

# Agropapia

AGRARIA VOL. 14, NUMERO 2; JULIO-DICIEMBRE DE 1998

ISSN 0186-8063



UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
Buenavista, Saltillo., Coah., México  
[www.uaaan.mx](http://www.uaaan.mx)

## DIRECTORIO

Dr. Luis Alberto Aguirre Uribe  
**Rector**

M.C. Edgardo Cervantes Álvarez  
**Director General Académico**

Dr. Adalberto Benavides Mendoza  
**Director de Investigación**

Dr. Andrés Martínez Cano  
**Subdirector de Programación y Evaluación**

Ing. Pedro Recio del Bosque  
**Subdirector de Operación de Proyectos**

### UNIDAD LAGUNA

Dr. Esteban Favela Chávez  
**Subdirector de Investigación**

**Diseño y Formación**  
Miguel A. Estrada Villarreal

### Comité Editorial

Dr. Miguel Angel Capó Arteaga  
**Editor en Jefe**

Dr. Jesús Valdés Reyna  
**Editor Ejecutivo**

**Secretario de Producción**  
M.Ed. Víctor M. López González

### Editores Técnicos

Dr. José L. Puente Manriquez  
**Fitomejoramiento, UL**

Dr. Raúl Rodríguez García  
**Riego y Drenaje**

Dr. Jesús M. Fuentes Rodríguez  
**Producción Animal**

### Colaboradores

M.C. Cecilia Burciaga Dávila  
Dr. Angel Cepeda Dovala  
M.C. Ricardo Cuellar Flores

---

La Revista Agraria es una publicación científica semestral, de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, con domicilio conocido en Buenavista, Saltillo, Coah., México.

[http://www.uaaan.mx/DirInv/portal\\_agraria/portal.htm](http://www.uaaan.mx/DirInv/portal_agraria/portal.htm)

E-mail: [agraria\\_ne@uaaan.mx](mailto:agraria_ne@uaaan.mx)

Tel (844) 411-02-00, Ext. 2404 · Fax 411-02-11



**Centéotl.** Deidad azteca de la agricultura, es una advocación de Chicomecóatl, diosa del maíz. La UAAAN, en su afán de rescatar los valores del pasado histórico de México la ha adoptado como logotipo de esta revista científica, como símbolo que evoca y reafirma nuestras raíces culturales.

# Agropapia

AGRARIA VOL 14 NUMERO 2 JULIO-DICIEMBRE DE 1998

ISSN 0186-8063



UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRRO  
Buenavista, Saltillo., Coah., México  
[www.uaaan.mx](http://www.uaaan.mx)



## CONTENIDO

MÉTODOS PARA LA DETECCIÓN DE <i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>vesicatoria</i> EN SEMILLA DE TOMATE ( <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill)	1
RETENCIÓN DE HUMEDAD EN HOJAS SEPARADAS DE LA PLANTA DE CÁRTAMO	17
EFFECTO DE ALTURA DE PLANTA, DÍAS A FLORACIÓN Y DÍAS A MADUREZ SOBRE LA ESTRUCTURA DEL RENDIMIENTO DE GRANO EN TRIGO MACARRONERO	33
EFFECTO DE LA ESTRATIFICACIÓN Y DEL ÁCIDO GIBERÉLICO SOBRE LA GERMINACIÓN Y EMERGENCIA EN NOGAL NEGRO	55



**MÉTODOS PARA LA DETECCIÓN DE *Xanthomonas*  
*campestris* pv. *vesicatoria* EN SEMILLA DE TOMATE  
(*Lycopersicon esculentum* Mill).**

Abiel Sánchez Arizpe<sup>1</sup>, Ma. Elizabeth Galindo Cepeda<sup>1</sup>, Leticia Bustamante García<sup>1</sup>, Jorge  
Luis Salazar González<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Profesores investigadores del Departamento de Parasitología y del Centro de  
Capacitación de Tecnología de Semillas de la Universidad Autónoma  
Agraria Antonio Narro.

<sup>2</sup> Tesista de posgrado de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

## RESUMEN

El cultivo del tomate ocupa el segundo lugar nacional desde el punto de vista de superficie sembrada y el primero por su valor de producción. A este cultivo lo afectan varios agentes patógenos, entre los que está la bacteria *Xanthomonas campestris* pv. *Vesicatoria*, considerada la más peligrosa. Al importar semilla de tomate, se corre el riesgo de introducir al país cepas más patogénicas, ya que este microorganismo se transmite por esta vía.

El objetivo de este trabajo fue determinar el mejor método para la detección de la bacteria *X. c. pv. vesicatoria* en semilla de tomate. Esta investigación se realizó en laboratorios e invernadero de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, donde se analizaron semillas de lotes comerciales de las variedades Hayslip,

Homestead 61, Río Grande y Winner. Se colocaron 12 gramos de semillas de cada variedad en un buffer fosfato 0.05 M, a 4°C, durante toda una noche, y posteriormente se realizaron diluciones seriadas del filtrado de la semilla y del buffer. Se sembró 0.1 ml, de cada dilución (solución madre,  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$  y  $10^{-3}$ ) para la recuperación de la bacteria en los métodos Tween B, CKTM y TBCK, bajo un arreglo bifactorial tres por cuatro, en un diseño completamente al azar con tres repeticiones. No se encontraron diferencias entre métodos en cuanto a detección de la bacteria en UFC/g, pero sí entre variedades, de las cuales las más contaminadas por esta bacteria fueron la Hayslip y la Río Grande. En lo que se refiere al tiempo de aparición de las UFC en cada uno de los métodos, el mejor fue el Tween B, que registró un promedio en la aparición de las UFC de 84 horas. Respecto a la

capacidad de germinación, no se encontraron diferencias entre variedades. La identificación de las cepas se realizó mediante pruebas bioquímicas, siembra en medios diferenciales, medios semiselectivos y pruebas de patogenicidad; los síntomas aparecieron de 12 a 14 días después de las inoculaciones en los frutos, y el aislamiento de la bacteria correspondió nuevamente a la aislada inicialmente.

**Palabras clave:** diagnóstico, *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*, tomate, semilla.

## ABSTRACT

The culture of tomato occupies the second place in México according to the surface seeded and first per the production value. This culture is affected by several pathogenic agents among which *Xanthomonas campestris* pv. *Vesicatoria*,, is considered the most dangerous. When importing tomato seed, chances are that some pathogenic stocks are introduced to the country, since this microorganism is transmitted by this route.

The aim of this work was to determine the best method for the detection of bacterium *X. c.* pv. *vesicatoria* in tomato seed. This research was made in laboratories and greenhouses of the Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, where seeds of commercial lots of the varieties Hayslip, Homestead 61, Rio Grande and Winner were analyzed. 12 grams of seed of each variety were placed in a phosphate buffer 0,05 M, to 4°C, during all night, and later serial dilutions of the filtrate of the seed and the buffer were made. 0,1 milliliter was seeded, of each dilution (mother solution,  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$  and  $10^{-3}$ )

for the recovery of the bacteria in the methods Tween B, CKTM and TBCK, under a bifactorial adjustment three by four, in a completely at random design with three replications. There were no differences between methods as far as detection of the bacteria in UFC/g was concerned, but they were found between varieties, of which the most contaminated by this bacteria were the Hayslip and the Rio Grande. As far as time of appearance of the UFC is concerned in each of the methods, the best one was the Tween B, that registered an average in the appearance of the UFC of 84 hours. With respect to the germination capacity, there were no differences between varieties. The identification of the stocks was made by means of biochemical tests, semiselective sowing in differential environments, and tests of pathogenicity ; the symptoms appeared of 12 to 14 days after the inoculations in the fruits, and the isolation of the bacteria corresponded again to the one isolated initially.

**Key words:** diagnosis, *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*, tomato, seed.

## INTRODUCCIÓN

Con la apertura del tratado de libre comercio, las exportaciones de los cultivos hortícolas han ido en aumento, de la misma manera que la importación de semilla mejorada para la siembra. El cultivo del tomate ocupa el segundo lugar nacional desde el punto de vista de superficie sembrada y el primero por su valor de producción; esta hortaliza ocupa un sitio preponderante en el desarrollo económico y social en la agricultura mundial, ya que demanda alrededor de 140 jornales por hectárea (Valadez, 1994).

En México, Bringas (1995) reportó que para 1994, en el país se sembró una superficie de 81,184 ha. Los principales estados productores son Baja California, Durango, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Puebla, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Veracruz y Yucatán.

Al cultivo del tomate lo afectan varios agentes patógenos, pero la bacteria *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* está considerada como la más peligrosa (Gitaitis, et al., 1992), ya que tan sólo el uno por ciento de semilla contaminada, en condiciones favorables, puede causar una epifitía; al ser ésta una bacteria que transmite la semilla, se corre el riesgo de introducir al país cepas más virulentas (Randhawa, 1996). Esta bacteria está clasificada en dos grupos: A y B, de los cuales el A ya existe en México, y es uno de los principales patógenos en cuarentena para el cultivo del tomate; sin embargo, en el país no se cuenta con metodologías estandarizadas para el diagnóstico de este patógeno. Existen varios métodos (McGuire, et al., 1986), (Sijam, et al., 1991) que se utilizan para el diagnóstico en semillas de tomate y chile; con otras técnicas, como el método serológico ELISA, el anticuerpo que se encuentra en el mercado no logra detectar este patógeno cuando viene en la semilla; además, se ha reportado la utilización de cuatro anticuerpos monoclonales para la identificación de esta bacteria, por lo que no hay garantía que con el anticuerpo existente en el mercado se pueda diagnosticar la variabilidad de cepas de este patógeno.

Dada la importancia que representa el cultivo del tomate en el país, el riesgo que representa introducir cepas más patogénicas de esta bacteria al importar semilla, y debido a la necesidad de evaluar métodos para detectarla en semilla, se planteó el siguiente objetivo:

a) Determinar el mejor método para la detección de la bacteria *X. c. pv. vesicatoria* en semilla de tomate.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Localización del sitio experimental.** El presente trabajo fue realizado en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro durante los meses enero-julio de 1997, en el laboratorio de fitopatología y en un invernadero, que se ubican en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

**Material experimental.** Se trabajó con semilla de cuatro variedades comerciales de tomate: Hayslip, Homestead 61, Río Grande y Winner, las cuales estaban envasadas y disponibles a la venta; a cada una se le evaluaron las pruebas de germinación y sanidad, en este último punto, respecto a la detección de la bacteria *Xanthomonas campestris pv. vesicatoria*.

**Prueba de germinación.** Primero se determinó la capacidad de germinación de las muestras de semilla a evaluar, con el propósito de conocer su condición como lotes comerciales, para lo cual se utilizaron cuatro repeticiones de 100 semillas por cada una de las variedades. Las charolas donde se pusieron las semillas a germinar, se les colocaron cuatro capas de papel filtro, que se humedecieron para colocarles inmediatamente las 100 semillas de cada repetición, las cuales se cubrieron con "clean-pack" y se pusieron en una incubadora, a una temperatura de 25°C, durante diez días. Se evaluó la capacidad de germinación con base al número de semillas que germinaron normalmente, es decir, aquéllas

que desarrollaron todas sus estructuras esenciales a un nivel aceptable, para ser consideradas plántulas normales. El diseño utilizado para el análisis fue completamente al azar, de cuatro tratamientos con cuatro repeticiones y se analizó mediante el paquete estadístico SAS.

**Métodos de detección de la bacteria.** Para determinar el mejor método de detección de la bacteria *X. c. pv. vesicatoria* se utilizaron los métodos Tween B (McGuire, *et al.*, 1986), CKTM (Sijam, *et al.*, 1991), y un tercer método denominado TBCK que resultó de la combinación de ambos, sólo que a éste no se le proporcionó bacitracina. La metodología consistió en utilizar 12 gramos de semilla (aproximadamente 5,000 semillas) de cada una de las variedades previamente lavadas durante 30 minutos a agua corriente, con el propósito de eliminar el fungicida de la semilla, inmediatamente después se agregaron tres mililitros de un buffer fosfato 0.05 M (1 000 ml de agua destilada estéril, 7.0 g de  $K_2HPO_4$ , 1.3 g de  $KH_2PO_4$ , 0.1 ml de Tween 20 y se ajustó el pH a 7.2) por gramo de semilla, y se incubó durante 12 horas a 4°C; luego se obtuvo el filtrado (separación de la semilla y el buffer), se realizaron diluciones seriadas a partir de la solución madre ( $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$  y  $10^{-3}$ ), y se colocó 0.1 ml de cada una de las diluciones, con tres repeticiones, en cada una de las cajas petri que contenían los medios Tween B, CKTM y TBCK y se incubaron a 27°C durante un lapso de cuatro a siete días; en cada uno de los métodos empleados se realizaron inspecciones diarias, hasta observar las unidades formadoras de colonia (UFC) desarrolladas con las características propias de esta bacteria. Se registró el número de UFC por gramo de semilla para cada una de las variedades y métodos, y se analizaron los datos bajo un diseño bifactorial tres por cuatro, con tres repeticiones, en un arreglo completamente al azar; asimismo, se registró el tiempo (en horas) en que aparecieron

las UFC en cada uno de los métodos y los datos se analizaron bajo un diseño completamente al azar de tres tratamientos con cuatro repeticiones, con el paquete estadístico SAS.

**Identificación de la bacteria.** Una vez que se desarrollaron las UFC se aislaron 12 cepas con características de esta bacteria (colonias amarillas y mucoides) en medio de cultivo Agar Nutritivo (AN), luego se les realizó tinción de Gram y fueron identificadas mediante pruebas bioquímicas, medios diferenciales, semiselectivos y pruebas de patogenicidad (tinción de Gram negativa, colonias amarillas y mucoides en medio YDC, crecimiento a 35°C, licuefacción de la gelatina, digestión de proteína, producción de ureasa, producción de ácido a partir de glucosa, arabinosa y manosa, degradación de pectato en CVP, crecimiento en medios TB, SX agar, XCS, MD-5, KB y XTS), (Schaad, 1994), crecimiento en medio D-1, D-3, y D-4 (Kado y Heskett, 1970), catalasa y oxidasa (Gitaitis, *et al.*, 1987).

**Pruebas de patogenicidad.** Las pruebas de patogenicidad se realizaron inyectando al fruto, de acuerdo a la técnica de Stall, *et al.* (1972). Para la producción de la planta, la siembra se realizó en charolas previamente desinfectada y se utilizó un sustrato esterilizado Peat Moss, en enero de 1997. Las inoculaciones se aplicaron en frutos verdes, adheridos a la planta; estos frutos tenían entre 4 y 5 cm de diámetro ecuatorial. Para las inoculaciones se utilizó un cultivo bacteriano de 48 horas de edad, crecido en medio AN, y una suspensión bacteriana de  $1 \times 10^6$  UFC/ml (Schaad, 1994); a los testigos se les aplicó únicamente agua destilada estéril que se inyectó a los frutos. Una vez que aparecieron los síntomas en los frutos, la bacteria se aisló en medio AN y se identificó mediante el procedimiento señalado anteriormente.

## RESULTADOS

**Prueba de germinación.** En la prueba de germinación no se encontró diferencia significativa entre variedades, lo mismo se observó en la prueba de rango múltiple (Tukey al 0.05 y 0.01), ya que el por ciento de germinación más bajo (91%) correspondió a la variedad Winner, que está muy por encima de valores mínimos aceptables (80 %), lo que indica que la semilla, por sus condiciones de almacenamiento, no tendrá fácilmente interferencia con microorganismos de almacén que pudieran bajar drásticamente su germinación, con lo que se comprueba su aptitud y disponibilidad como semilla para siembra.

**Métodos de detección.** En lo que respecta a la evaluación de los métodos de detección de la bacteria *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* no hubo diferencia significativa entre estos en cuanto a la detección de esta bacteria en Unidades Formadoras de Colonia por gramo de semilla (UFC/g). Al comparar los valores medios en una prueba de rango múltiple no se observaron diferencias entre métodos. Cabe mencionar que si durante el proceso de extracción de la semilla, ésta se contamina por otros microorganismos saprófitos de rápido crecimiento, pueden enmascarar la presencia de *X. c. pv. vesicatoria*, ya que esta bacteria es de crecimiento lento. Por tal motivo se usan detergentes y antibióticos en los medios, para así inhibir la presencia de estos microorganismos.

**Tiempo de aparición de las UFC.** En lo que corresponde al el tiempo promedio en aparecer las UFC en cada uno de los métodos, hubo una diferencia altamente significativa entre éstos; destacó el método Tween B, en el que el tiempo promedio de aparición de las UFC fue de 84 hrs. En este estudio, el método señalado anteriormente resultó ser el

mejor, debido al menor tiempo en que aparecieron las UFC y a la menor contaminación con microorganismos saprófitos.

**Identificación de la bacteria.** El cuadro 1 muestra la identificación de las cepas aisladas de los métodos en estudio mediante pruebas bioquímicas, medios diferenciales y medios semiselectivos. Los resultados obtenidos corresponden a los reportados para esta bacteria, mismos que se corroboraron con pruebas de patogenicidad.

**Pruebas de patogenicidad.** Con relación a las pruebas de patogenicidad, los síntomas característicos de la mancha bacteriana aparecieron de 12 a 14 días después de las inoculaciones; la bacteria de los frutos se reaisló a los 35 y 60 días después de que éstos fueron inoculados. Las bacterias reaisladas dieron los mismos resultados en las pruebas bioquímicas, medios diferenciales y semiselectivos, que las bacterias inoculadas.

**Cuadro 1. Resultados de las Pruebas Bioquímicas, Medios Diferenciales y Semiselectivos en la identificación de las cepas de *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* detectadas en semilla de cuatro variedades comerciales de tomate. UAAAN, 1997.**

<b>Prueba</b>	<b>Reacción</b>	<b>Resultado</b>
Tinción de Gram	-	-
Colonias amarillas y mucoides en YDC	+	+
Crecimiento a 35°C	+	+
Licuefacción de la gelatina	v	v
Digestión de proteína	+	+
Producción de ureasa	-	-
Catalasa	+	+
Oxidasa	-	-
Producción de ácido a partir de		
Arabinosa	+	+
Glucosa	+	+
Manosa	+	+
Degradación de pectato CVP	-	-
Crecimiento en King de B	+	+
Crecimiento en D1	-	-
Crecimiento en D3	-	-
Crecimiento en D4	-	-
Crecimiento en SX agar	-	-
Crecimiento en XTS	+	+
Crecimiento en XCS	+	+
Crecimiento en MD-5	v	+
Crecimiento en Tween B	+	+

## DISCUSIÓN

Indudablemente la introducción de cepas más virulentas de *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* al país va a ser inevitable, aunque Bouzar *et al.*, (1994), reportan que tan sólo el grupo A está presente en México, al importar el 100% de la semilla de tomate, es probable que en pocos años el grupo B se encuentre causando serios problemas en las regiones productoras del país. En Florida, Cox (1966) menciona que tan sólo una semilla contaminada de cada 100, es suficiente para causar una epifitía. En México la mayoría de las regiones productoras presentan condiciones favorables para el desarrollo de esta enfermedad, de ahí la importancia de desarrollar técnicas para su detección a fin de poder evitar daños innecesarios, así como la introducción al país de cepas más virulentas.

Muchas bacterias fitopatógenas pueden identificarse por el uso de medios de cultivo artificiales. El medio Tween B se usa para la identificación de *X. c. pv. vesicatoria*; en este medio el bromuro de potasio (KBr) aumenta la pigmentación de la colonia amarilla y el Tween 80 en conjunción con el  $\text{CaCl}_2$  demuestran lipolisis. Otras bacterias contaminantes que no logran morir con los detergentes y tienen actividad lipolítica pueden inhibir o enmascarar la presencia de *X. c. pv. vesicatoria* si ésta presente en la semilla; estos resultados coinciden con los obtenidos por McGuire *et al.* (1986), quienes señalan que otros contaminantes pueden ser fácilmente distinguidos por el color de sus colonias. En estos tres métodos, las colonias fueron diferentes en pigmentación, resultados similares encontraron Poplawsky y Chun (1995) al trabajar en semillas de crucíferas con *X. c. pv. campestris*, quienes mencionan que las colonias presentaban pigmentación atípica en un mismo medio de cultivo. En los tres

métodos evaluados no se encontraron diferencias en cuanto a la detección de unidades formadoras de colonias por gramo (UFC/g); resultados muy parecidos encontró Peterson (1963), al evaluar tres medios para el aislamiento de *X. c. pv. vesicatoria* de suelo, donde logró reducir el 90 al 99 por ciento de los microorganismos que crecen en medios no selectivos.

La selectividad de los medios fue proporcionada por el uso de Cyclohexamida, Bacitracina, Sulfato de Neomicina, Cefalexina, 5-fluorouracil y Tobramicina. La Cyclohexamida inhibe específicamente hongos; la Cefalexina, *Erwinia herbicola*; el 5-Fluorouracil elimina *Pseudomonas fluorescens*, y la Tobramicina es muy efectiva para otras *Pseudomonas* que habitan tejidos de plantas.

Aunque estos medios no eliminan todos los contaminantes de las semillas, el beneficio de éstos en su detección es significativo.

## CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en que se llevó a cabo el experimento y de acuerdo a los resultados obtenidos podemos concluir que el método más eficiente para la detección de la bacteria *Xanthomonas campestris pv. vesicatoria* en semilla de tomate, fue el Tween B.

## LITERATURA CITADA

- Bouzar, H., Jones, J. B., Stall, R. E., Hodge, N. C., Minsavage, G. V., Benedict, A. A. and Alvarez A. M. 1994. Physiological, chemical, serological, and pathogenic analyses of a worldwide collection of *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* Strains. *Phytopathology* 84: 663-671. United States of America.
- Bringas, G. L. 1995. Panorama del cultivo del tomate. *Productores de hortalizas*. Vol. X. pp 10-11.
- Cox, R. S. 1966. The role of bacterial spot in tomato production in south Florida. *Plant Disease Reporter*. 50: 699-700. United States of America.
- Gitaitis, R. D., Sasser, M. J., Beaver, R. W., McInnes, T. B., and Stall, R. E. 1987. Pectolytic *Xanthomonads* in mixed infections with *Pseudomonas syringae* pv. *syringae*, *P. syringae* pv. *tomato*, and *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* in tomato and pepper transplants. *Phytopathology* 77: 611-615. United States of America.
- Gitaitis, R., McCarter, S., and Jones, J. 1992. Disease control in tomato transplants produced in Georgia and Florida. *Plant Disease* 76: 651-656. United States of America.
- Kado, C. I., and Heskett, M. G. 1970. Selective media for isolation of *Agrobacterium*, *Corynebacterium*, *Erwinia*, *Pseudomonas* and *Xanthomonas*. *Phytopathology* 60:969-976. United States of America.
- McGuire, R. G., Jones, J. B., and Sasser, M. 1986. Tween Media for the semiselective isolation of *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* from soil and plant material. *Plant Disease* 70: 887-891. United States of America.

- Peterson, G. H. 1963. Survival of *Xanthomonas vesicatoria* in soil and diseased tomato plants. *Phytopathology* 53: 765-767. United States of America.
- Poplawsky, A. R. and Chun, W. 1995. Strains of *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* with atypical pigmentation Isolated from commercial crucifer seeds. *Plant Disease* 79: 1021-1024. United States of America.
- Randhawa, P. 1996. Theory and principals seedborne bacteria and their detection. II Curso Internacional "Métodos para la detección de patógenos en semillas". 21-28 junio. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Schaad, N. W. 1994. Laboratory guide for Identification of plant pathogenic bacteria. 2nd Edition. APS Press. Minnesota, United States of América. 176 p.
- Sijam, K., Chang, C. J., and Gitaitis, R. D. 1991. An Agar Medium for the isolation and identification of *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* from seed. *Phytopathology* 81: 831-834. United States of America.
- Stall, R. E., Hall, C. B., and Cook, A. A. 1972. Relationship of ammonia to necrosis of pepper leaf tissue during colonization by *Xanthomonas vesicatoria*. *Phytopathology* 62:882-886. United States of America.



# **RETENCIÓN DE HUMEDAD EN HOJAS SEPARADAS DE LA PLANTA DE CÁRTAMO**

Sathyanarayanaiah Kuruvadi<sup>1</sup>, Alberto Madueño Molina<sup>2</sup>, Alfonso López Benitez<sup>1</sup> y Edgar Guzmán Medrano<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Profesores investigadores del Departamento de Fitomejoramiento. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

<sup>2</sup> Tesista de maestría de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

## RESUMEN

La estimación de humedad retenida en las hojas cortadas es una técnica útil para clasificar variedades en los cultivos según su grado de resistencia a sequía. En esta investigación se evaluaron 16 variedades de cártamo por la capacidad de retención de humedad en las hojas cortadas, para estimar la heredabilidad en sentido amplio y calcular correlaciones fenotípicas.

Se sembró semilla de cada genotipo en bolsas de polietileno de color negro de 120 cm de longitud y 30 cm de diámetro. Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con tres repeticiones. La parcela experimental comprendió una bolsa con dos plantas por tratamiento y repetición. Cuarenta y cinco días después del crecimiento se cortaron cinco hojas por planta. Se tomaron peso fresco de las hojas. Posteriormente, las hojas se colocaron en un cuarto de secado, sobre una mesa, a una temperatura alrededor de 20 a 22°C. Se tomó el peso de las hojas a las 24 y 48 horas, y finalmente el peso seco constante, después de colocarlas en un horno a 70°C, durante 24 horas.

El análisis de varianza indicó diferencias altamente significativas para peso fresco y seco de vástago, contenido de humedad inicial en las hojas, humedad a las 24 y 48 horas, después secado de las hojas, lo que reveló una variabilidad considerable entre los genotipos estudiados. El peso seco de vástagos varió entre 18.8 y 26.9 g por planta, con un promedio de 23.1 g. Los genotipos Alhuey, Kino 76 y Gila produjeron más materia seca por planta. Las hojas de las variedades Noroeste-VF84, CVF36, Washington, Saffola 208, Humaya 65, Río 70 y Jerusalén CM 1136 perdieron alrededor de 98 % de

humedad a las 48 horas después de cortados. Las variedades Kino 76, Egipto CM 1239, Gila, Aceitera y Pakistán CM 799 retuvieron mayor porcentaje de humedad y mostraron resistencia a transpiración. La heredabilidad en sentido amplio varió entre 70.6 y 96.7 % para todas las características estudiadas.

**Palabras clave:** *Carthamus tinctorus*, peso seco, resistencia a transpiración, heredabilidad y correlaciones.

## **ABSTRACT**

The estimation of retained moisture in the cut leaves of a culture is a useful technique to classify the varieties according to its degree of resistance to drought. In this research 16 varieties of carthamus were assayed for its capacity of moisture retention in the cut leaves, considering the inheritability in an ample sense, and to evaluate phenotypical correlations.

One seed of each genotype was sowed in a black polyethylene bag 120 cm in length and 30 cm of diameter. An experimental design of random blocks with three replications was applied. The experimental parcel included a bag with two plants per treatment and replication. Forty five days after growth five leaves per plant were cut. The fresh weight from the leaves was recorded. Later, the leaves were placed in a drying room, on a table, to a temperature of about 20 to 22°C. the leaves weight was recorded after 24 and 48 hours, and finally the constant dry weight, after placing them in a furnace to 70°C, for 24 hours.

The variance analysis showed highly significant differences for fresh and dry sprout weight, initial moisture content in the leaves, humidity after 24 and 48 hours, after drying of the leaves, revealing a considerable variability between the studied genotypes. The dry weight of the sprouts varied between 18,8 and 26,9 g per plant, with an average of 23,1 g. Genotypes Alhuey, Kino 76 and Gila produced more dry matter per plant. The leaves of the varieties Noroeste-VF84, CVF36, Washington, Saffola 208, Humaya 65, 70 River and Jerusalem CM 1136 lost around 98 % of moisture after 48 hours after cut. The varieties Kino 76, Egypt CM 1239, Gila, Aceitera and Pakistan CM 799 retained a greater percentage of moisture and showed resistance to transpiration. The heritability in an ample sense varied between 70,6 and 96,7 % for all the studied traits.

**Key words:** *Carthamus tinctorus*, dry weight, resistance to transpiration,

## INTRODUCCIÓN

Para desarrollar variedades con alto rendimiento bajo condiciones de temporal, el fitomejorador necesita conocimientos precisos sobre distribución de precipitación, temperaturas, conservación de agua y suelo, variabilidad de los recursos genéticos con respecto a sequía, características de planta que contribuyen a resistencia a sequía, mejoramiento genético de los cultivos, un paquete tecnológico para cada cultivo bajo temporal (Kuruvadi, 1988).

En la literatura se citan diversas técnicas para identificar variedades resistentes a sequía, entre las que se encuentran la de humedad retenida en las hojas cortadas. Kuruvadi

(1988) indicó algunos métodos para clasificar variedades por su grado de resistencia a sequía, a saber: evaluación del rendimiento de genotipos en campo, bajo temporal; medición de la tasa de fotosíntesis, densidad, tamaño y comportamiento de los estomas, del agua retenida en las hojas cortadas y de su temperatura; potencial hídrico en los tejidos de la planta, porcentaje de germinación de las semillas en diferentes presiones osmóticas en manitol; evaluación por contenido de proteína, betaína, ácido abscísico, agua fisiológica, proteínas, azúcares y actividad de enzimas; estudio del potencial y modelo del crecimiento del sistema radicular, presencia de cutina, pubescencia, enrollamiento de las hojas, área foliar y factor de recuperación, después de que las plantas están sin riego en diferentes etapas.

Specht y Williams (1978) consideran que las técnicas desarrolladas por los fisiólogos para la identificación y selección de genotipos de soya tolerantes a sequía y calor, tienen poca utilidad para los fitomejoradores, debido al reducido número de genotipos que se pueden evaluar las técnicas descritas, Ellos piensan que el verdadero reto es desarrollar métodos empíricos que complementen los de los fisiólogos, de manera que permitan al fitomejorador aplicar la presión necesaria de selección, para identificar genotipos tolerantes y susceptibles.

Varios investigadores (Salim *et al.*, 1969; Dedio, 1975; Kirkham *et al.*, 1980; Clarke y Townley Smith, 1986 y Kuruvadi, 1988) coincidieron en que los resultados obtenidos al medir el agua retenida en hojas cortadas, es una excelente, consistente y rápida técnica para estimar resistencia a sequía. Sin embargo, debe tenerse precaución con la humedad relativa en el ambiente de prueba.

En esta investigación se utilizaron 16 variedades de cártamo con el objetivo de

estudiar la variabilidad para la capacidad de retención de agua en hojas cortadas, estimar la heredabilidad en sentido amplio y correlaciones fenotípicas de diferentes características agronómicas.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Este experimento fue realizado en los laboratorios e invernaderos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila, México, durante febrero a mayo de 1990.

En este estudio se seleccionaron 16 variedades de cártamo con una amplia base de genética para diferentes características agronómicas. Los recursos genéticos se constituyeron por variedades de diferentes países tal como: México, Estados Unidos, Israel, Pakistán y Egipto. Los genotipos que se evaluaron fueron: Kino 76, Alhuey, Noreste VF84, CVF 36, N 4055, Washington, Egipto CM-1239, Humaya, Río 70, Aceitera, Saffire, Jerusalén CM 1136, Pakistán CM 799, además de los tres testigos siguientes: Gila, Mante 81 y Sabbola 208. Estos genotipos poseen una variabilidad considerable para diferentes características agronómicas y contienen una gran diversidad genética debido a su origen diverso.

Para estudiar humedad retenida en las hojas cortadas, se utilizaron bolsas de polietileno de color negro de 120 cm de longitud y 30 cm de diámetro. Las bolsas se llenaron con una mezcla de suelo formado por dos partes de tierra de bosque y una de arena. La mezcla se cribó y esterilizó con bromuro de metilo. El suelo se compactó dentro de

la bolsa, para simular la dureza del suelo en campo.

Se sembraron seis semillas en cada bolsa. Una vez establecidas las plántulas, se seleccionaron las dos más vigorosas para su estudio; el resto se eliminó. Se usó un diseño estadístico de bloques al azar con tres repeticiones. La parcela experimental comprendió una bolsa con dos plantas por cada tratamiento y repetición. Cuarenta y cinco días después de la siembra de cada planta individual se cortaron cinco hojas localizadas en la rama intermedia de la planta para constituir una muestra de diez hojas por genotipo y repetición. Las muestras fueron trasladadas al laboratorio donde se les tomó el peso fresco. Luego se dejaron en un cuarto de secado, sobre la mesa, a una temperatura de alrededor de 20 a 20°C. Subsecuentemente se les tomó el peso a las 24 y 48 horas después del secado, para medir, a través de transpiración, la retención o pérdida de humedad en las hojas. Posteriormente se les colocó en una estufa a 70°C durante 24 horas, hasta obtener el peso seco constante de las hojas.

Los porcentajes de agua retenida y perdida por las hojas se calcularon por diferencias del peso. Cuando más del 50% de las plantas poseían al menos una flor abierta, se les cortó el vástago al ras del suelo y se les tomó el peso fresco. Se colocó el vástago de cada tratamiento sobre charolas de aluminio y se introdujeron a una estufa con temperatura de 70°C, durante 24 horas, después del cual se les tomó el peso seco. Los promedios de las características peso fresco y seco de vástago, humedad inicial en las hojas, peso seco de las hojas y humedad retenida después de 24 y 28 horas, se utilizaron para calcular análisis de varianza, heredabilidad en sentido amplio y correlaciones fenotípicas.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Generalmente el contenido de agua en las plantas se mide como potencial hídrico con el psicrómetro de termopar o la técnica de la cámara de presión de Scholander. Dada la dificultad de medir el potencial de humedad existente en las diversas partes de la planta, el contenido relativo de agua en la hoja es un índice primario del estatus de agua en los cultivos; por lo tanto, en este estudio se utilizaron métodos indirectos para medir el contenido de humedad a través de la metodología de hojas cortadas, cuyo procedimiento es sencillo, económico, rápido y preciso (Kuruvadi, 1987).

El análisis de varianza para agua retenida en hojas cortadas de cártamo (Cuadro 1) mostró diferencias altamente significativas para peso fresco y seco de vástago, contenido de humedad inicial, humedad a las 24 y 48 horas, así como para peso seco de la hoja pues revela que existe una variabilidad considerable para retención de humedad en los recursos genéticos estudiados, y que entre los genotipos estudiados, es factible identificar variedades con capacidad de alta retención de agua,

El peso seco del vástago es un indicador de la fotosíntesis total de la planta, acumulado en diferentes partes de la planta, desde la germinación de la semilla hasta la cosecha de los genotipos, y en este caso hasta la floración. Es decir, que el peso seco del vástago es el rendimiento de la planta en ausencia de cosecha económica. La variación para peso seco de vástago varió entre 18.8 a 26.9 g por planta, con un promedio de 23.1 g. La variedad Alhuey manifestó máximo rendimiento de peso seco de vástago con 26.9 g, le siguieron la Kino 76 (26.8 g) y la Gila (25.3 g); estas variedades fueron sobresalientes, en comparación con los genotipos restantes.

**Cuadro 1. Análisis de varianza para humedad retenida en las hojas cortadas y otras características en cártamo.**

Fuente de variación	Grados de libertad	Peso fresco de vástago	Peso seco de vástago	Humedad inicial en hojas	Peso seco de la hoja	Humedad retenida en las hojas	
						24h	48h
Bloques	2	11.928	3.600	0.054	0.001	0.010	0.000003
Tratamiento	15	90.999**	15.574**	0.308**	0.044**	0.044**	0.001**
Error	30	16.221	6.929	0.051	0.013	0.013	0.00013

**Cuadro 2. Porcentaje de humedad retenida en las hojas cortadas y otras características en cártamo.**

Genotipo	Peso fresco de vástago	Peso seco de vástago	Humedad inicial en hojas	Peso seco de la hoja	Humedad retenida en las hojas (%)	
	(g)	(g)	(g)	(g)	24h	48h
Kino 76	68.2	26.8	0.57	0.35	13.6	5.3
Gila	53.9	25.3	0.70	0.44	19.6	6.1
Alhuey	68.1	26.9	0.87	0.29	9.5	3.5
Noroeste VF84	54.5	18.9	0.92	0.26	5.8	1.8
Mante 81	64.4	22.4	0.98	0.38	24.8	6.4
CVF 36	54.2	22.5	0.62	0.20	15.6	4.4
N4055 (14-21)	63.8	24.3	0.83	0.36	10.0	3.3
Washington	61.6	23.1	0.59	0.33	9.0	2.9
Egipto CM1239	53.8	23.5	1.08	0.44	28.4	6.5
Saffola 208	62.6	22.5	1.02	0.38	17.9	2.9
Humaya 65	62.2	21.1	0.74	0.32	6.7	4.0
Río 70	60.7	24.4	1.10	0.43	17.5	2.7
Aceitera	54.9	22.4	0.75	0.37	11.6	3.6
Saffire	53.9	18.8	0.81	0.33	11.2	2.1
Jerusalem cm 1136	64.5	23.0	1.92	0.51	26.7	1.9
Pakistán cm 799	67.4	23.3	0.81	0.31	16.9	4.1

Los porcentajes de humedad retenida en hojas cortadas en diferentes períodos de tiempo, se presentan en el cuadro 2. El contenido de humedad inicial fluctuó entre 0.57 y 1.92 g, y en este rubro, las variedades más sobresalientes fueron: Jerusalén CM 1136 (1,92 g), Río 70 (1.1 g), Egipto CM 1239 (1.08 g) y Saffola 208 (1.02 g). Estas cuatro variedades mostraron los niveles más altos de humedad en comparación con el resto. Después de 24 horas del corte, los materiales que más perdieron agua fueron: Noroeste-VF84, Alhuey, Humaya-65 y Washington con un desperdicio que osciló entre el 91 y 94.2% del contenido inicial de humedad. Mientras que los genotipos más sobresalientes respecto a la retención de humedad a las 24 horas después del corte fueron: Egipto CM 1239 (28.4%), Jerusalén CM 1136 (26.7%), Mante 81 (24.8%) y Gila (19.6%).

Un examen del agua retenida en las hojas después de 48 horas reveló que los genotipos Egipto CM 1239, Gila, Aceitera y Pakistán CM 799, pierden humedad lentamente, en comparación con los restantes materiales estudiados. Estos recursos genéticos poseen algunos mecanismos en los tejidos del mesófilo de las hojas, que les permiten retener una mayor cantidad de humedad. Las variedades Noroeste-VF84, CVF-36, Washington, Saffola-208, Humaya-65, Río-70 y Jerusalén CM 1136 perdieron más humedad; alrededor del 95% del contenido inicial.

Las variedades Kino-76 y Egipto CM-1239 fueron clasificadas como resistentes a la tasa de transpiración, mientras que Gila, Aceitera y Pakistán CM-799 y CVF-36 se consideraron moderadamente resistentes. Estas variedades con poca transpiración pueden evitar o posponer los efectos de sequía. Kuruvadi (1987) explica que la resistencia de algunas variedades a la tasa de transpiración se debe a las características y comportamiento

de los estomas y, probablemente, estas variedades cerraron sus ostiolas, por lo que perdieron poca humedad, mientras que las restantes perdieron mayor cantidad de humedad y no demostraron resistencia a la transpiración, porque los estomas estuvieron abiertos durante intervalos más largos que las variedades resistentes.

Generalmente, la retención de humedad en las hojas depende de la constitución genética del genotipo, tamaño de la hoja, comportamiento de los tejidos de la hoja, características del protoplasma, pared celular, epidermis de la hoja, temperatura, humedad y luz ambientales, y de las características de absorción de agua del sistema radical, así como de la humedad disponible en el suelo (Kirkham *et al.*, 1980 y Clarke y Townley-Smith, 1986).

Kuruvadi *et al.* (1987) evaluaron 20 genotipos de frijol para estudiar la capacidad de retención de agua en hojas cortadas, y se identificaron seis variedades: Navidad 1165, Agramejo, Ciateño, LEF-3-RB, Pinto Americano y Azabache, que retuvieron mayor cantidad de agua.

Kirkham *et al.* (1980) estudiaron la retención de agua en las hojas cortadas de trigo y encontraron una relación directa entre el área foliar y la pérdida de agua en las hojas cortadas. Demostraron que los genotipos con hojas grandes perdieron más humedad que aquéllos con hojas pequeñas. Dedio (1975) reportó que las hojas cortadas de la variedad Pelissier fueron capaces de retener más agua, en comparación con seis cultivares de trigo, de tres semanas de edad. Pelissier y Pitic 62, fueron significativamente mejores, en cuanto a retención de agua, que las variedades Koga, Glenlea y Mamitow. Asimismo, el estudio de herencia del carácter retención de humedad en la cruce Pitic 62 X ACEF 125 y su población

de F1 y F2 reportó que la retención de agua es simplemente heredada, y la heredabilidad de retención de humedad fue condicionada por genes dominantes.

Existen numerosos métodos indirectos para caracterizar el contenido de humedad en las hojas, tales como: cambio de color de la hoja y síntomas de marchitez, enrollamiento, temperatura y grosor de las hojas, tasa fotosintética y permeabilidad de la hoja y contenido de humedad en las hojas cortadas (Blum, 1979, Kirkham *et al.*, 1980, Turner, 1986, y Clarke y Townley-Smith, 1986). El enrollamiento de la hoja es una metodología rápida, no destructiva y muy precisa para estimar el potencial hídrico, pero puede variar con el grado de ajuste osmótico (Turner, 1986). El enrollamiento de la hoja se correlacionó con el estatus de agua de la hoja en plantas monocotiledóneas (Beggs, 1980) y en tabaco (Turner, 1979), pero su utilidad como una técnica todavía no se ha aprobado.

Los parámetros genéticos para agua retenida en hojas cortadas se presentan en el cuadro 3. La heredabilidad en sentido amplio, manifestó valores muy altos de 96.67, 94.64, 83.45 y 70.55 % para las variables: humedad retenida a las 48 h, peso seco de la hoja, humedad inicial y humedad retenida a las 24 h después del corte de las hojas, respectivamente. Estos resultados señalan que la selección para retención de humedad es muy efectiva en un programa de mejoramiento para resistencia a sequía en cártamo.

Clarke y Townley-Smith (1986) estimaron la heredabilidad de la capacidad de retención de humedad de hojas cortadas y su relación con rendimiento en ocho cruza de trigo duro (*Triticum turgidum* L. var. *durum*). La heredabilidad del contenido inicial de agua tuvo un rango de 8 a 61 % para  $F_4/F_6$  y de 15 a 41 % en  $F_6/F_8$ , mientras que para agua retenida osciló entre 11 y 49 % en  $F_4/F_6$  y de 10 a 38 % para  $F_6/F_8$ ; en dos de las cruza

la correlación de rendimiento con agua retenida, fue negativa en ambientes de bajo estrés de agua, pero positiva en los casos de alto estrés. En general, la capacidad de retención tuvo una tendencia positiva o neutral en su relación con rendimiento a pesar de los ambientes.

**Cuadro 3. Parámetros genéticos para agua retenida en hojas cortadas de cartamo después de diferentes períodos de tiempo.**

Características	Varianza error	Varianza genotípica	Varianza fenotípica	Heredabilidad amplia (%)
Humedad inicial	0.051	0.086	0.103	83.45
Humedad después de 24 horas	0.013	0.010	0.015	70.55
Humedad después de 48 horas	0.0001	0.0003	0.0003	96.67
Peso seco de la hoja	0.001	0.005	0.006	94.64

En este estudio se detectaron correlaciones positivas y significativas de peso fresco de vástago, con peso seco de vástago ( $r=0.6$ ) de la planta. Esto demuestra que al aumentar la producción de peso fresco de vástago, también se incrementa en el peso seco de vástago. En las hojas cortadas después de 24 y 48 horas, no se encontraron correlaciones entre humedad retenida con otras características.

## CONCLUSIONES

- Existe variabilidad considerable para peso fresco y seco de vástago, contenido de humedad inicial, humedad a las 24 y 48 h después del corte de las hojas.
- Los genotipos Kino 76, Egipto CM1239, Gila, Aceitera, CVF-36 y Pakistán CM799 retuvieron mayor porcentaje de humedad y mostraron resistencia a transpiración.
- La heredabilidad, en sentido amplio, varió entre 70.6 y 96.7% para todas las características estudiadas.

## LITERATURA CITADA

- Beggs, J. E. 1980. Adaptation of plants to water and high temperature stress. In. N.C. Turner and P.J. Kramer. Eds. Wiley, New York. pp 33-42.
- Blum, A. 1979. Genetic improvement of drought resistance in crop plants. A case for sorghum. Stress Physiology in crop plants. In: Harry Musell. De. John Wiley, New York. pp 429-445.
- Clarke, J. M. and T. F. Townly-Smith. 1986. Heritability and relationship to yield of excised leaf water retention in durum wheat. *Crop Sci.* 25: 289-292.
- Dedio, w. 1975. Water relations in wheat leaves as screening tests for drought resistance. *Can. J. Plant Sci.* 55: 369-378.
- Kirkham, M. B., E. L. Smith, C. Dhanasobhon, and T. I. Drake. 1980. Resistance to water loss

- of winter wheat flag leaves. Cereal Research Communication. 8(2): 393-399.
- Kuruvadi, S. 1987. Retención de agua en hojas cortadas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Folleto de Divulgación 1(2): 1-10.
- Kuruvadi, S. 1988. Características de planta que contribuyen a la mejor adaptación de los cultivos a regiones semidesérticas. Folleto de Divulgación. 11 (4): 1-17.
- Salim, M. H., G. W. Todd and C.A. Stutte. 1969. Evaluation of techniques for measuring drought avoidance in cereal seedlings. Agron. J. 1: 182-185.
- Specht, J. E. and J. H. Williams. 1978. Testing soybean for heat and drought tolerance. Eight Soybean Seed Research Conference. pp. 17-31.
- Turner, N.C. 1979. Drought resistance and adaptation to water deficits in crop plants. stress physiology in crop plants. In: Harry Mussell. De. John Wiley. New York. pp. 344-372.
- Turner, N.C. 1986. Crop water deficits: a decade of progress. Adv. in Agron. 39: 1-48.



**EFFECTO DE ALTURA DE PLANTA, DÍAS A FLORACIÓN Y DÍAS  
A MADUREZ SOBRE LA ESTRUCTURA DEL RENDIMIENTO  
DE GRANO EN TRIGO MACARRONERO**

Sergio Cortez Gamboa<sup>1</sup>  
Gaspar Martínez Zambrano<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Alumno de maestría del Departamento de Fitomejoramiento de la UAAAN.

<sup>2</sup>Profesor investigador del Departamento de Fitomejoramiento de la UAAAN

## RESUMEN

Con el objetivo de estudiar el efecto de la altura de la planta y la duración de las etapas vegetativas y reproductiva sobre la composición del rendimiento de grano del trigo macarronero (*Triticum turgidum* L. var. *turgidum*), se evaluaron cuatro grupos de líneas contrastantes en altura y precocidad: bajo precoz, bajo tardío, alto precoz y alto tardío. La investigación se realizó en campo para evaluar la relación de los caracteres: peso hectolítrico, peso de mil granos, altura de planta, días a floración y días a floración con el rendimiento, mediante análisis de varianza, el análisis de correlación y el de coeficientes de sendero. Los resultados revelaron que los grupos precoces acumularon un mayor rendimiento de grano, en comparación a los grupos tardíos, y que no hubo diferencia entre los grupos de altura. Por otro lado, las variables altura de planta, días a floración y madurez, peso hectolítrico y peso de mil granos, se correlacionaron con el rendimiento en forma positiva y significativa; sin embargo, su descomposición analítica a través de coeficientes de sendero mostraron que las variables peso hectolítrico, peso de mil granos y días a floración fueron las que más contribuyeron al rendimiento de grano en los grupos bajo precoz, bajo tardío y alto tardío. En general, las variables que aportaron más al rendimiento de grano en la mayoría de los grupos evaluados fueron peso hectolítrico y peso de mil granos.

**Palabras clave:** *Triticum turgidum* L. var. *turgidum*, coeficientes de sendero precocidad peso hectolítrico, peso de mil granos.

## ABSTRACT

With the aim of studying the effect of plant height and the duration of the vegetative and reproductive stages on the composition of the grain yield of the macaroon wheat (*Triticum turgidum* L var. *turgidum*), four groups of lines contrasting in height and precocity were evaluated under precocious, tardy, highly precocious and highly tardy. A field assay was made to evaluate the relation of the characters: hectoliter weight, weight of one thousand grains, plant height, days to flowering and days to flowering with the yield, by means of an analysis of variance, the correlation analysis, and the path coefficients. The results revealed that the precocious groups accumulated a greater grain yield, in comparison to the tardy groups and that there was no difference between the height groups. On the other hand the variables height of plant, days to flowering and maturity, hectoliter weight and weight of one thousand grains, were correlated with the yield in a positive and significant way; nevertheless, their analytical decomposition through coefficients of variable path showed that the hectoliter weight, weight of one thousand grains and days to flowering, were those that contributed the most to the grain yield in the groups under precocious, tardy and highly tardy. In general, the variables that contributed the most to the grain yield in most of the evaluated groups were hectoliter weight and weight of one thousand grains.

**Key words:** *Triticum turgidum* L var. *turgidum*, path coefficients of precocity hectoliter weight, weight of one thousand grains.

## INTRODUCCIÓN

El rendimiento de grano es el objetivo principal en el mejoramiento del trigo, sin embargo, este carácter es el resultado de la contribución de varios atributos de la planta, los cuales bajo ciertas condiciones agroecológicas, determinan su composición o estructura fenotípica en términos de sus caracteres componentes (Rahman *et al.*, 1977), por lo que al hablar del rendimiento, es necesario también hacerlo de sus componentes y de las correlaciones fenotípicas y genotípicas que entre éstos se establecen como resultado de los efectos que ejercen los atributos morfofisiológicos particulares de la variedad en respuesta a las condiciones agroecológicas bajo las cuales se desarrolla (Blaha and Balzac, 1983).

En general, un mayor rendimiento de grano frecuentemente se asocia con plantas más altas y/o más tardías, o con período de llenado de grano más prolongado (Getachew *et al.* 1991; Jan-Orn *et al.*, 1976); sin embargo, desde el punto de vista teórico, es lógico suponer que el rendimiento en trigo tiene como componentes primarios al número de espigas por metro cuadrado, los granos por espiga y el peso del grano (Rascio *et al.*, 1984); pero cuando las condiciones de cultivo se alejan del óptimo, el rendimiento sufre un abatimiento a través de la modificación no compensatoria de sus componentes primarios, cuyo efecto está fuertemente correlacionado con algunos caracteres morfológicos y procesos fisiológicos, tales como la altura de la planta, la precocidad y la duración del período de llenado del grano (Amin *et al.*, 1990; Guzhov y Komar, 1982).

Por lo anterior, se planteó realizar una investigación con el propósito de estudiar el efecto de la altura de la planta y la duración de los períodos a floración y madurez, sobre

la estructura fenotípica del rendimiento de grano, considerando la hipótesis de que la estructura fenotípica del rendimiento de grano de trigo tiene un comportamiento similar, en cuanto a rendimiento ocasionado por la altura de la planta, los días a la floración y los días a la madurez

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Este trabajo se realizó en las localidades de Celaya Gto., Zaragoza, Coah., y en la sede de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, la cual se encuentra localizada a 25° 22' 41" latitud Norte, a una longitud Oeste de 101° 03' 00" y a una altitud de 1,743 m.s.n.m. Las temperaturas mínimas van de -2.5 a -10 °C; las más altas, de 26.4 a 30 °C, con una temperatura media anual de 19.8 °C. La precipitación promedio anual es de 350 a 400 mm; los meses más lluviosos son julio, agosto y septiembre. El foto período medio anual es de 11.99 hr.

Se utilizaron 21 líneas de trigos macarronero, las cuales se agruparon en tres categorías a partir de su longitud del ciclo y altura de planta; además, se incluyó un grupo testigo con cuatro variedades, según se muestra en el cuadro 1.

El experimento se estableció en campo, en la sede de la UAAAN, el 15 de febrero de 1996, y subsecuentemente en las otras dos localidades, en un período menor a 15 días.

El experimento consistió en una parcela para cada material, con cuatro surcos de tres metros de largo, a 30 cm entre ellos, tanto para Buenavista, Coah., como para Zaragoza Coah.; en cambio para Celaya, Gto. fue de cuatro surcos de tres metros de largo, a 20 cm.

**Cuadro 1. Grupos evaluados con su respectivo número de líneas.**

Grupos	Líneas por grupo	Descripción de las líneas
Bajo Precoz (BP)	seis	Andur94-7, Andur94-20, Andur94-78, Andur94-83, Andur94-88, Andur94-92.
Bajo Tardío (BT)	seis	Andur94-8, Andur94-11, Andur94-33, Andur94-70, Andur94-71, Andur94-115.
Alto Precoz (AP)	seis	Andur94-170, Andur94-174, Andur94-190, Andur94-198, Andur94-201, Andur94-222.
Alto Tardío (AT)	tres	Monroe, MRA, Buck Cristal
Testigo	cuatro	Altar 84, Aconchi 89, Yavaros 79, Mexicali 75

Los datos evaluados fueron: rendimiento de grano (RG), altura de planta (AP), días a floración (DF), días a madurez (DM), peso hectolítrico (PHL) y peso de 1000 granos (PMG).

El diseño experimental utilizado fue en parcelas divididas, desbalanceado en bloques completos al azar con tres repeticiones.

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + E_{ij}$$

donde

$Y_{ij}$  = Es la variable respuesta

$\mu$  = Media poblacional

$\tau_i$  = efecto de i-esimo tratamiento

$E_{ij}$  = Error experimental (Steel y Torrie 1993)

Se realizaron los análisis de varianza, por localidad, para las variable altura de planta, días a madurez, días a floración, rendimiento de grano, peso hectolítrico y peso de mil granos y combinado, a fin de establecer diferencias entre los grupos de líneas. Además se hizo un análisis de coeficientes de sendero (Wright, 1923), para establecer cómo se integra el rendimiento en cada uno de los grupos de líneas, como una función de sus atributos contrastantes de altura, de duración del período a floración y de madurez.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los análisis de varianza para la localidad de Celaya (Cuadro 2), mostraron que hubo diferencias entre grupos para altura de planta y rendimiento. Igualmente hubo diferencias entre variedades dentro de grupos para estas mismas variables. Por otro lado, se aprecia que no hubo diferencias significativas entre grupos y var. (grupo) para días a floración y madurez; es decir, que son similares entre sí y, espigaron en fechas similares, en cada localidad..

**Cuadro 2. Cuadrados medios del análisis de varianza individual, de los grupos de líneas evaluados en la localidad de Celaya, Gto.**

F.V.	gl.	Altura de planta	Días a floración	Días a madurez	Rendimiento
Rep	2	42.57	1.01	0.37	1.17
Grupo	4	6483.32 **	1.84 NS	1.63 NS	1.44 **
Var(Gpo)	20	163.51 **	1.71 NS	0.60 NS	0.89 **
Error	48	14.33	2.06	1.15	0.04
C.V %		4.16	1.94	0.76	8.71

\*\* significativo al 0.01 de probabilidad

El análisis de las diferencias entre las medias de los grupo mostró que, efectivamente, los grupos altos (AP y AT) tuvieron mayor altura que los grupos bajos (BP y BT), según lo muestra el cuadro 3; sin embargo, esta separación de grupos no ocurrió para los caracteres componentes de la precocidad (DF y DM). El grupo de variedades testigo mostró una altura intermedia entre los grupos altos y bajos; en cambio para días a floración y días a madurez, fue similar a los grupos precoces y tardíos.

Para rendimiento de grano, los grupos bajos (BP y BT) mostraron tendencia a rendir menos que los grupos altos, mientras que los precoces, a rendir más que los tardíos aunque, como se estableció anteriormente, no fue posible notar diferencias entre los grupos precoces y tardíos con base a los días a floración y madurez.

Estos resultados de la localidad de Celaya, establecen contradicción con lo encontrado en la literatura científica, en el sentido de que plantas más altas y/o más tardías producen mayor rendimiento (Jan-Orn *et al.*, 1976).

**Cuadro 3. Media general y de grupos de líneas evaluados en la localidad de Celaya, Gto.**

Clase	A. Planta	D. Floración	D. Madurez	Ren. (ton/ha)
Gpo1 (BP)	77.66 cd	74.11 a	140.55 a	3.13 ab
Gpo2 (BT)	76.27 d	73.444 a	140.33 a	3.136 ab
Gpo3 (AP)	106.05 b	73.77 a	140.66 a	3.70 a
Gpo4 (AT)	129.88 a	74.44 a	141.33 a	3.07 b
Gpo5 (Test)	81.25 c	74.00 a	140.83 a	3.65 ab
Media Gral.	90.98	73.89	140.66	3.34
DSH <sub>0.05</sub>	4.07	1.54	1.15	0.58

<sup>1</sup> Medias con la misma letra dentro de columnas, son iguales al 0.05 de probabilidad

En el cuadro 4 se presentan los cuadrados medios de los caracteres evaluados en la localidad de Zaragoza Coah.; en él se muestra que hubo diferencias entre grupos para peso de mil granos, altura de planta y rendimiento de grano; pero no así para peso hectolítrico. En tanto que para var. (grupo), no hubo diferencias significativas, salvo para altura de planta.

**Cuadro 4. Cuadrados medios del análisis de varianza individual de los grupos de líneas evaluados en la localidad de Zaragoza, Coah.**

F. V.	gl	Peso hectolítrico (kg/hl)	Peso de mil granos	Altura de planta	Rendimiento
Repeticiones	2	3.354	14.653	161.333	0.0151
Grupos	4	3.536 NS	121.471 **	829.041 **	1.193 **
Var(Gpo)	20	7.271 **	37.908 **	51.458NS	0.456 **
Error	48	2.655	8.542	92.930	0.164
CV (%)		2.17	7.28	13.05	14.42

\*, \*\* significativo al 0.01 y 0.05 de probabilidad

Las pruebas de medias de grupos mostró en esta localidad, igual que en la de Celaya, que los grupos altos en efecto son de mayor altura que los clasificados como bajos y que este carácter tuvo un efecto marcado sobre el rendimiento. Aun cuando no fue posible obtener datos confiables de los días a floración y a madurez en esta localidad, y por consiguiente establecer diferencias entre los grupos precoces y tardíos, en el cuadro 5 se observa que los grupos contrastantes en precocidad, rindieron sensiblemente igual; en cambio,

los grupos de bajo porte mostraron rendimiento superior a los altos. Este mayor rendimiento de los grupos bajos probablemente se pueda atribuir a una mayor densidad del grano, ya que las medias del peso de mil granos mostraron que los grupos bajos tienen una densidad menor que los altos.

**Cuadro 5. Media general y de grupos de líneas evaluados en la localidad de Zaragoza, Coah.**

Clases	Peso hectolítrico (kg/hl)	Peso de mil granos	Altura de planta	Rendimiento (ton/ha)
Grupo 1 (BP)	75.13 a <sup>1</sup>	38.94 b	69.16 b	2.95 a
Grupo 2 (BT)	74.46 a	37.66 b	70.27 b	3.05 a
Grupo 3 (AP)	75.63 a	43.66 a	75.83 b	2.62 ab
Grupo 4 (AT)	74.95 a	43.11 a	90.55 a	2.28 ab
Grupo 5 (Test.)	74.65 a	38.16 b	70.83 b	2.92 a
Media general	74.99	40.14	73.88	2.81
DSH <sub>0.05</sub>	1.75	3.14	10.38	0.43

<sup>1</sup> medias con la misma letra dentro de columnas, son iguales al 0.05 de probabilidad

En el cuadro 6 se pueden apreciar los cuadrados medios de los caracteres evaluados en la localidad de Buenavista; en él se observan diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de líneas para todas los caracteres; diferencias que se observan también entre variedades dentro de grupos, excepto para rendimiento.

**Cuadro 6. Cuadros medios del análisis de varianza individual de los grupos de líneas evaluados en la localidad de Buenavista, Coah.**

F.V	gl	Peso Hectolítrico	Peso de Mil Granos	Días a Floración	Altura de Planta	Días a Madurez	Rendimiento
Rep.	2	13.67	52.34	86.72	348.44	16.90	0.003
Grupos	4	46.91 **	118.94 **	190.06 **	1701.78 **	19.66 **	0.19 *
Var(Gpo)	22	20.19 **	33.35 **	62.30 **	230.75 **	12.48 **	0.07 NS
Error	121	5.39	14.55	10.50	60.91	5.39	0.07
CV(%)		3.19	10.95	3.69	11.91	1.95	18.37

\*\*12.48 \*\* 5.391.95 0.0030.19 \*0.07 NS0.0718.37

\*, \*\* significativo al 0.05 y 0.01 de probabilidad

**Cuadro 7. Media general y de grupos de líneas evaluados en la localidad de Buenavista, Coah.**

Clases	PHL (kg/hl)	PMG	Días a F	Altura de P	Días a M.	Ren. (ton/ha)
Gpo. 1 (BP)	72.08 bc	34.27 b	86.86 c	61.16 b	118.38 ab	1.54 a
Gpo. 2 (BT)	72.42 ab	33.65 b	89.52 ab	60.65 b	119.42 ab	1.44 ab
Gpo. 3 (AP)	74.08 a	38.09 a	84.28 d	74.03 a	118.00 b	1.55 a
Gpo. 4 (AT)	73.75 ab	35.38 ab	90.61 a	76.61 a	119.77 a	1.33 b
Gpo. 5 (Tes)	70.68 c	32.83 b	88.04 bc	60.33 b	118.08 ab	1.45 ab
Media Gral.	72.57	34.82	87.66	65.49	118.70	1.48
DSH0.05	173.1	2.84	2.41	5.81	1.73	0.20

<sup>1</sup> medias con la misma letra son iguales al 0.05 de probabilidad

Las pruebas de medias (Cuadro 7) mostraron que en la localidad de Buenavista, los grupos bajos rindieron ligeramente más que los altos, y los precoces más que los tardíos. Como en las localidades anteriores, no fue posible establecer diferencias entre grupos con base en los componentes de la precocidad; en cambio, hubo una diferencia de poco más de 15 cm entre los grupos altos y bajos

### **Análisis de varianza combinado**

Los cuadrados medios del análisis de varianza combinado se presentan en el cuadro 8, en el que se hace mención al peso hectolítrico, que para las fuentes de variación, localidades, grupos y localidades por variedades dentro de los grupos, presentaron significancia; y alta significancia para todas las variables estudiadas; no así para repeticiones

**Cuadro 8. Concentración de los cuadrados medios del análisis combinado<sup>1</sup> de las localidades de Celaya, Gto., y de Buenavista y Zaragoza, Coah.**

F.V	gl	PHL	PMG	D.F	A.P	D.M	Rendimiento
Loc	2	145.85 **	728.89 **	4738.11 **	10853.46 **	12070.11 **	21.16 **
Rep/Loc	6	8.50 *	22.44 NS	38.21 **	138.60 *	5.97 NS	0.07 NS
Gpos	4	44.96 **	244.57 **	172.59 **	6779.03 **	12.60 *	0.27 **
LocXGpos	8	6.21 NS	11.19 NS	48.32 **	749.13 **	13.87 **	0.11 **
LocXVar/Gpo	60	11.28 **	27.67 **	20.11 **	116.13 **	5.39 *	0.07 **
Error	244	4.49	12.87	8.37	65.03	4.02	0.04
c.v %		2.89	9.80	3.48	10.90	1.59	11.26

<sup>1</sup> El número de localidades no fue la misma para todas las variables en cuestión; así que los grados de libertad son diferentes para cada variable, como se indica en el cuadro.

dentro de localidades y la interacción de localidades por grupos, donde para peso hectolítrico, peso de mil granos, días a madurez y rendimiento no existió significancia, con un coeficiente de variación que va desde 1.59 hasta 11.26 %.

La concentración de las pruebas de rango múltiple y la media general de los cinco grupos se puede apreciar en el cuadro 9, en donde se muestra que el peso hectolítrico fue mayor para los grupos altos, probablemente como una expresión adicional de mayor producción de biomasa, con una media general de 73.38, y una diferencia significativa honesta de Tukey de 1.28.

**Cuadro 9. Concentración de las pruebas de medias de rango múltiple<sup>1</sup> para los cinco grupos del análisis de varianza combinado de las localidades de Celaya, Gto., Buenavista A y B, y Zaragoza, Coah.**

Clases	PHL (ha)	PMG	D.F	A.P	D.M	Rento	( t o n / ha)
Gpo 1 (BP)	73.10 bc	35.83 bc	82.61 c	67.29 c	125.77	ab	1.82 a
Gpo 2 (BT)	72.96 bc	34.75 c	84.89 ab	66.59 c	126.44	ab	1.76 a
Gpo 3 (AP)	74.61 a	39.85 a	80.44 d	82.11 b	125.61	b	1.85 a
Gpo 4 (AT)	74.15 ab	37.96 ab	85.22 a	93.41 a	126.96	a	1.65 b
Gpo 5 (Test)	72.00 c	34.61 c	83.33 bc	68.18 c	125.66	b	1.82 a
M. gral.	73.38	36.60	83.03	73.96	126.02	1.79	
DSH Tukey	1.28	2.17	1.75	4.22	1.21	0.10	

<sup>1</sup> El número de localidades no fue la misma para todas las variables en cuestión, como se indica en el cuadro 10.

Para el peso de mil granos se puede apreciar que los grupos altos son más pesados que los bajos, con una media general de 36.60. Respecto a los días a floración existe una

marcada diferencia entre los grupos precoces en comparación con los tardíos, según se aprecia en la media general, que para este caso es de 83.03 días. En la variable altura de planta, se aprecia que efectivamente existe una marcada diferencia entre los grupos clasificados como bajos y altos. En cuanto a la variable días a madurez, se observa un comportamiento similar a los días de floración; sin embargo, la diferencia no fue muy marcada entre los grupos precoces y tardíos, que fue de aproximadamente un día para llegar a la madurez, con una diferencia a traslaparse, y con una media general de 126.02 días.

Se puede apreciar que el rendimiento, para los grupos precoces fue mayor que para los tardíos; sin embargo, siendo más detallistas, dentro de los bajos, el grupo precoz rebasó al tardío en términos generales; sucedió lo mismo en los grupos altos, donde el precoz también rebasó al tardío; la media general para este caso fue de 1.79 Ton/Ha, y la diferencia significativa honesta de 0.10.

## **Análisis de coeficientes de sendero de los caracteres terminales del desarrollo**

En lo que concierne al coeficiente de sendero para el grupo bajo precoz, el cual se encuentra en el cuadro 10, se observa que contribuyó más al rendimiento de grano, con un efecto directo positivo (7.2813) del peso hectolítrico, a pesar de mantener una correlación baja, la cual fue de 0.4317, lo que quizá se deba a los efectos directos negativos de las variables peso de mil granos, días a floración, días a madurez y altura de planta; el otro efecto directo importante que se presentó, pero negativo, fue el de peso de

mil granos, el cual fue de  $-4.1874$ , con una correlación bastante baja de  $0.1519$ , lo que quizá se debió al efecto indirecto positivo del peso hectolítrico, que fue de  $6.5625$ ; otro efecto directo destacado pero negativo sobre el rendimiento de grano, fue el de altura de planta ( $-2.1176$ ) con su respectiva correlación negativa muy pequeña de  $-0.0658\%$ , el cual pudo deberse al efecto indirecto positivo a través de peso hectolítrico ( $5.0776$ ), mientras que el residual fue muy bajo, lo cual quiere decir que quizá no existan otras variables que contribuyan al rendimiento de grano.

En el cuadro 11 se presenta el análisis de sendero para el grupo bajo tardío, en el cual se aprecia que el peso de mil granos presentó un efecto directo positivo sobre el rendimiento de grano de  $3.6429$ , con su respectiva correlación, la cual fue de  $0.4366$ ; esta correlación un tanto baja quizá se deba a los dos efectos indirectos negativos a través de días a madurez y altura de planta las cuales fueron de  $-0.8002$  y de  $-2.8145$ , respectivamente; el efecto de altura de planta fue negativo sobre el rendimiento de grano, el cual resultó de  $-3.5152$ , con su respectiva correlación de  $0.5630$ , lo cual pudo deberse al efecto grande positivo que existió a través de peso de mil granos; el otro efecto directo negativo relativamente importante sobre el rendimiento de grano, fue el de días a madurez, el cual resultó de  $-2.6514$ , con una correlación negativa baja de  $-0.2782$ ; el efecto directo positivo sobre el rendimiento de grano del peso hectolítrico fue de  $1.5726$ , con una correlación positiva de  $0.6230$  y, por último, la variable que contribuyó menos al rendimiento de grano fue días a floración, con un efecto directo positivo de  $0.8601$ . El efecto residual de este análisis de sendero fue bajo de  $0.0117$ , lo cual indica que, quizá, ya no existen otras variables que contribuyan al rendimiento de grano.

En el cuadro 12 se presenta el análisis de sendero para el grupo alto precoz, en el cual se aprecia que el peso de mil granos presentó un efecto directo positivo sobre el rendimiento de grano de 2.1578, cuya correlación es de 0.7031, esto, quizá, debido a los tres efectos indirectos negativos de -0.1134, -0.0733 y -1.2977 a través de días a floración, días a madurez y altura de planta, respectivamente; el otro efecto directo negativo de -1.4854, el cual corresponde a altura de planta, con una correlación positiva de 0.2692, quizá se deba, en gran medida, al efecto indirecto alto y positivo a través de peso de mil granos, que fue de 1.8932. El factor residual para este análisis fue de cero, lo cual indica que ya no existen más variables que expliquen la integración del rendimiento de grano.

El análisis de sendero para el grupo alto tardío se puede apreciar en el cuadro 13, el cual indica que los días a floración presentaron un efecto directo alto negativo sobre el rendimiento de grano, que fue de -0.7084, y una correlación negativa de -0.5879, debido, quizá, al efecto indirecto positivo de días a madurez a través de días a floración, el cual fue de 0.6596. El otro efecto directo positivo que se observa en este cuadro es días a floración sobre el rendimiento de grano (0.6645), con una correlación negativa de -0.6817, lo cual quizá se deba al efecto indirecto negativo de días a madurez. Así mismo, se hace mención al factor residual, que para este análisis fue de cero, lo cual indica que no existen más variables que puedan explicar la integración del rendimiento.

El último de los análisis de sendero es el de los testigos comerciales, que se puede apreciar en el cuadro 14, en donde el peso hectolítrico presentó un efecto directo positivo alto de 0.9057 con su respectiva correlación, la cual fue de 0.9934; esto quizá se deba a los efectos indirectos positivos a través de días a floración y peso de mil granos con (0.2852) y (0.0130), respectivamente. El otro efecto directo positivo sobre el

rendimiento fue el de días a floración, con un efecto directo positivo de 0.3641, con su respectiva correlación de 0.8477, lo cual quizá se deba al efecto indirecto positivo bastante alto a través de peso hectolítrico que fue de 0.7094.

Para los caracteres terminales, se puede decir que las variables que aportaron más al rendimiento de grano en los cinco grupos con efectos directos e indirectos, fueron peso hectolítrico y peso de mil granos, con un efecto directo positivo de 7.2813 y 0.9057 en los grupos uno y cinco; para el peso de mil granos, con efectos directos e indirectos de 3.6429, 2.1578 y 6.5625 a través de peso hectolítrico y correlaciones de 0.4366, 0.7031 y 0.1519, en los grupos dos, tres y uno.

**Cuadro 10. Análisis de coeficiente de sendero para el grupo bajo precoz, presentando los valores fenotípicos de cinco caracteres con relación al rendimiento de grano en trigo duro.**

	Peso hl	Peso de mil granos	Días a floración	Días a madurez de planta	Altura de planta	Rendimiento de grano
P.H.L	<u>7.2813</u>	-3.7741	-1.3116	-0.2873	-1.4767	0.4317
P.M.G	6.5625	<u>-4.1874</u>	-0.9625	-0.1289	-1.1317	0.1519
D. floración	-5.3462	2.2564	<u>1.7863</u>	-0.5918	1.5877	-0.3076
D. madurez	1.2779	-0.3298	0.6458	<u>-1.6370</u>	0.7133	0.6703
A. planta	5.0776	-2.2379	-1.3393	0.5514	<u>-2.1176</u>	-0.0658

Los valores subrayados en la diagonal representan los efectos directos.

Factor residual = 0.0196

P.H.L= Peso hecolítrico; P.M.G= Peso de mil granos; D. Floración = Días a floración; D. Madurez = Días a madurez; A. Planta = Altura de planta

**Cuadro 11. Análisis de coeficiente de sendero para el grupo bajo tardío, presentando los valores fenotípicos de cinco caracteres con relación al rendimiento de grano en trigo duro.**

	Peso hl	Peso 1000 granos	Días a floración	Días a madurez	Altura de planta	Rendimiento de grano
P.H.L	<u>1.5776</u>	0.2765	-0.4607	0.7535	-1.5189	0.6230
P.M.G	0.1194	<u>3.6429</u>	0.2891	-0.8002	-2.8145	0.4366
D. floración	-0.8424	1.2244	<u>0.8601</u>	-2.4799	0.8550	-0.3828
D. madurez	-0.4469	1.0995	0.8044	<u>-2.6514</u>	0.9161	-0.2782
A. planta	0.6795	2.9168	-0.2092	0.6910	<u>-3.5152</u>	0.5630

Los valores subrayados en la diagonal representan los efectos directos.

Factor residual = 0.0117

P.H.L= Peso hecolítrico; P.M.G= Peso de mil granos; D. Floración = Días a floración; D. madurez = Días a madurez; A. Planta = Altura de planta

**Cuadro 12. Análisis de coeficiente de sendero para el grupo alto precoz, presentando los valores fenotípicos de cinco caracteres con relación al rendimiento de grano en trigo duro.**

	Peso hl	Peso 1000 granos	Días a floración	Días a madurez	Altura de planta	Rendimiento de grano
P.H.L	<u>0.0715</u>	-0.8988	0.0037	0.1246	0.3131	-0.5290
P.M.G	0.0298	<u>2.1578</u>	-0.1134	-0.0733	-1.2977	0.7031
D. floración	-0.0008	-0.7682	<u>0.3186</u>	-0.2461	0.5980	-0.0986
D. madurez	0.0288	0.5112	0.2533	<u>-0.3095</u>	-0.1217	0.3620
A. planta	0.0151	1.8932	-0.1283	-0.0254	<u>-1.4854</u>	0.2692

Los valores subrayados en la diagonal representan los efectos directos.

Factor residual = 0000

P.H.L= Peso hecolítrico; P.M.G= Peso de mil granos; D. Floración = Días a floración; D. Madurez = Días a madurez; A. Planta = Altura de planta

**Cuadro 13. Análisis de coeficiente de sendero para el grupo alto tardío, presentando los valores fenotípicos de cinco caracteres con relación al rendimiento de grano en trigo duro.**

	Peso hl	Peso 1000 granos	Días a floración	Días a madurez	Altura de planta	Rendimiento de grano
P.H.L	<u>-0.5759</u>	-0.1061	0.6601	-0.6887	-0.0505	-0.7609
P.M.G	-0.1636	<u>-0.3732</u>	0.1147	-0.0367	-0.3795	-0.8383
D. floración	-0.5721	-0.0644	<u>0.6645</u>	-0.7031	-0.0066	-0.6817
D. madurez	-0.5599	-0.0193	0.6596	<u>-0.7084</u>	0.0401	-0.5879
A. planta	0.0757	0.3887	0.0114	-0.0739	<u>0.3841</u>	0.7432

Los valores subrayados en la diagonal representan los efectos directos.

Factor residual = 0.00

P.H.L= Peso hecolítrico; P.M.G= Peso de mil granos; D. Floración = Días a floración; D. Madurez = Días a madurez; A. Planta = Altura de planta

**Cuadro 14. Análisis de coeficiente de sendero para los testigos, presentando los valores fenotípicos de cinco caracteres con relación al rendimiento de grano en trigo duro.**

	Peso hl	Peso 1000 granos	Días a floración	Días a madurez	Altura de planta	Rendimiento de grano
P.H.L	<u>0.9057</u>	0.0130	0.2852	-0.0925	-0.1180	0.9934
P.M.G	0.2781	<u>0.0423</u>	-0.1271	-0.0327	0.0364	0.1970
D. floración	0.7094	-0.0148	<u>0.3641</u>	-0.0665	-0.1446	0.8477
D. madurez	0.7460	0.0123	0.2155	<u>-0.1123</u>	-0.0390	0.8226
A. planta	0.6750	-0.0090	0.3079	-0.0256	<u>-0.1790</u>	0.7274

Los valores subrayados en la diagonal representan los efectos directos.

Factor residual = 0.00

P.H.L= Peso hecolítrico; P.M.G= Peso mil granos; D. Floración = Días a floración; D. Madurez = Días a madurez; A. Planta = Altura de planta

## CONCLUSIONES

Los resultados revelan que los grupos precoces fueron los que acumularon mayor rendimiento de grano; mientras que, en general, las variables altura de planta, días a floración, días a madurez, peso hectolítrico y peso de mil granos se correlacionaron de forma positiva y significativa con el rendimiento dentro de cada grupo de clasificación de las líneas.

En los análisis de sendero hechos para los caracteres terminales, las variables que aportaron más al rendimiento de grano fueron: peso hectolítrico, peso de mil granos y días a floración.

## LITERATURA CITADA

- Amin, M.R., Barma, N.C.D. and Razzaque, M.A. 1990. Variability, Heritability, Genetic Advance and Correlation Study in some Quantitative Characters in Durum Wheat. RACHIS Vol 11 pp 30-33.
- Blaha, L. Vlasák, M., 1983. Changes in the values of yield component and associated characters in the European range of spring wheat over the past 10 years. Sbornik Uvtiz, Genetika a Slechten. 19(4) 269-274.
- Getachew, B., Tesemma, T. and Mitiku, D. 1991. Variability and correlation Studies in Durum Wheat in Alem-Tena, Ethiopia. RACHIS 12:38-41.
- Guzhov, Yu. L. and Komar, O.A. 1982. Integenotypic competitive ability of spring wheat plants and its importance for breeding. III. Effect of competition on correla-

- tions between economically important quantitative characters. Wheat, Barley and Triticale Abstract. Patrice Lumumba, University, Moscow, URSS. 1984. 1:2.
- Jan-Orn, J., Gardner, C.O. and Ross, W.M. 1976. Quantitative Genetic Studies of the P3R Randon-mating Grain Sorghum Population. *Crop. Sci.* 6:489-496. Lincoln, U.S.A.
- Rahman, M.S., Halloran, G.M., and Wilson, J.H. 1977. Genetic Control of Spikelet Number in Hexaploid Wheat. *Crop Science* 17: 296-299. (Australia).
- Rascio, A. Baldelli, G. Wittner, G., 1984. Analisis of some of the physiological and morphological components of yield of wheat (*Triticum durum* Dest.) *Revista de Agronomía.* 18 (1) 25-41.
- Wright, S., 1923. The theory of path coefficients. *Genetics.* 8:239-255.



# **EFFECTO DE LA ESTRATIFICACIÓN Y DEL ÁCIDO GIBERÉLICO SOBRE LA GERMINACIÓN Y EMERGENCIA EN NOGAL NEGRO**

José Vega Ríos<sup>1</sup>  
Alfonso Reyes López<sup>2</sup>  
Inocente Mata Beltrán<sup>2</sup>  
Jesús Ortegón Pérez<sup>3</sup>  
Emilio Padrón Corral<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Alumno de la Maestría en Horticultura de la UAAAN.

<sup>2</sup> Profesor investigador del Depto. de Horticultura de la UAAAN.

<sup>2</sup> Profesor investigador del Depto. de Horticultura de la UAAAN.

<sup>3</sup> Profesor investigador de Tecnol. de Semillas de la UAAAN.

<sup>4</sup> Profesor investigador del Depto. de Est. y Cálculo de la UAAAN.

## RESUMEN

El *Juglans nigra* L. es una fuente potencial de diversidad genética que puede usarse como portainjerto y productor de madera fina. Sin embargo, uno de los mayores problemas es su uso limitado debido a que presenta un bajo porcentaje de germinación y emergencia; por tal razón, esta investigación fue conducida para evaluar el efecto de la estratificación y ácido giberélico sobre la germinación, emergencia y desarrollo de la planta. El estudio se llevó a cabo bajo un diseño completamente al azar, con arreglo factorial 3x4 en cuatro repeticiones. El factor A fue la estratificación a 2 °C (cero, 30 y 60 días); el factor B fue la inmersión en GA<sub>3</sub> durante 12 horas (cero, 500, 650 y 800 ppm). El ANVA no detectó significancia en la interacción para las variables en estudio; el factor B tampoco fue significativo para las variables germinación y altura de planta, pero sí para emergencia.

En el factor A se encontró diferencia altamente significativa (P $\leq$  0.01) para germinación y emergencia, pero sólo diferencia significativa (P $\leq$  0.05) para altura de planta. La prueba de Tukey (P $\leq$  0.01) reporta que 60 días de estratificación aceleró e incrementó la germinación hasta un 60 % y la emergencia hasta un 83 %; mientras que Tukey (P $\leq$  0.05) reporta efecto en altura de planta. En el factor B, para emergencia, Tukey (P $\leq$  0.05) reporta que 800 ppm de GA<sub>3</sub> aceleró e incrementó hasta un 78 %. Los resultados indican que la estratificación influencia la germinación y altura de planta, mientras que la emergencia, la estratificación y el GA<sub>3</sub>.

**Palabras clave:** *Juglans nigra* L., tratamiento a la semilla, nuez de nogal negro, altura de planta, emergencia.

## ABSTRACT

*The Juglans nigra* L. is a potential source of genetic diversity that can be used as a graft bearer and fine wood producer. Nevertheless, one of the greater problems is its limited use because it presents a low percentage of germination and emergency; for such reason, this research was lead to evaluate the effect of the stratification and giberelic acid on germination, emergency and development of the plant. The study was carried out under a completely random design, with factorial adjustment 3x4 in four replications. The A factor was the 2 °Cs stratification (0, 30 and 60 days); factor B was the 12 hours immersion in GA<sub>3</sub> (0, 500, 650 and 800 ppm). The ANVA did not detect significance in the interaction for the variables in study; factor B was not significant either for the variables germination and height of plant, but for emergency.

In factor A a highly significant difference was found (P ≤ 0.01) for germination and emergency, but only a significant difference (P ≤ 0.05) for height of plant. The Tuckey test (P ≤ 0.01) reports that 60 days of stratification accelerated and increased the germination up to 60 % and the emergency to 83 %; whereas Tuckey (P ≤ 0.05) reports an effect on height of plant. In factor B; for emergency, Tukey (P ≤ 0.05) reports that 800 ppm of GA<sub>3</sub> accelerated and increased up to 78 %. The results indicate that the stratification influences the germination and height of plant, whereas the emergency, the stratification and GA<sub>3</sub>.

**Key words:** *Juglans nigra* L., seed treatment, black walnut nut, plant height, emergency.

## INTRODUCCIÓN

El nogal de castilla es un árbol muy apreciado por su fruto y por la calidad y finura de su madera. El fruto o nuez posee un gran valor medicinal ya que el 90% de sus aceites son insaturados, por lo que es buena para la circulación sanguínea; así mismo, tiene valor alimenticio pues es una fuente concentrada de energía. Por estas características, entre otras, se cotiza ampliamente en el mercado.

La producción mundial de nuez de castilla se sitúa actualmente alrededor de 770 a 780 miles de toneladas métricas, de la cual se comercializa anualmente cerca de la quinta parte; el principal productor es Estados Unidos de Norteamérica (Luna, 1990).

En nuestro país no hay datos estadísticos de superficie ni de producción de ningún tipo de nogal de castilla, debido a que es un cultivo que requiere alrededor de 1200 horas frío, a la vez que veranos muy calientes, características que difícilmente se presentan en México, aunque existen algunas huertas en la Región Lagunera y en Durango, las cuales son improductivas por la ausencia de tales condiciones. Sin embargo, lo anterior ya no es problema, pues según investigaciones realizadas en Matamoros, Coah., cuando se aplicó  $H_2NCN$  al dos por ciento, más cuatro por ciento de Citrolina emulsificada en dos variedades de nogal de castilla, Serr y Ashley, se obtuvieron brotaciones del 90 y 87%, respectivamente, lo que propició rendimientos hasta de cinco ton/ha (Castro, 1993).

En los países productores, el único patrón que se utiliza es el *Juglans regia*, pero desde hace algunos años se han empezado a considerar otras especies de *Juglans*, como la *Juglans nigra* debido a sus raíces tolerantes a la podredumbre (*Armillaria mellea*) y a la

enfermedad de la tinta (*Phytophthora cinnamomi*), característica que *Juglans regia* no posee; además, las variedades injertadas sobre este patrón, producen un año antes que las injertadas sobre *Juglans regia* y dan un rendimiento del tres por ciento más en almendra y grosor del fruto. Sin embargo, *Juglans nigra* es más exigente en pluviometría y en suelo, ya que requiere suelos profundos, ricos, frescos y bien drenados, por tal razón, con un buen manejo el *Juglans nigra* podría tener un mejor efecto que con el *Juglans regia*.

El nogal negro, *Juglans nigra*, crece en forma silvestre en Coahuila; se trata de un germoplasma de la región que no se ha utilizado en forma masiva y comercial como portainjerto o como recurso maderable; tal vez porque su semilla posee una cubierta muy dura, además de un bajo por ciento de almendra y una gran cantidad de inhibidores. A la fecha se desconoce una metodología para explotarlo, ya que no existe mucha investigación al respecto, lo cual desanima a los productores a utilizarlo como portainjerto, o bien con fines maderables; sin embargo, algunas investigaciones demuestran que al tratar las nueces a dos °C por 40 días, o de dos a cuatro °C de ocho a 10 días, para posteriormente estratificadas en arena, a la intemperie, durante 70 a 80 días, se obtienen buenos resultados de germinación (Luna, 1990). Por consiguiente, el objetivo de la presente investigación fue evaluar la aplicación de periodos diferentes de frío combinados con diferentes niveles de GA<sub>3</sub> en semilla de nogal negro, para conocer sus efectos sobre la germinación, emergencia y desarrollo de la planta, con el propósito de encontrar una metodología que permita utilizar a *Juglans nigra* como portainjerto.

Hipótesis: la germinación, emergencia y desarrollo de la planta de nogal negro tiene un comportamiento similar al aplicarse frío combinado con distintos niveles de ácido

giberelico.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó del 20 de mayo al 25 de noviembre de 1995, en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, localizada en Buenavista, al sur del municipio del Saltillo, Coahuila, a 25° 25' 41" latitud Norte, y 100° 59' 57" longitud Oeste, con una altitud de 1747 m.

La investigación se llevó a cabo bajo un diseño completamente al azar con arreglo factorial 3x4 en cuatro repeticiones; de tal forma que el factor A fue días de frío en estratificado a dos °C con tres niveles: cero, 30 y 60; y el factor B, ppm de ácido giberélico ( $GA_3$ ) y 12 horas de inmersión con cuatro niveles: cero, 500, 650 y 800. Se utilizaron 10 semillas de nogal negro criollo (*Juglans nigra* L.) por repetición, y todas las nueces se sumergieron en agua común durante tres días antes del tratamiento de frío, para posteriormente aplicar el  $GA_3$ . Inmediatamente después del tratamiento con agua común, grupos de 40 nueces fueron tratadas con  $GA_3$  a razón de cero, 500, 650 y 800 ppm, durante 12 horas, e inmediatamente se llevaron a una cámara germinadora a temperatura constante de 25 °C, 60% de humedad relativa, y ocho horas luz con 16 de obscuridad; las nueces se colocaron con la sutura en plano vertical, en charolas de cartón forradas con papel aluminio. Se diferenció cada unidad experimental de cada tratamiento, se utilizó como sustrato papel filtro-algodón-papel filtro bien humedecido, previamente esterilizado en autoclave, a 121 °C y 1.5 kg/cm<sup>2</sup> de presión durante 40 minutos, para cubrir las semillas y mantenerlas así durante 60 días, hasta que se evaluó la germinación. Después de

germinadas, se establecieron con un distanciamiento de 10x10 cm, en una cama bajo invernadero a temperatura media de 26 °C, controlada con sistema de enfriamiento y de calefacción, para evaluar la emergencia hasta los 25 días después de germinadas, y la altura de la planta a los 60 días después de la emergencia. El sustrato de la cama fue tierra fértil (rica en materia orgánica) cribada y esterilizada con Bromuro de Metilo, que se mezcló con un 17 % de estiércol de cabra, cribado y esterilizado con el mismo producto. En forma paralela, un total de 160 nueces fueron estratificadas a dos °C durante 30 días y otro tanto a la misma temperatura por 60 días. El estratificado se hizo en cajas de madera, utilizando aserrín seco tratado con Captán; las semillas se colocaron en capas alternas de aserrín húmedo-nueces-aserrín húmedo. Después de los 30 días de estratificado se sacaron 160 nueces y grupos de 40 fueron tratadas con  $GA_3$ , a razón de cero, 500, 650 y 800 ppm, que pasaron por el procedimiento ya conocido para laboratorio e invernadero. Después de 60 días de estratificado, se sacaron las otras 160 nueces y fueron tratadas en grupos de 40 con  $GA_3$ , a razón de cero, 500, 650 y 800 ppm, que posteriormente pasaron por el procedimiento ya conocido para laboratorio e invernadero. Para preparar las concentraciones de  $GA_3$ , primeramente se disolvió en alcohol etílico y luego se aforó con agua destilada.

La germinación se evaluó en laboratorio, y una nuez se consideró germinada cuando la radícula al menos midió tres milímetros de longitud. Para obtener el por ciento de germinación total de cada tratamiento a los 60 días después de haber sido puestas a germinar, primero se obtuvo el por ciento de germinación de cada repetición en cada tratamiento tomando la cantidad de nueces germinadas, que se divide entre el total y se

multiplica por 100; luego se suman los porcentajes de cada repetición y se dividen entre cuatro repeticiones, que son las que integran un tratamiento. La tasa de germinación acumulativa o velocidad de germinación (TGA), como su nombre lo indica, fue la medición del por ciento de germinación en forma acumulativa a intervalos de 15 días, por lo que no se realizó análisis de varianza.

La emergencia y altura de planta se evaluaron en invernadero. La emergencia total se obtuvo respecto al por ciento de germinación en cada tratamiento, y su mecánica de evaluación fue similar a la de por ciento de germinación, sólo que en por ciento de emergencia total en cada tratamiento (número de plántulas emergidas de las nueces sembradas en la cama, por 100).

La tasa de emergencia acumulativa o velocidad de emergencia (TEA), como su nombre lo indica, fue la medición del por ciento de emergencia en forma acumulativa a intervalos de cinco días y no se analizó estadísticamente. La altura de planta se midió en centímetros, desde la superficie del suelo hasta el meristemo apical. Para la comparación de medias se empleó la prueba de Tukey.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Para la realización de los ANVAS fue necesario transformar los datos con LN  $(X+3)$  en todas las variables (Cuadro 1), con la finalidad de disminuir los coeficientes de variación, ya que inicialmente estaban muy altos, lo que propiciaba se perdiera cierta credibilidad en los resultados.

Los ANVAS efectuados para germinación total, emergencia total y altura de planta no registraron significancia para la interacción; mientras que en el factor A, se detectó diferencia altamente significativa para las variables germinación y emergencia total, y diferencia significativa para altura de planta (Cuadro 1). Así mismo, en el factor B no se encontró significancia para germinación total y altura de planta, pero sí para emergencia total. El hecho de no encontrar significancia en altura de planta con la aplicación de  $GA_3$  (Factor B) no concuerda con Rojas y Ramírez (1990), quienes afirman que la adición de giberelina induce un mayor desarrollo del talluelo.

Por lo anterior, se procedió a realizar las pruebas de Tukey correspondientes con los datos transformados: con un 99 por ciento de confianza para germinación y emergencia total y con un 95 por ciento de confianza para altura de planta en el factor A (Cuadro 2); mientras que para emergencia total en el factor B, se hizo con un 95 por ciento de confianza (Cuadro 3). En el factor A (Cuadro 2), se encontró que el nivel de 60 días de frío supera estadísticamente a 30 y cero días, los cuales son estadísticamente iguales, por lo que 60 días de frío en estratificación es el mejor tratamiento para la variable germinación total; mientras que para emergencia total (Cuadro 2), 60 y cero días de frío son estadísticamente iguales y superan a 30 días. Estos resultados son muy similares a los encontrados por Frisby y Seeley (1993) en semilla de durazno sometida a 60 días de estratificado, a dos °C, en los que se logró la mayor germinación y emergencia. El alto valor alcanzado en emergencia total con cero días de frío (Cuadro 2) posiblemente se deba a que las semillas tenían mucho más vigor que las tratadas con 30. En altura de planta (Cuadro 2) se encontró que 60 y 30 días de frío son estadísticamente iguales y

superan a cero. En el factor B (Cuadro 3) para emergencia total, los niveles de 800, 650 y cero ppm de  $GA_3$  son estadísticamente iguales, y superan a 500 ppm, pero numéricamente el mejor nivel fue 800 ppm; resultados que al no encontrar significancia dentro del factor B, para germinación total, pero sí para emergencia total (Cuadro 3), son corroborados con lo mencionado por Rojas y Ramírez (1990) en drupas, quienes señalan que la aplicación de  $GA_3$  sólo sustituye parcialmente al frío. Las semillas que no se trataron con  $GA_3$  y presentaron altos resultados de emergencia, posiblemente tenían mas vigor que las demás.

Por otra parte, la velocidad con que se presentó la germinación fue mucho mayor con el nivel 60 días de frío (Figura 1), mientras que la germinación mas lenta se presentó con cero días, por lo que 60 continuó siendo el mejor nivel, lo que coincide con lo mencionado por Morales (1992) en semilla de pastos, respecto a que los tratamientos sobresalientes en germinación total presentan una mayor velocidad de germinación. Por su parte, se observa claramente que la velocidad de emergencia (Figura 2) es similar a la emergencia total, ya que fue mucho mayor con 60 y cero días de frío que con 30, con lo cual se asume que posiblemente las nueces tratadas con cero días tenían más vigor que las tratadas con 30. Así mismo, los resultados para velocidad de emergencia en el factor B (Figura 3) son muy semejantes a la emergencia total, ya que la emergencia fue más rápida

**Cuadro 1. Análisis de varianza con datos transformados por LN (X+3) para las variables germinación total, emergencia total y altura de planta.**

VARIABLE	F.V.	G.L.	S.C.	Pr
GERMINACION TOTAL	A	2	9.55	0.0001 **
	B	3	2.57	0.1011 NS
	AXB	6	4.78	0.0802 NS
	ERROR	36	13.79	
	C.V. = 17.99%			
EMERGENCIA TOTAL	A	2	32.93	0.0001 **
	B	3	7.94	0.0205 *
	AXB	6	5.75	0.2668 NS
	ERROR	36	25.81	
	C.V. = 22.81%			
ALTURA DE PLANTA	A	2	2.62	0.0148 *
	B	3	0.20	0.8658 NS
	AXB	6	1.28	0.5944 NS
	ERROR	36	9.91	
	C.V. = 19.45%			

\* significativo al 0.05 de probabilidad

\*\*significativo al 0.01 de probabilidad

con 800, cero y 650 ppm de  $GA_3$  que con 500 ppm, lo que parece indicar que las nueces no tratadas con  $GA_3$  tenían mas vigor que las tratadas.

**Cuadro 2. Medias de los niveles de estratificado para las variables germinación y emergencia total (P£ 0.01) y altura de planta (P£ 0.05).**

Factor A (estratificación, días a 2 °C)	Variable		
	Germinación total	Emergencia total	Altura de planta
60	60 A	83 A	16.4 A
30	28 B	23 B	15.9 A B
0	23 B	75 A	8.9 B

Prueba de Tukey

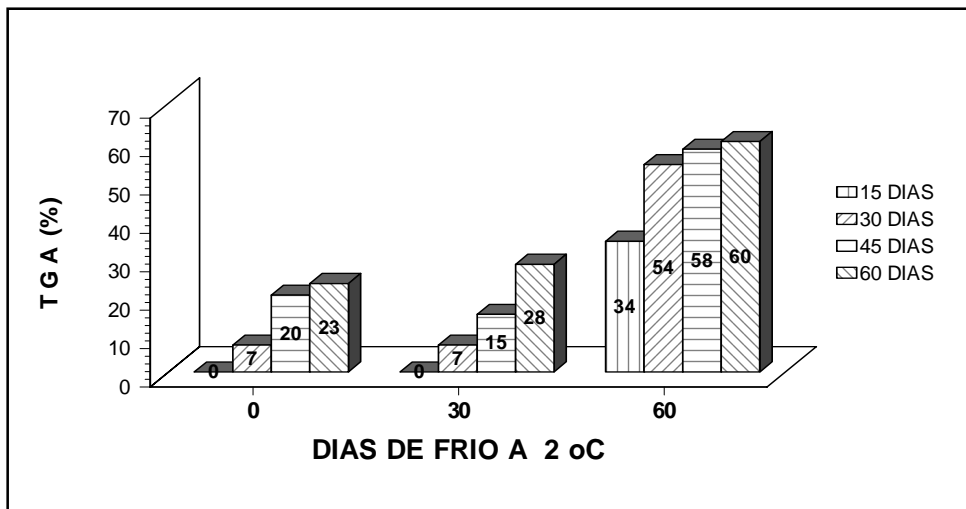
Letras distintas son estadísticamente diferentes

**Cuadro 3. Medias de los niveles de GA<sub>3</sub> para la variable emergencia total y germinación total y altura de planta.**

Factor B(ppm de GA <sub>3</sub> )	Variable					
	Germinación total		Emergencia total		Altura de planta	
0	33	A	61	A B	13.0	A
500	36	A	48	B	14.4	A
650	36	A	54	A B	13.5	A
800	41	A	78	A	14.0	A

Prueba de Tukey

Letras distintas son estadísticamente diferentes (P< 0.05)



**Figura 1. Efecto del frío sobre la tasa de germinación acumulativa (TGA) en porcentaje, a los días indicados después de la siembra. Datos reales**

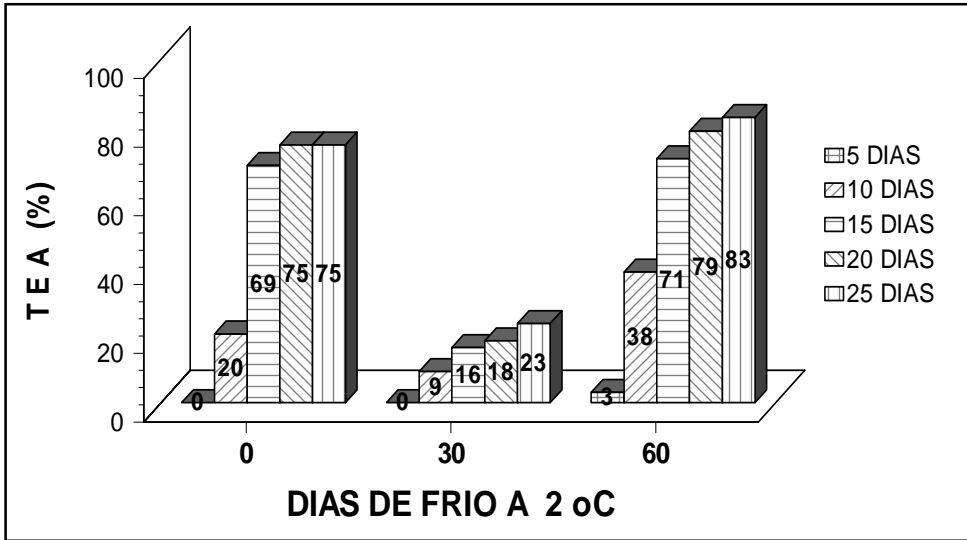


Figura 2. Efecto del frío sobre la tasa de emergencia acumulativa (TEA) en por ciento, a los días indicados después de la siembra. Datos reales

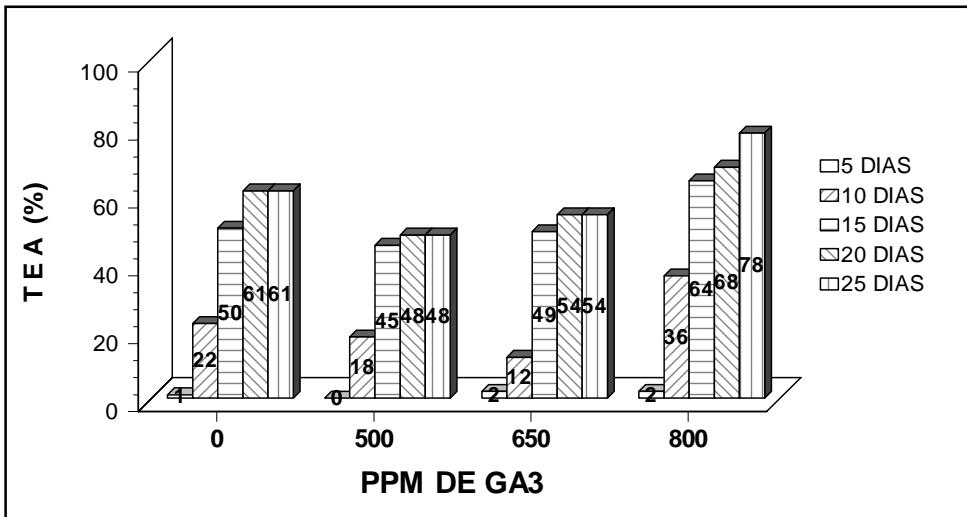


Figura 3. Efecto del GA3 sobre la tasa de emergencia acumulativa (TEA) en por ciento, a los días indicados después de germinación. Datos reales

## CONCLUSIONES

La germinación y altura de planta, responden más a la estratificación que a la inmersión en ácido giberélico.

La emergencia responde tanto a la estratificación como a la inmersión en ácido giberélico.

## LITERATURA CITADA

- Castro M., R. 1993. Efecto de la aplicación de CNH y citrolina en nogal de Castilla (*Juglans regia*) en la Región Lagunera. Tesis. Lic. en Horticultura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. México. 62 p.
- Frisby J., w., and S.D. Seeley. 1993. Chilling of endodormant peach propagules: I. Seed germination and emergence. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 118 (2): 248-252.
- Luna L., F. 1990. El Nogal - Producción de fruto y de madera. Segunda Edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. pp. 15, 19, 22, 23, 33.
- Morales N., C.R. 1992. Efecto de sustancias húmicas y hormonales sobre la germinación y vigor en semillas de pastos. Tesis. Maestría en Tecnología de Semillas. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. México. 109 p.
- Rojas G., M. y H. Ramírez. 1990. Control hormonal del desarrollo de las plantas: fisiología - tecnología - experimentación. Primera reimpression. Ed. Limusa. México. pp. 30, 31, 38, 101, 105, 106, 108.

Esta publicación se elaboró en la Dirección de Investigación de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro; se concluyó el mes de mayo de 2005 y se publica en formato PDF optimizado para impresión, y para su distribución por medios ópticos (1000 discos compactos) y electrónicos (vía Internet).



## CONTENIDO

MÉTODOS PARA LA DETECCIÓN DE <i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>vesicatoria</i> EN SEMILLA DE TOMATE ( <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill)	1
RETENCIÓN DE HUMEDAD EN HOJAS SEPARADAS DE LA PLANTA DE CÁRTAMO	17
EFFECTO DE ALTURA DE PLANTA, DÍAS A FLORACIÓN Y DÍAS A MADUREZ SOBRE LA ESTRUCTURA DEL RENDIMIENTO DE GRANO EN TRIGO MACARRONERO	33
EFFECTO DE LA ESTRATIFICACIÓN Y DEL ÁCIDO GIBERÉLICO SOBRE LA GERMINACIÓN Y EMERGENCIA EN NOGAL NEGRO	55