1987. Crecimiento de la raíz en plántulas de maíz (*Zea mays* L.) y su relación con tolerancia a sequía. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah.
- Mendoza G., L. 1986. Interacción genotipo-ambiente en cuatro genotipos de nopal (*Opuntia* spp.) en el norte de México. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah.
- Molina O., J. 1984. Evaluación de maíces tropicales criollos y mejorados y estimación de algunos parámetros fisiotécnicos en Tecomán. Col. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah.
- Morales R., E. 1989. Evaluación de genotipos introducidos de cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) a través de un análisis de crecimiento, características agronómicas y componentes de rendimiento. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah.
- Narváez A., C. 1984. Determinación de genotipos de nopal (*Opuntia* spp.) tolerantes a heladas en la localidad de Buenavista, Saltillo, Coah. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah.
- Nieto M., F. 1987. Parámetros de estabilidad, parámetros genéticos y correlaciones fenotípicas en girasol (*Helianthus annuus* L.). Tesis de Maestría. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah.
- Oyervides G., A. 1980. Adaptabilidad, estabilidad y productividad de variedades tropicales de maíz (*Zea mays* L.). Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah.



- Perkins, J. M. and J.L. Jinks. 1968.** Environmental and genotype environmental components of variability. III: lines and crosses. *Heredity* 23:339-356.
- Pinthus, M. J. 1973.** Estimate of genotypic value, a proposed method. *Euphytica* 22:121-123.
- Plaisted, R. L. 1960.** A shorter method for evaluating the ability of selections to yield consistently over locations. *Amer. Potato J.* 37:166-172.
- \_\_\_\_\_ and **L. C. Peterson. 1959.** A technique for evaluating in different locations or seasons. *Amer. Potato J.* 36:381/385.
- Ramírez J., N. 1990.** Estudio de interacción genotipo ambiente en genotipos de cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) a través de cuatro fechas de siembra. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah.
- Rivera D., L. M. 1983.** Estimación de la estabilidad en el rendimiento de 10 variedades de soya *Glycine max* (L.) Merr. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah.
- Robledo T., V. 1989.** Comportamiento de características cuantitativas y patrones de crecimiento radical en relación con la resistencia a sequía en maíz (*Zea mays* L.). Tesis de Maestría. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah.
- Rodríguez L., J. M. 1982.** Estabilidad de rendimiento en triticale (*X Triticosecale* Wittmack) bajo condiciones de temporal en la zona centro de México. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah.
- Shukla, G. K. 1972.** Some statistical aspects of partitioning genotype-environment components of variability. *Heredity* 29:237-245.
- Vargas J., L. A. 1991.** Determinación de la resistencia a sequía del híbrido de maíz AN-310 basándose en técnicas de campo e invernadero. Tesis de Maestría. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah.