



ISSN 0186-8063

# **Agraria**

**Nueva Epoca**



*Editorial*  
*Cultivos Transgénicos: peligro o esperanza*  
*... Pag. 5*

*Cromo L-Metionina en Dietas Basadas en Sorgo*  
*y Soya en Cerdas Primerizas ... Pag. 6*

*Efecto de la Restricción Alimenticia sobre el*  
*Comportamiento Productivo de Pollos de Engorda ... Pag. 24*





# 5<sup>o</sup>

## Simposio Nacional de Horticultura

### Horticultura Orgánica y Urbana

Del 26 al 28 de Octubre

# 2005



2005  
Expo  
Narro



Miyamoto Organic



Bayer  
División Agrícola



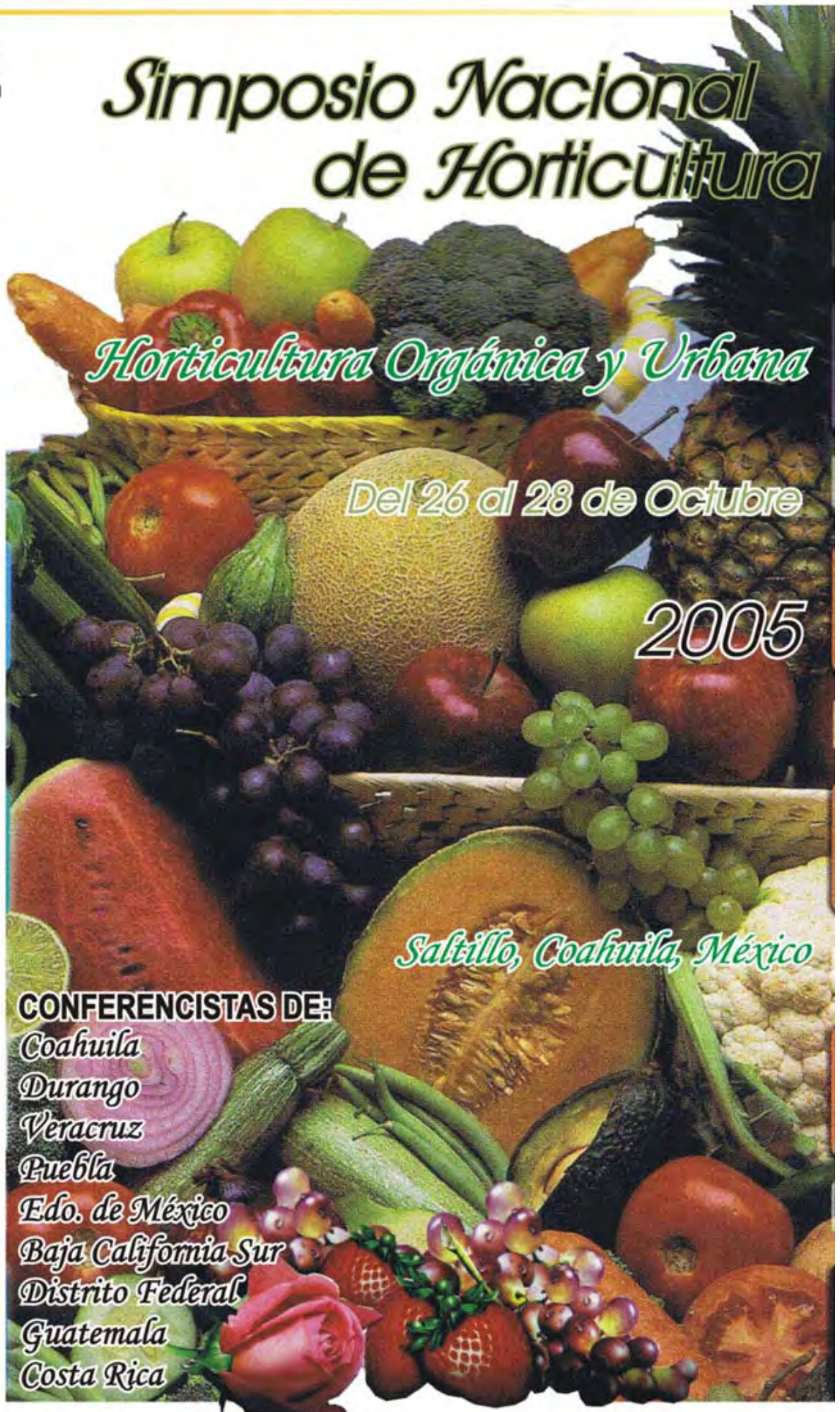
Informes:  
UAAAN DEPTO. DE  
HORTICULTURA

AL TEL. (844) 411 03 03  
411 03 04  
411 20 11

e-mail:  
jhdavila@att.net.mx  
abenmen@uaaan.mx

CONFERENCISTAS DE:

Coahuila  
Durango  
Veracruz  
Puebla  
Edo. de México  
Baja California Sur  
Distrito Federal  
Guatemala  
Costa Rica



#### **DIRECTORIO**

**Dr. Luis Alberto Aguirre Uribe**  
Rector

**M. C. Luis Lauro de León González**  
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

#### **Comité Editorial**

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

**Dr. Jesús Valdés Reyna**  
Editor Ejecutivo

#### **Editores Técnicos**

**Dr. José L. Puente Manriquez**  
Fitomejoramiento, Unidad Laguna

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

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

#### **Consultor Editorial Técnico**

Dr. Angel R. Cepeda Dovala

#### **Diseño y Formación**

Miguel A. Estrada Villarreal

#### **Secretario de Producción**

M. Ed. Víctor M. López González

#### **Colaboradores**

M. C. Ricardo Cuéllar Flores

M. C. Cecilia Burciaga Dávila

La **Revista Agraria -Nueva Epoca-** es una publicación científica, cuatrimestral, de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, con domicilio conocido en Buenavista, Saltillo, Coah., México y se imprime en sus Talleres Gráficos.

Tiraje 1000 ejemplares

[http://www.uaaan.mx/DirInv/portal\\_agraria/portal.htm](http://www.uaaan.mx/DirInv/portal_agraria/portal.htm) · email: [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 Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en su afán de rescatar los valores del pasado histórico de México, la ha adoptado como logotipo de su revista científica, como símbolo que evoca y reafirma nuestras raíces culturales

---

**NUESTRA PORTADA.** Composición: al fondo diferentes momentos en el cultivo del maíz y, al frente, un plantío de girasol en el Campus Buenavista de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.



## Normas Editoriales

### Tipo de materiales para publicación

La revista **Agraria -Nueva Epoca-** acepta, para su publicación, materiales en español e inglés, sobre temas relacionados con las ciencias agrícolas, pecuarias y forestales, incluyendo las áreas de ingeniería, agroindustria y socioeconómicas. Todo material deberá venir acompañado de la solicitud correspondiente.

Estos materiales pueden ser artículos científicos, notas de investigación o ensayos.

Los materiales que se envíen para su publicación deberán ceñirse a las normas que, para tal efecto establezca **Agraria -Nueva Epoca-** y estarán sujetos a revisión y arbitraje por el Comité Editorial de la revista -o por quienes éste designe-, como requisito previo a su publicación.

No se aceptan trabajos ya publicados, o que estén sometidos a consideración en otros medios científicos de difusión.

Es de desear que la realización de la investigación, cuyos materiales sean enviados para su publicación, no exceda de 4 años anteriores a la fecha de su remisión.

### Formato

El respeto a las siguientes indicaciones respecto al formato solicitado facilitará grandemente nuestro trabajo de edición.

### Textos

Los textos, con todos sus anexos, deberán enviarse empaquetados (nosotros preferimos WinZip), sin contraseñas de seguridad, por correo electrónico, escritos en un procesador de textos de uso común (preferimos Word), en formato tamaño carta (21.57 x 27.94 cm), sin sangría, y a renglón seguido, con márgenes de 2.5 cm por lado. Agradeceremos evitar nombres de archivo excesivamente largos o con espacios en blanco. Los textos se redactarán en un tipo formal conocido ttf (True Type Font) tales como Arial, Times New Roman o similares, de 12 puntos. Las notas se escribirán en 9 puntos.

Todos los renglones, incluidos los encabezados, se iniciarán, invariablemente, a partir del margen izquierdo, sin sangría.

Todos los encabezados, independientemente de su orden, se escribirán en altas y bajas, y negrillas.

Los párrafos se escribirán sin pasar renglón entre ellos; para separarlos, a fin de hacer el texto fácil de leer y corregir, se utilizará el formato automático de párrafo del procesador, para darles un espaciado posterior de 6 puntos.

Las palabras no se separarán, en ningún caso, por sílabas. Es conveniente desactivar el comando automático de inserción de guiones (*hyphenation*) de su procesador.

El material no deberá exceder de 520 líneas para artículos científicos y ensayos, y de 200 líneas para una nota científica, incluidos cuadros y figuras.

Las unidades que se empleen serán las del Sistema Internacional de Unidades (<http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/unidades/unidades/unidades.htm>)

Las páginas, al igual que los cuadros y las figuras, se numerarán progresivamente con números arábigos.

**Cuadros y figuras.** Los cuadros y las figuras contendrán sólo la información esencial y en ningún caso repetirán los datos que se presenten en el texto, o en otra forma. Cuadros y figuras deben ser claros, simples, concisos e ilustrativos.

Los cuadros no excederán, en ningún caso, los márgenes de impresión arriba mencionados y deberán presentarse en el cuerpo del texto, con el formato correspondiente, con las columnas separadas por tabulaciones, sin espacios a mano, y en la posición en que se espera que aparezcan, con el número de orden correspondiente.

En los cuadros se empleará sólo el número de cifras significativas necesarias para destacar el punto que se desee.

Los cuadros se realizarán en formato básico con tres líneas horizontales continuas: al inicio del cuadro, al inicio del cuerpo del cuadro (no en el encabezamiento) y al final. El campo y el encabezamiento de las columnas se pueden dividir a conveniencia del autor. No se deben añadir líneas verticales. Los encabezamientos, de columnas y líneas, se escribirán con minúsculas, excepto la primera letra de la oración. Las unidades se colocan debajo de la segunda línea horizontal, como en el ejemplo que se proporciona.

Las figuras tampoco excederán, en ningún caso, los márgenes de impresión establecidos. La posición que vaya a ocupar cada figura, deberá estar indicada en el texto con negrillas, en renglón aparte, con el número correspondiente.

Cada figura se enviará en archivo por separado, en formato tif (compresión LZW), o jpg, con el tamaño exacto en que se pretende que aparezca en la publicación, en una resolución no inferior a 150 pixeles por pulgada, con el número que le corresponda (p. ej: fig01.jpg).

Los puntos experimentales deberán marcarse visiblemente. Para dividir los ejes, se escogerán intervalos constantes para cada uno. Los mosaicos fotográficos deberán entregarse montados en un solo archivo gráfico (tif, o jpg), totalmente terminados. El aumento de las microfotografías debe indicarse en la leyenda.

En archivo por separado se enviará un listado de las figuras incluidas en el material enviado, con el número de orden y el pie de grabado correspondientes (p. ej.: listafigs.doc)

Las figuras pueden ser fotos a color o en tonos de gris -según sea su original-, gráficas (de preferencia a color), ilustraciones, dibujos, o grabados (de preferencia a color).

Los cuadros deberán redactarse en el mismo procesador de textos y formato señalado arriba.

Las ecuaciones, si las hubiera, se insertarán en el texto con un editor de ecuaciones compatible con su procesador.

### Notas de pie de página

Sólo se podrán utilizar, cuando sean absolutamente indispensables, para identificar información adicional y se numerarán progresivamente en el texto. Los asteriscos se reservarán para indicar significancia a 5% (\*) y 1% (\*\*), respectivamente. En el pie de grabado -o de cuadro- se incluirán las notas o llamadas que sean pertinentes, y serán señaladas con números arábigos.

### Citas bibliográficas

Las citas bibliográficas deberán ser de literatura reciente, relevante y sólo las exclusivamente necesarias para sustentar los planteamientos hechos.

Más detalles en [http://www.uaaan.mx/DirInv/Convoc/conv\\_web/normas.htm](http://www.uaaan.mx/DirInv/Convoc/conv_web/normas.htm), o [http://www.uaaan.mx/DirInv/portal\\_agraria/portal.htm](http://www.uaaan.mx/DirInv/portal_agraria/portal.htm)

## Contenido

<b>Normas Editoriales / Instructions for authors</b>	<b>2</b>
<b>Convocatoria/ Paper call</b>	<b>4</b>
<b>Editorial / Editorial</b>	
<b>La Conservación de la Biodiversidad: El Caso del Maíz</b>	<b>5</b>
<b>Artículos / Articles</b>	
<b>Cromo L-metionina en Dietas Basadas en Sorgo y Soya en Cerdas Primerizas</b> Ramón Florencio García-Castillo, Héctor Gutiérrez-Bañuelos, Miguel Mellado-Bosque, Regino Morones-Reza	<b>6</b>
<i>Chromium L – methionine in diets based on sorghum and soybean for first time pregnant sows</i>	
<b>Desempeño de Implementos de Labranza en Términos de Consumo de Energía y Calidad de Trabajo</b> Martín Cadena-Zapata, Tomás Gaytán-Muñiz Alejandro Zermeño-González	<b>12</b>
<i>Performance evaluation of four tillage implements in terms of energy consumption and work quality.</i>	
<b>Genotipos de Maíz Tolerantes a Salinidad; un Estudio Preliminar para iniciar un Programa de Selección</b> Noé Musito-Ramírez*, María Cristina Vega-Sánchez, José Guadalupe Rodríguez-Valdés, Emilio Padrón-Corral	<b>18</b>
<i>Maize genotypes for soil salinity tolerance, an approach to a selection program</i>	
<b>Efecto de la Restricción Alimenticia sobre el Comportamiento Productivo de Pollos de Engorda</b> Lorenzo Suárez-García*, Jesús Manuel Fuentes-Rodríguez, Manuel Torres-Hernández, Sotero López-Domínguez	<b>24</b>
<i>Effect of feeding restriction on the productive performance of broilers.</i>	
<b>Influencia de la Temperatura sobre Procesos Fisiológicos en Postcosecha de Tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.)</b> Homero Ramírez, Lucía Imelda Encina-Rodríguez, Adalberto Benavides-Mendoza, Valentín Robledo-Torres, José Hernández-Dávila y Saret Alonso-Corona	<b>31</b>
<i>Temperature influence on physiological processes on tomato postharvest (<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.).</i>	

## CONVOCATORIA

La Dirección de Investigación de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

### CONVOCA

a los investigadores, nacionales y extranjeros, interesados en publicar artículos científicos, a enviar sus contribuciones a la revista **Agraria -Nueva Epoca-**, bajo las siguientes bases:

Los trabajos recibidos se someterán al proceso de revisión descrito en las *Normas Editoriales* de la Revista.

Se recibirán contribuciones inéditas de todos los interesados, nacionales o extranjeros, en español o inglés.

Los artículos deberán versar sobre temas de contenido agrícola, pecuario, forestal, y socioeconómico del entorno regional, nacional e internacional.

Las modalidades de publicación son las siguientes:

#### Artículo científico

Es el resultado de un trabajo de investigación en el cual se aplicó, de forma rigurosa, el método científico, estudiando el efecto que tienen diferentes tratamientos sobre la respuesta medible de un sistema, como metodología para comprobar o rechazar una hipótesis claramente establecida en el trabajo.

Los artículos científicos que se envíen deberán constar de las siguientes partes: Título, Título en inglés, Autor(es), Institución(es) de adscripción y datos de localización del autor responsable (domicilio, teléfono, fax, e-mail), Abstract, que es la traducción al inglés del Resumen, incluidas las palabras clave; Resumen, que incluirá al pie las palabras clave hasta un máximo de seis, Introducción, Materiales y métodos, Resultados y discusión, Conclusiones, Literatura citada, Agradecimientos.

#### Ensayo científico

Consiste en el análisis crítico de una recopilación actualizada de artículos científicos, informes de investigación, o materiales similares, en los que el autor o autores aportan su opinión personal sobre un tema, estableciendo conclusiones respecto al estado actual del conocimiento sobre el mismo.

Partes de que consta el Ensayo: Título, Título en inglés, Autor(es), Institución(es) de adscripción y datos de localización del autor responsable (domicilio, teléfono, fax, e-mail), Abstract, que es la versión al inglés del Resumen, incluye las palabras clave, Resumen, incluidas las palabras clave hasta un máximo de siete, Introducción, Desarrollo del tema, con los subtítulos que se estimen convenientes, Discusión, cuando proceda, Conclusiones, Literatura citada.

#### Nota de investigación

Son materiales basados en trabajos experimentales que, sin perjuicio del método y rigor científicos, presentan aspectos metodológicos innovadores o resultados que, por su carácter novedoso, el autor considera de interés publicar antes de finalizar su investigación.

La nota, aunque de menor extensión, cubre todos los aspectos relevantes del proceso de investigación. Su estructura es similar a la del artículo científico, y trata cada uno de sus apartados, con menor profundidad y detalle, aunque no tiene que incluir los encabezados.

La excepción a lo anterior son el Abstract, que se omite, y la Literatura citada, apartado que deberá incluirse expresamente.

De ser necesario, podrán incluirse -también- algún cuadro o ilustración, cuando resulten relevantes para la mejor comprensión de la nota.

Los trabajos a publicar deberán hacerse llegar en versión electrónica, acompañados de una solicitud, de conformidad con las especificaciones marcadas en las Normas Editoriales arriba mencionadas, a la siguiente dirección electrónica: [agraria\\_ne@uaaan.mx](mailto:agraria_ne@uaaan.mx), con atención a:

Editor en Jefe de la Revista Agraria -Nueva Epoca-

Dirección de Investigación, UAAAN, Domicilio conocido, Buenavista,

Saltillo, Coahuila, México. CP. 25315

Para mayor información respecto a esta Convocatoria visite [http://www.uaaan.mx/DirInv/portal\\_agraria/portal.htm](http://www.uaaan.mx/DirInv/portal_agraria/portal.htm) para consultas diríjase al Editor en Jefe: [agraria\\_ne@uaaan.mx](mailto:agraria_ne@uaaan.mx).

# Editorial

---

## Cultivos transgénicos: peligro o esperanza

En fecha reciente el Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA) canceló, después de que se había aprobado, la autorización para sembrar maíz transgénico en campos experimentales del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) ubicados en el norte del país. Las variedades que se iban a evaluar son parte del llamado Proyecto Maestro de Maíz, propiedad de algunas de las empresas productoras y comercializadoras de semillas más importantes del mundo.

El argumento que esgrimió el SENASICA fue que las variedades que había autorizado sembrar, ponían en riesgo 40 razas y 300 variedades de grano, pues se habían violado los procedimientos previsto por la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados, e incumplido disposiciones del Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte, lo que atentaba contra el régimen de protección especial del maíz. Por otro lado, también existen evidencias de que en algunos estados del sur, especialmente en Oaxaca, ya se ha contaminado la pureza de los maíces nativos, e incluso se advierte respecto a los riesgos que se corren de no soportarse científicamente cualquier decisión encaminada a producir plantas genéticamente modificadas.

Ante esta prohibición se reaviva la discusión, por una lado, sobre los peligros que implica la generación de productos agrícolas genéticamente modificados en la salud humana, en el medio ambiente, en la biodiversidad, y en la estabilidad genómica; por otro, sobre los posibles beneficios que generan, y que pueden coadyuvar a resolver el problema crónico del hambre en el mundo, sobre todo en los países no desarrollados. Esta controversia que se ha generado en el mundo, en realidad plantea la necesidad de algunas vertientes de investigación que ayuden a dilucidar un problema vigente que divide a la comunidad científica, pero que requiere de su atención.

Aunque resulta evidente que la solución de los problemas de alimentación no se resuelven con la sola generación de tecnología, como sucedió con la revolución verde hace algunas décadas -pues se trata más bien de un problema de equidad- también es claro que la investigación debe encaminarse a buscar respuestas a las interrogantes que plantea el trabajar con organismos genéticamente modificados, ya que sólo así podrán encontrarse las vías para resolver los problemas reales de la producción agrícola, por encima de cualquier interés estrictamente económico e ideológico, sobre todo de las compañías transnacionales que, en muchos de los casos, no ponen la tecnología que generan al servicio de los intereses más altos de la sociedad.

# Cromo L-metionina en Dietas Basadas en Sorgo y Soya en Cerdas Primerizas

Ramón Florencio García-Castillo\*, Héctor Gutiérrez-Bañuelos, Miguel Mellado-Bosque, Regino Morones-Reza

Departamento de Nutrición y Alimentos, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

\*Autor responsable, e-mail: cienani@uaaan.mx

Jorge R. Kawas-Garza

Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León

---

**Abstract.** *Chromium L – methionine in diets based on sorghum and soybean. for pregnant sows; 2. Birth and 3. Progeny.* An experiment was carried out to evaluate the addition of Cr L–Met on the productive behavior of commercial sows (Hampshire, Duroc and Yorkshire) and their progeny. The possible benefits were observed in sows live weight, pregnancy and lactation; it was also analyzed the litter size in terms of litter weight, number of piglets or kilograms of piglets produce at birth and weaning. The serum metabolites glucose, urea, creathinine, cholesterol, total proteins, and uric acid were measured. The following minerals in blood serum were evaluated: P, Ca, Mg, Cu and Zn. Fifteen sows were fed with a diet based on sorghum and soybean meal (14.8 % CP and 3.1 Mcal ME). Cr L–Met was added at levels of 0, 300, 600 ppb. The results showed no statistical differences ( $P>0.05$ ) among the analyzed groups in terms of live weight of sows, weight at puberty, and weight at the end of lactation. No differences ( $P>0.05$ ) were detected among groups as far as litter size at birth, and weaning. No differences were found ( $P>0.05$ ) in the levels of serum electrolytes and metabolites analyzed in those sows, given different levels of Cr L–Met. It was concluded that the addition of Cr L–Met to reproductive sows did not affect their weight gain at puberty, gestation and lactation and did not improve the number and weight of their piglets at birth, and at weaning. Also, the supplementation of Cr L–Met did not affect serum metabolites and electrolytes in the treated sows.

**Key words:** Chromium, sows, piglets, electrolytes, metabolites.

**Resumen.** Se realizó un experimento para evaluar el efecto de la adición de Cr L–metionina sobre el comportamiento productivo de cerdas primerizas cruce comercial (Hampshire, Duroc, Yorkshire) y su progenie, expresado en: peso de las cerdas a la pubertad, gestación y lactancia; también se evaluó el tamaño de la camada, expresado en peso, número y kilogramos de lechón producidos al nacimiento y al destete, también se analizaron los metabolitos glucosa, urea, creatinina, colesterol, proteínas totales y ácido úrico; se evaluaron P, Ca, Mg, Cu, y Zn. Se utilizaron 15 cerdas que fueron alimentadas con una dieta basada en sorgo y soya (14.8 % de PC y 3.1 Mcal EM), a las cuales se les adicionó Cr L–metionina (0, 300 y 600 ppb). Los resultados indicaron que no hubo diferencia estadística ( $P>0.05$ ) en los pesos analizados de las cerdas, peso a la pubertad, gestación y lactación. Tampoco se observó una diferencia estadística ( $P>0.05$ ) en el tamaño de la camada al nacimiento y al destete. No se encontró diferencia estadística ( $P>0.05$ ) con la adición de Cr L–Met entre los tratamientos al analizar los metabolitos y electrolitos. Por lo que la adición de Cr L–metionina no afectó la ganancia de peso de las cerdas en las etapas de pubertad, gestación y lactancia, no mejoró el número y peso de los lechones al nacer, ni al destete, y no afectó el perfil de metabolitos y electrolitos estudiados.

**Palabras clave:** Cromo, cerdas, lechones, electrolitos, metabolitos.



## Introducción

El Cr es un nutrimento esencial que está involucrado con una tendencia anabólica en el metabolismo de los carbohidratos, lípidos, aminoácidos y proteínas. Se le asocia frecuentemente con el metabolismo de los carbohidratos por ser componente activo del Factor de Tolerancia a la Glucosa, el cual potencializa a la insulina, lo que normaliza la utilización de carbohidratos (glucosa) y propicia un mejor comportamiento productivo del animal (Anderson, 1994).

La movilización del Cr de las reservas corporales es importante con dietas energéticamente densas, para animales en estrés. En este caso, las dietas energéticamente densas agotan las reservas corporales de Cr<sup>+3</sup>, ya que el Factor de Tolerancia a la Glucosa se moviliza cuando se necesita, pero no se reabsorbe y se excreta en la orina (Anderson, 1987).

También el estrés en el animal hace que se remuevan altas cantidades de Cr<sup>+3</sup> de las reservas corporales, en gran parte debido a las respuestas hormonales que incrementan la glucosa sanguínea. El grado de estrés puede estar relacionado con la cantidad de Cr eliminado en la orina; aunque también los niveles de Cr sérico disminuyen durante infecciones agudas, enfermedades y preñez (Anderson, 1994). El NRC (1988) establece que la absorción promedio de Cr de los ingredientes de una dieta normal, es del orden del 0.5 %; sin embargo, el Cr<sup>+3</sup> inorgánico se absorbe en niveles muy bajos (0.4–3 %), lo que está inversamente relacionado con el consumo de alimento (Anderson, 1987). Por lo anterior se deduce que es necesaria una suplementación de Cr en la dieta, especialmente en las etapas de gestación (producción) y lactación, en las cuales el estrés y los requerimientos nutrimentales, respectivamente, son preponderantes en el comportamiento y productividad. El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la suplementación de Cr orgánico (Cr L-Met) en una dieta formulada con sorgo y soya para cerdas primerizas, a fin de evaluar su comportamiento en peso durante la pregestación, gestación y lactación; el número y peso de los lechones al nacer y al destete, y la concentración de metabolitos y electrolitos en la sangre de las hembras en lactación.

## Materiales y Métodos

El trabajo se llevó a cabo en las instalaciones de la Unidad Porcina y el Laboratorio de Nutrición y Alimentos, Reproducción y Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Buenavista, Saltillo, Coah., México.

## Manejo y alimentación de los animales

Se utilizaron 15 cerdas primerizas, cruza tipo comercial (Hampshire, Duroc, Yorkshire), las cuales fueron sorteadas en tres grupos (uno por cada tratamiento) de cinco animales (repeticiones por tratamiento); cada cerda se consideró una unidad experimental. Los tratamientos consistieron en 0, 300 y 600 ppb de Cr L-Met (Microplex<sup>®</sup>, Zinpro Corp<sup>®</sup>). Las hembras comenzaron la prueba al llegar a 86 kg de peso vivo promedio, el cual se consideró como peso inicial; a partir de este peso se les proporcionó 3.6 kg de alimento por día a cada cerda; los ingredientes básicos fueron el sorgo y la soya, minerales, vitaminas y Cr L-Met (Cuadro 1). Este manejo y alimentación se realizó hasta que los animales alcanzaron 125 kg ± 5 kg de peso vivo, aproximadamente. Luego de este momento, 12 horas después de haberles detectado el celo, se expusieron al empadre controlado, y a otra monta 12 horas después de realizada la primera, para lo cual se utilizaron sementales de las razas Duroc y Hampshire.

**Cuadro 1.** Composición y contenido nutrimental de la dieta basándose en sorgo y soya adicionada con Cr L-Metionina (0, 300 y 600 ppb) para cerdas en pregestación, gestación y lactación.

Ingredientes	kg	Nutrimento	%
Sorgo	670.00	Materia seca	87.3
Soya	160.00	Proteína	14.8
Salvado	110.00	Ext. Etéreo	3.6
Vit. Y Min.	40.00	Fibra cruda	3.9
Cebo de res	20.00	Ext. Lib. Nit.	60.3
Total kg	100.00	Cenizas	4.7
	1000.00	ED Mcal kg <sup>-1</sup> MS	3.3
		EM Mcal kg <sup>-1</sup> MS	3.167

La energía digestible se estimó mediante el procedimiento de Crampton y Harris (1969) y la energía metabolizable según la NRC, (1988).

Cuando los animales estaban en la etapa de lactación (cinco días después del parto), se tomaron muestras de sangre a cada animal por la vena yugular o de la carótida con tubos vacutainer provistos con aguja de 0.8 x 38 mm. Las muestras de sangre (15 ml) se centrifugaron a 2000 r.p.m. durante 15 minutos, se les separó el suero, el cual se refrigeró para su análisis posterior. Para determinar la concentración de glucosa se utilizó el método Trinder (Sigma, 1990). El colesterol se determinó por la prueba enzimático colorímetro (Sigma 1989<sup>a</sup>). El contenido de urea se obtuvo por la prueba calorimétrica aplicando el método ortoformaldehído, adaptado de la reacción propuesta por

Jung *et al.* (1975). Por medio de la prueba calorimétrico-cinética, por fotometría descrita por Jaffé (Slot, 1965) se determinó la creatinina. La concentración de proteínas totales en suero se obtuvo por medio de procedimientos espectrofotométricos perfilados en *kits* comercialmente disponibles (Sigma 1989b).

El contenido de los minerales como Ca, se analizó por medio de colorimetría en espectrofotómetro; Mg, Cu, Zn y P se determinaron en un espectrofotómetro Perkin Elmer de absorción atómica.

### Diseño experimental

Para el análisis se utilizó un diseño completamente al azar con igual número de repeticiones (Steel y Torrie, 1980). Después del análisis de varianza, para interpretar la significancia del efecto de tratamiento, se realizó la comparación de medias con la regresión de polinomios ortogonales.

Para evaluar el efecto del peso al inicio del tratamiento, sobre la respuesta del Cr L-Met en la variable diferencia de peso al empadre, gestación y lactación, se llevó a cabo el análisis de covarianza, en el cual se observa el efecto de la covariable (peso al inicio del tratamiento) sobre el comportamiento de los pesos. Para realizar el análisis de datos de las cerdas al final de la lactancia y de los lechones al destete, se utilizó un diseño completamente al azar con diferente número de repeticiones.

## Resultados y Discusión

### Peso de las cerdas en pregestación

La inclusión de Cr L-Met en la dieta basándose en sorgo y soya no tuvo efecto ( $P>0.05$ ) sobre los aumentos de peso en el período inicio de tratamiento hasta antes del empadre (pregestación). Sin embargo, se observó una tendencia lineal relacionada con los niveles de inclusión de Cr en la dieta. Aunque no hubo diferencia estadística significativa ( $P>0.05$ ), con la adición de Cr la ganancia en peso aumentó en un 22.6 % respecto al testigo.

### Período de gestación

El Consejo Nacional de Investigación de Estados Unidos (NRC, 1988 y 1998), indica que las cerdas primerizas en gestación ganan, aproximadamente, 25 kg de peso durante este período y cerca de 20 kg por los productos de la concepción (fetos, membranas fetales, líquidos, etc.), lo que representa un aumento de peso

aproximado de 45 kg en el período de gestación. Esta institución recomienda un consumo de 1.96 kg de alimento conteniendo 3.265 Mcal EM  $\text{kg}^{-1}$  MS y 12.9 % de proteína para cerdas primerizas de similar peso a las utilizadas en este estudio, que esperan un promedio de 11 lechones por camada (NRC, 1998).

En este experimento, las cerdas ganaron un promedio de 30.8 kg de peso durante la gestación y aproximadamente 16.5 kg por los productos de la gestación (Cuadro 2), lo que representa aproximadamente 47.3 kg de ganancia total en peso durante el período de gestación. De acuerdo a estos incrementos, las hembras tendieron a ganar más peso que lo establecido por NRC, (1988 y 1998); sin embargo, el peso de los productos de la concepción fue más bajo que lo esperado.

La inclusión de Cr L-Met no tuvo efecto en la ganancia de peso durante el período de gestación, al no encontrar diferencias estadísticas significativas ( $P>0.05$ ) del grupo testigo con respecto a los tratamientos con Cr L-Met (Cuadro 2). Es necesario mencionar que en esta etapa se utilizaron dietas que contenían mayor cantidad de proteína cruda y ligeramente menor cantidad de EM que las recomendadas por el NRC (1988 y 1998), lo cual quizás influyó en el comportamiento en peso en esta etapa.

### Período de lactación

No se obtuvo diferencia estadística significativa entre los tratamientos ( $P>0.05$ ). La inclusión de Cr L-Met (Cuadro 2) no afectó el comportamiento en peso de los animales en lactación. Las cerdas perdieron 18.77, 19.53 y 15.62 kg en este período para los tratamientos que contenían 0, 300 y 600 ppb de Cr, respectivamente. La mayor pérdida de peso se observa en el tratamiento conteniendo 300 ppb de Cr debido, quizás, a un mayor número (7.8) de lechones destetados (Cuadro 3). Por lo general, las cerdas que ganan más peso durante la gestación son las que pierden más peso en la lactación (Flores y Agraz, 1987); sin embargo, esta condición no se observó en este trabajo.

Sobre la base del nivel de energía y nutrientes necesarios en la dieta, una cerda primeriza en lactación requiere en promedio 5.0 kg de alimento diario, unos 815 g de proteína y 14.060 Mcal EM por día (NRC, 1998). En este caso, considerando la dieta ofrecida, las cerdas en este período consumieron 5 kg de alimento por día, 740 g de PC y 15.5 Mcal EM por día

El contenido de nutrientes en la leche de la cerda durante un período de cinco semanas es mucho mayor que el depósito de nutrientes en los fetos y membranas

placentarias durante un período de gestación de 114 días.

**Cuadro 2.** Comportamiento de cerdas pregestantes, gestantes y en lactación, alimentadas con dietas suplementadas con Cr L-Met.

Variables	Tratamientos				EEM <sup>++</sup>	P>F
	0	300	600			
<i>Pregestación</i>						
Ganancia de peso kg	33.42	39.97	42.02	2.89	0.154	
<i>Gestación</i>						
Ganancia de peso total kg	49.40	46.24	46.56	5.03	0.888	
Tejido maternal kg	35.00	29.80	27.80	4.38	0.512	
Placenta y prod. de concepción kg	14.40	16.44	18.76	1.53	0.175	
<i>Lactación</i>						
Pérdida de peso kg	18.77	19.53	15.62	5.15	0.975	

Ppb<sup>+</sup>= Partes por billón de Cr  
EEM<sup>++</sup>= Error experimental de la media

O sea, las necesidades nutricionales de la cerda para la lactación son más altas que para la gestación, debido a que la densidad energética y el contenido proteico de la leche de cerda son muy altos, pues contiene un promedio de 19.4 % de sólidos totales, 7.2 % de grasa y 6.1 % de proteína. Si el consumo de energía de la dieta no es adecuado para mantener las demandas de mantenimiento y producción de leche, la cerda llega a agotar sus reservas corporales; en este caso, el tejido podría movilizarse para proveer los nutrimentos necesarios para producción de leche NRC, (1998). El grado al cual se pueden movilizar las reservas de la madre para la lactación cuando la ingestión alimenticia es insuficiente, se relaciona con el nutriente específico (Church *et al.*, 2002).

### Tamaño de la camada al nacimiento

La adición de Cr L-Met no tuvo efecto estadístico significativo (P>0.05) sobre el tamaño de la camada. Dentro del tamaño de la camada se incluyó el número de lechones, el peso al nacimiento y el peso de lechones producidos al destete (Cuadro 3). Sin embargo, se observó que existe diferencia numérica entre tratamientos. Los tratamientos conteniendo Cr L-Met tuvieron en promedio

un lechón más (9.3 – 8.4). También los lechones al nacer fueron 3 % más pesados. De igual manera, el peso total de los lechones por camada fue 2.34 kg mayor en los tratamientos con adición de Cr.

### Destete

Dentro del tamaño de la camada al destete se consideró el número de lechones destetados, peso al destete y el peso de lechones destetados. Al analizar estadísticamente estos parámetros, no se encontró diferencia estadística significativa (P>0.05), por lo tanto no se observó un efecto del Cr L-Met.

Se observa una diferencia numérica entre los tratamientos como resultado de la adición de Cr L-Met (300 y 600 ppb), pues éstos tuvieron un mejor comportamiento productivo que el tratamiento testigo (0 ppb). El Tratamiento 2 (300 ppb de Cr L-Met) tuvo un 84.8 % de lechones destetados, seguido del Tratamiento 3 con 74.5 % y el Tratamiento 1 con 73.8%; además, se obtuvieron 1.2 lechones destetados más en los suplementados, en comparación con el Tratamiento testigo (Cuadro 3).

**Cuadro 3.** Número y peso de lechones al nacer, y al destete, de cerdas alimentadas con dietas basadas en sorgo y soya, adicionadas con Cr L-Met.

Variables	Tratamientos					
	Cr L-Met (ppb <sup>+</sup> )	0	300	600	EEM <sup>++</sup>	P>F
No. lechones al nacer		8.4	9.2	9.4	1.070	0.790
Peso lechón al nacer (kg)		1.391	1.447	1.414	0.078	0.879
Peso por camada al nacer		11.684	13.312	13.292	1.280	0.362
No. lechones al destete		6.2	7.8	7.0	0.840	0.558
Peso lechón al destete		5.470	5.270	5.110	0.610	0.923
Peso de lechón destetado		33.914	41.106	35.770	7.080	0.698

Ppb<sup>+</sup> = Partes por billón de Cr  
EEM<sup>++</sup> = Error experimental de la media

### Metabolitos

Al analizar los resultados obtenidos en la evaluación de los metabolitos, no se encontraron diferencias estadísticas significativas (P>0.05), por lo tanto, no se vieron afectados por la adición del Cr L-Met (Cuadro 4).

Estos resultados concuerdan con los datos de



(Matthews *et al.*, 2001), los que señalan que se trataron cerdos en crecimiento con picolinato de Cr y propionato de Cr para analizar glucosa, urea, colesterol y proteínas totales, y no fueron afectados ( $P>0.10$ ) por ninguna de las fuentes. También, en cerdos suplementados con picolinato de Cr se analizaron los metabolitos sanguíneos (Mooney y Cromwell, 1997) y no se encontraron diferencias estadísticas, al igual que con Ward *et al.* (1997), quienes suplieron el picolinato de Cr y tampoco encontraron efecto sobre urea, colesterol, glucosa, insulina y hormona del crecimiento.

**Cuadro 4.** Concentración de metabolitos de cerdas en lactación alimentadas con diferentes niveles de Cr L-Met.

Variables	Tratamientos					
	Cr-L-Met (ppb+)	0	300	600	EEM <sup>a</sup>	P>F CN (mg dl <sup>-1</sup> ) <sup>b</sup>
<b>Metabolitos</b>						
Glucosa		56.305	72.463	59.315	7.43	0.31 66.4-116.1
Urea		6.83	7.68	9.33	9	0.19 8.2-24.6
Creatinina		1.5	1.3	1.9	0.24	0.26 0.8-2.3
Colesterol		67.985	59.673	62.688	6.04	0.63 81.4-134.1
Proteínas totales		5.155	4.828	5.338	0.23	0.33 5.8-8.3 <sup>c</sup>

<sup>a</sup> Partes por billón de Cr

<sup>a</sup> Error experimental de la media

<sup>b</sup> Concentración normal (miligramos por decilitro)

<sup>c</sup> Gramos por decilitro

### Electrolitos

Al hacer el análisis de electrolitos, no se observaron diferencias estadísticas significativas ( $P>0.05$ ), por lo tanto la adición de Cr L-Met, no afectó la concentración de metabolitos en sangre de cerdas en lactación (Cuadro 5).

Sólo pequeñas fracciones de Ca, Mg y P, y la mayor parte de Na, K y Cl se encuentran como electrolitos en los líquidos orgánicos y en los tejidos blandos (Bondi, 1988). Sin embargo, es necesario comentar que el nivel de Cr en la dieta produjo una mayor concentración de P en la sangre, pero estos niveles están dentro de la concentración normal. Con relación a otro mineral de importancia, como el Ca por ejemplo, el 50 % de Ca plasmático está en forma ionizada soluble, mientras que del 40 a 45 % está unido a proteínas, principalmente a albúminas y otras proteínas plasmáticas. El 5 % restante está en forma de complejo

con elementos inorgánicos no ionizados que dependen del pH de la sangre (Hays y Swenson, 1999).

**Cuadro 5.** Concentración de electrolitos (mg dl<sup>-1</sup>) de cerdas en lactación alimentadas con diferentes niveles de Cr L-Met.

Variables	Tratamientos					
	Cr-L-lisina (ppb+)	0	300	600	EEM <sup>a</sup>	P>F <sup>b</sup> CN (mg dl <sup>-1</sup> ) <sup>c</sup>
<b>Electrolitos</b>						
P		5.46	5.93	6.34	0.368	0.295 5.3-9.3
Ca		11.53	12.24	12.45	16.07	0.955 9.3-11.9
Mg		4.59	4.90	4.62	7.11	0.952 2.3-3.5
Cu		1.63	1.13	1.75	0.5	0.666 0.7-1.4 <sup>d</sup>
Zn		1.38	1.88	1.25	0.44	0.598 0.5-1.2 <sup>d</sup>

<sup>a</sup> Partes por billón de Cr

<sup>a</sup> Error Experimental de la media

<sup>b</sup> Probabilidad

<sup>c</sup> Concentración normal (miligramos por decilitro)

<sup>d</sup> Gramos por decilitro

El Ca es necesario para la permeabilidad de la membrana, lo cual podría explicar su ligero aumento con la suplementación de Cr, debido a que la insulina aumenta la permeabilidad de la membrana celular hacia la glucosa, aunque también podría ser afectado por la dieta y la etapa de muestreo. El Mg, es básicamente necesario para la fosforilación oxidativa y conduce a la formación de ATP. Además, participa en el metabolismo de los carbohidratos y lípidos y en la síntesis de proteínas (Bondi, 1988). Quizás, aunque no se determinó, se requeriría más Mg en la dieta para aprovechar los niveles de proteína utilizados (NRC, 1998), que también pudieron verse afectados por el muestreo de sangre en lactación, pues esta etapa implica mayor demanda de nutrimentos para la producción de leche. El Cu forma parte de diversas enzimas con función oxidasa, citocromo oxidasa y tirosinasa (Bondi, 1988). Se observó un incremento en el tratamiento conteniendo 0 y 600 ppb, esto fisiológicamente no se podría explicar por la suplementación de Cr. El Zn, que es componente integral de varias enzimas y de los ARN y ADN polimerasas, interviene en la síntesis de proteínas; el Zn se ha ligado a la insulina (Bondi, 1988). Esto puede explicar las concentraciones ligeramente elevadas respecto a las concentraciones normales, asociadas con una dieta alta en proteína en un periodo de lactación, en el cual los requerimientos de nutrientes son elevados.

### Conclusiones

La adición de Cr L-Met a razón de 300 y 600 ppb no mejoró el comportamiento en peso de las cerdas, en las etapas de pubertad, gestación y lactancia. El tamaño de la camada al nacimiento y al destete (número y peso de los lechones), no se afectaron con la adición de Cr L-Met. Los metabolitos y electrolitos no fueron afectados por la adición de Cr L-Met.

Es necesario comentar que se obtuvo un lechón más y mayor peso por camada al nacer, mayor porcentaje y peso de lechones destetados por camada, en comparación con el Tratamiento testigo.

De acuerdo a las conclusiones obtenidas, es necesario continuar investigando sobre la suplementación de Cr L-Met y el comportamiento productivo de las cerdas.

### Literatura Citada

- Anderson, R.A. 1987. Chromium. In: W. Mertz. Trace elements in human and animal nutrition. 5<sup>th</sup> Ed. Academic Press, Inc. San Diego, CA. pp 225-244.
- Anderson, R.A. 1994. Stress effects on chromium nutrition of humans and farm animals. In: Proc. Alltech's Tenth Ann. Symp. T. P. Lynons and K.A. Jaques (Eds). Nottingham University Press, Loughborough, Inglaterra pp 267-274.
- Bondi, A. A. 1988. Nutrición animal. Ed. Acribia, Zaragoza, España. pp.187-89.
- Church D. C., W. G. Pond and K. R. Pond. 2002. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. 2<sup>a</sup> ed. Edit. UTEHA WILEY. 93-94; 496-500.
- Crampton E. W. and L. E. Harris. 1969. Nutrición animal aplicada. 2<sup>a</sup> ed. Edit. Acribia. Zaragoza, España. pp 17-25.
- Hays V. W. and M. J. Swenson. 1999. Minerales. En: Fisiología de los animales domésticos por Dukes. Ed. Uteha. México. pp 517-519.
- Matthews J.O., L. L. Southern, J. M. Fernández, J. E. Pontif, T. D. Bidner, R. L. Odgaard. 2001. Effect of chromium picolinate and chromium propionate on glucose and insulin kinetics of growing barrows and on growth and carcass traits of growing-finishing barrows. J. Anim. Sci. 79 (8) 2172-2178.
- Mooney K. W. and G. L. Cromwell. 1997. Efficacy of chromium picolinate and chromium chloride as potential carcass modifiers in swine. J. Anim. Sci. 75 (10) 2661-2671.
- NRC, 1998. Nutrient requirements of swine. 10<sup>th</sup> Ed. National Academy Press, Washington, D.C.
- NRC, 1988. Nutrient requirements of swine. 9<sup>th</sup> Ed. National Academy Press, Washington, D.C.
- Sigma, 1989a. Cholesterol. Quantitative, enzymatic, determination of total cholesterol in serum or plasma at 500 nm. Tech. Bull. No. 352. Sigma Chemical Co., St. Louis, MO.
- Sigma, 1989b. Total protein. Quantitative, colorimetric determination in serum or plasma at 500 nm. Tech. Bull. No. 541. Sigma Chemical Co., St. Louis, MO.
- Sigma, 1990. Glucose (Trinder) Quantitative, enzymatic determination of glucose in serum or plasma at 505 nm. Tech. Bull. No. 315 Sigma Chemical Co., St. Louis, MO.
- Slot, C. 1965. Plasma creatinine determination. Scand. J. Clin. Lab. Invest. 17, 381.
- Steel, R. G. D. and J. H. Torrie. 1980. Principles and procedures of statistics. A. Biometrical Approach. 2a. Ed. McGraw-Hill Book Co., New York.
- Ward T.L., L. L. Sourthern, T. D. Bidner. 1997. Interactive effects of dietary chromium tripicolinate and crude protein level in growing-finishing pigs provided inadequate and adequate pen space. J. Anim. Sci. 75 (4) 1001-1008.

**22** Ceremonia de Premiación  
**Consejo Cultural Mundial**  
www.consejoculturalmundial.org

Teatro de la Ciudad "Fernando Soler", 18:00 hrs.  
Saltillo, Coahuila, México.

**12 de Noviembre de 2005**

Universidad Autónoma  
Agraria Antonio Narro  
ALMATERRAMATER



# Desempeño de Implementos de Labranza en Términos de Consumo de Energía y Calidad de Trabajo

**Martín Cadena-Zapata\***, **Tomás Gaytán-Muñiz**

Departamento de Maquinaria Agrícola, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

\*Autor responsable, e-mail: martincadena@att.net.mx

**Alejandro Zermeño-González**

Departamento de Riego y Drenaje, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

---

**Abstract . Performance evaluation of four tillage implements in terms of energy consumption and work quality. The evaluation of technological performance of mulchplough, vibrocultivator, (vertical tillage) compared to disc plough and discs harrow (local conventional system), was carried out looking at the quality of work and energy consumption of these implements when tilling the soil. The experiment was established in a clay soil, using a random blocks statistical design with six treatments and three replications. Assessing the performance of the configuration tractor - implement, it was found that the vibrocultivator and the disc harrow had the biggest capacity, less fuel consumption per worked area, as well as less power requirement, so these treatments are statistically different to those of disc plough and mulchplough. When looking at the quality and energy required for operation of the implements it was determined that the disc harrow treatment has a significant difference with that of harrowing after plough, and that the mulchplough produced the biggest aggregates and the vibrocultivator the smallest ones. The energetic index and the unit strength from the treatments of disc plough and mulchplough have a significant difference with all the others, the energetic index and unit strength from the disc plough was higher in a 32 % and 25.5 % respectively compared with the figures from the mulchplough. The geometry, cutting intensity, and soil manipulation influence the difference of the unit strength among implements.**

**Key words:** tillage, tests of implements, energetic index of machine operations.

**Resumen.** Se efectuó la evaluación del desempeño tecnológico del multiarado, y del vibrocultivador, (ambos pertenecientes a un sistema de labranza vertical) para comparar resultados tecnológicos con arado de discos y rastra de discos (labores convencionales en el estado de Coahuila), a partir de la calidad y consumo de energía que los implementos desarrollan al labrar el suelo. El experimento se estableció en un suelo arcilloso, en un diseño de bloques al azar con seis tratamientos y tres repeticiones. En el desempeño de la configuración tractor-implemento se encontró que los tratamientos con vibrocultivador y rastra tienen una mayor capacidad teórica, un menor consumo de combustible por área, así como un menor requerimiento de potencia, por lo que estadísticamente son diferentes a los tratamientos de arado y multiarado. En la calidad y energía de la operación de los implementos se determinó que el tratamiento de rastra supera significativamente al de rastra después de arado; este último presentó un incremento en la densidad en vez de una disminución. El multiarado dejó los agregados más grandes y el vibrocultivador los más pequeños. También se encontró que en el índice energético y el esfuerzo unitario de los tratamientos de arado de discos y multiarado existe diferencia con el resto de los tratamientos; asimismo, el arado de discos supera al multiarado en un 32 y 25.5 % con relación al índice energético y esfuerzo unitario, respectivamente. La diferencia del esfuerzo de cada implemento la influyen su forma geométrica, la intensidad del corte y la manipulación que hacen del suelo.

**Palabras clave:** labranza, pruebas de Implementos, índice energético de labores con maquinaria.



## Introducción

En el estado de Coahuila más del 97 % de la superficie se considera semidesierto; la precipitación media anual es de 398 mm (INEGI, 2002); pese a esta deficiencia, se siembra en 43,112 ha; sorgo forrajero en 28,231 ha, avena forrajera en 16,040 ha, frijol en 12,438 ha, y trigo en 7,799 ha. El rendimiento promedio de maíz es de  $0.65 \text{ t ha}^{-1}$ , el de sorgo forrajero de  $27 \text{ t ha}^{-1}$ , el de avena forrajera de  $25.4 \text{ t ha}^{-1}$ , el de frijol  $0.36 \text{ t ha}^{-1}$  y el de trigo  $2.42 \text{ t ha}^{-1}$  (INEGI, 2001).

Además de bajos rendimientos por la escasa disponibilidad de agua, los agricultores de las zonas áridas enfrentan problemas por los altos costos del sistema de producción, especialmente con relación a las labores de preparación de suelos. Como evidencia de lo anterior, se cuantificó el seguimiento de actividades en el ejido "El Porvenir", municipio de General Cepeda, Coah., durante el ciclo 2001. En esta área, cuando se utiliza el tractor, se realiza un paso de arado y uno de rastra, posteriormente se siembra manualmente, y para tapar la semilla, se da otro paso de rastra, todo lo cual tiene un costo de \$700 pesos. Los mejores rendimientos en promedio son de  $2 \text{ t ha}^{-1}$  y en condiciones muy desfavorables de  $0.657 \text{ t ha}^{-1}$ , por lo que el costo de la labranza podría ubicarse, en el mejor de los casos, entre el 35 y 40 % del valor de la producción e, incluso, llegar hasta el 100 % (Cadena *et al.*, 2001).

Para reducir los costos de producción es posible implementar un sistema de preparación de suelos que utilice menos energía y, a la vez, considerando la poca precipitación, que permita captar y almacenar humedad en el perfil de suelo, tal y como ocurre con la labranza vertical (Hoogmoed, 1994).

Para captar humedad, en un sistema de labranza vertical se utilizan los arados de cincel, cuyo diseño permite penetrar suelos firmes y romper capas compactas. Con este sistema, la superficie queda roturada, lo que permite atrapar y mantener el agua de la lluvia y resistir la erosión del viento. La experiencia ha demostrado que la tracción mínima de los arados de cincel y los subsoladores, ocurre cuando el ángulo de elevación es de  $20^\circ$  entre la superficie de la herramienta y la horizontal. El desmenuzamiento ocurre con el menor esfuerzo cuando la herramienta está aplicando fuerza de elevación, que cuando se corta horizontalmente o empuja verticalmente contra el suelo (Buckingham, 1984).

Dada la necesidad de aumentar eficiencia y reducir costos en las labores de preparación del suelo en los sistemas de producción de las zonas semiáridas, el principal objetivo de esta investigación fue la evaluación del desempeño del multiarado y vibrocultivador como

componentes de un sistema alternativo de labranza reducida; para las condiciones de los sistemas de producción en el estado de Coahuila, se hizo una comparación técnica en referencia al desempeño de las operaciones del sistema convencional regional de preparación con arado y rastra de discos.

La hipótesis establecida fue que los resultados tecnológicos de los implementos de labranza vertical son similares, e incluso mejores que los de los implementos convencionales, y que requieren de menor energía.

## Materiales y Métodos

Esta investigación se desarrolló en el campo experimental de Buenavista, de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, y consistió en evaluar los trabajos que se realizan en suelos de la región y la energía que utilizan tanto los implementos agrícolas del sistema convencional, como otros de un sistema alternativo de labranza vertical.

Para el análisis estadístico de la información se estableció el experimento utilizando un diseño experimental de bloques al azar con los siguientes seis tratamientos: arado de discos, multiarado, vibrocultivador con rodillo, vibrocultivador sin rodillo, rastra después de arado y rastra. El trabajo se realizó en tres repeticiones en unidades experimentales de  $8 \times 50 \text{ m}$ , tamaño adecuado para la operación de la maquinaria.

### Características generales del equipo agrícola

El equipo que se empleó en este trabajo fue: Tractor New Holland 5010 WD, con una potencia de 52.5 kW (70 hp) al volante; tractor John Deere 2300, con una potencia de 63 kW (84 hp) al volante; arado de tres discos New Holland; vibrocultivador New Holland de siete cinceles; multiarado New Holland de dos cuerpos, y rastra de discos John Deere de 20 discos. Los implementos utilizados son del tipo integral.

### Caracterización del sitio de evaluación

Antes de establecer los tratamientos, se realizó una caracterización del terreno a través de las siguientes mediciones: porcentaje de las fracciones minerales (arcilla, limo, arena) que determinan la textura, por ciento de humedad con base a peso, densidad aparente ( $\text{gr cm}^{-3}$ ), porcentaje de cobertura vegetal, índice de rugosidad (cm) y resistencia a la penetración ( $\text{kg cm}^{-2}$ ). Estas mediciones se hicieron para determinar las condiciones en las que se encontraba antes de establecer el experimento.

## Desempeño de la configuración tractor - implemento

Para determinar el comportamiento del tractor con cada uno de los implementos (tratamientos), se registró: ancho de trabajo (m), profundidad de trabajo (m), velocidad de trabajo (km h<sup>-1</sup>), porcentaje de patinaje de las ruedas de tracción, consumo de combustible (L ha<sup>-1</sup>), fuerza de tiro requerido (kN) por el implemento. Con los valores promedio de ancho y velocidad de trabajo se determinó la capacidad teórica de campo de los implementos.

## Calidad y energía en la operación de los implementos

Para evaluar la calidad de los resultados de las labores, se analizaron las siguientes variables: densidad del suelo después de la labor (gr cm<sup>-3</sup>), diámetro medio de agregados (mm) e índice de rugosidad del suelo (cm). Asimismo se incluyeron el índice energético (ml m<sup>-3</sup>) para el manejo de suelo y esfuerzo unitario a la falla (k Pa), lo que permitió comparar los implementos, en términos de energía, por volumen de suelo labrado.

## Resultados y Discusión

De la caracterización inicial del terreno se obtuvieron los siguientes datos: el suelo se clasificó como arcilloso, por tener un 50.7 % de arcilla, 39.3 % de limo y 10% de arena; su humedad inicial fue de 7.7 % y su densidad aparente en el perfil, fue de 1.36 gr cm<sup>-3</sup>

Después de las labores, para cada variable se realizó un análisis de varianza y la comparación de medias al 0.01

mediante la prueba de diferencia mínima significativa y los resultados se reportan en el Cuadro 1.

El ancho de trabajo es fundamental para la medición de la capacidad de trabajo e influye en el criterio de selección del equipo por parte de los productores; los resultados muestran que existe una diferencia entre los tratamientos con relación al ancho de trabajo, de los cuales el mejor es el del vibrocultivador, seguido de la rastra en barbecho, rastra, multiarado y, por último, el arado de discos. Esta diferencia radica, principalmente, en el diseño y forma de los implementos. No existe diferencia entre los tratamientos respecto a la profundidad de trabajo de los implementos, de los cuales el arado y el multiarado son los que tuvieron mayor penetración relativa, que se vio limitada por lo seco del terreno. La penetración depende de la resistencia que presente el suelo, que a medida que se seca, reduce la profundidad de trabajo de los implementos, como encontró Cadena (1999) en un trabajo similar, en condiciones tropicales.

Con relación al desempeño caracterizado principalmente por la capacidad teórica, consumo de combustible y requerimientos de potencia, se observa que los tratamientos con vibrocultivador y rastra tienen una mayor capacidad teórica, un menor consumo de combustible por área, así como un menor requerimiento de potencia, por lo que estadísticamente son diferentes a los tratamientos de arado y multiarado; esta diferencia se debe a que la capacidad teórica y consumo de combustible están directamente relacionados con el ancho de trabajo del implemento, y la potencia, con la fuerza que demandan los implementos al momento de laborar.

**Cuadro 1.** Desempeño de la configuración de tractor – implemento

Implemento	Ancho de trabajo (m)	Profundidad de trabajo (m)	Velocidad (km h <sup>-1</sup> )	Patinaje (%)	Capacidad teórica (ha h <sup>-1</sup> )	Consumo de Comb. (L ha <sup>-1</sup> )	Fuerza de tiro (kN)	Potencia (kW)
Arado de discos	0.68 (E)	0.152 (A)	4.45 (BC)	1.28 (D)	0.31(C)	20.00 (A)	14.86 (B)	23.32 (B)
Multiarado	1.65 (D)	0.149(A)	4.10 (C)	8.17 (AB)	0.67 (B)	12.41 (B)	23.03 (A)	30.80 (A)
Vibro con rodillo	2.28 (AB)	0.118(A)	5.51 (A)	3.56 (CD)	1.34 (A)	8.59 (CD)	3.95 (D)	12.26 (C)
Vibro sin rodillo	2.39 (A)	0.14 (A)	5.34 (AB)	1.93 (CD)	1.27 (A)	11.29 (BC)	4.41 (D)	12.47 (C)
Rastra desp. arado	1.97 (C)	0.13 (A)	5.24 (AB)	9.51 (A)	1.03 (A)	8.00 (D)	7.11 (C)	16.51 (C)
Rastra	2.09 (BC)	0.10 (A)	5.32 (AB)	5.18 (BC)	1.11 (A)	10.21 (BCD)	5.74 (CD)	14.38 (C)

**Nota:** Los valores con letras diferentes en la misma columna indican que existe estadísticamente diferencia significativa al 0.01.

### Calidad y energía de la operación de los implementos

El objetivo más importante de las labores primarias es el aumento de la porosidad del suelo. Un indicador de este factor es el cambio en la densidad aparente. En la Figura 1 se observan los cambios de la densidad en cada tratamiento. El tratamiento de rastra muestra el valor más bajo de densidad. Es importante mencionar que debido a

En este último se presentó un incremento en la densidad, en vez de una disminución; la explicación de este hecho es que se partió de una densidad relativamente baja y que, por consiguiente, con el paso del implemento se desintegraron los agregados grandes, a la vez se ayudó al reacomodo de agregados según su tamaño, lo que incrementó en un 15.56 % la densidad final.

A partir de la medición del micro-relieve se calcula el

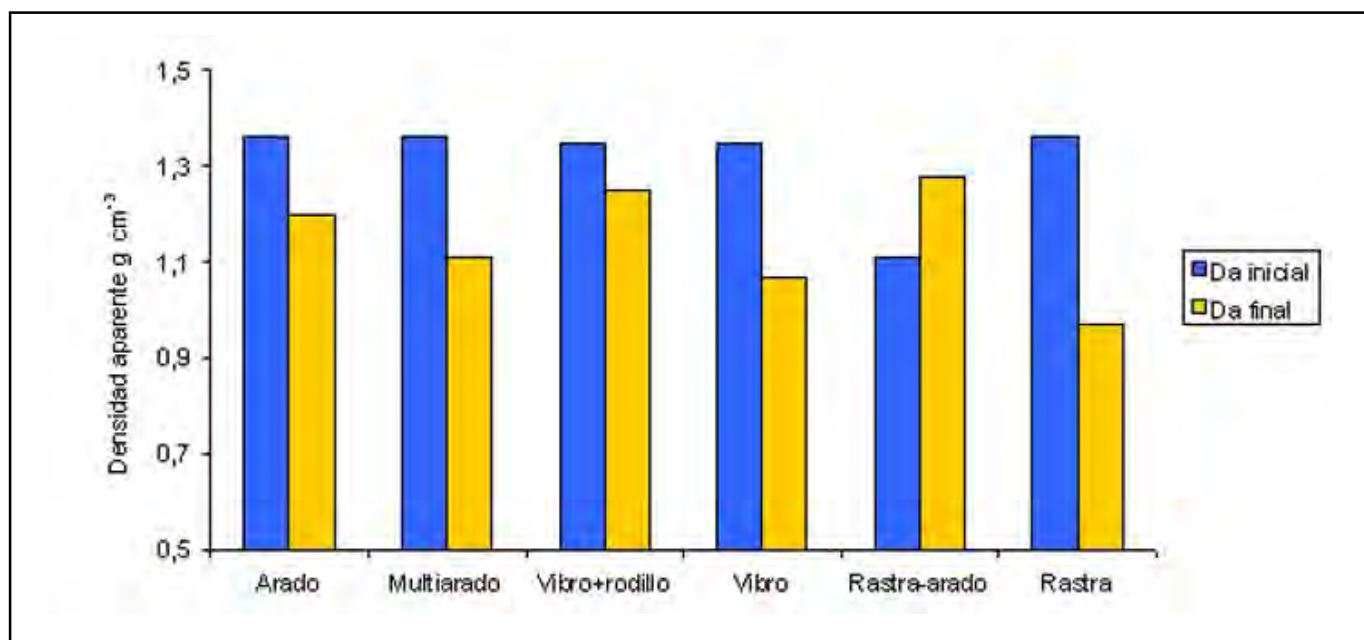


Figura 1. Comportamiento de la densidad aparente para cada tratamiento

este implemento, la reducción de densidad se presentó en un estrato desde la superficie, hasta una profundidad de 10 cm, como se muestra en el Cuadro 2.

Por otro lado, se observa que el tratamiento de rastra difiere significativamente del de rastra después de arado.

índice de rugosidad que es otra variable de la calidad del resultado de las labores, sobre todo cuando se requiere crear condiciones en la superficie para evitar escurrimiento y aumentar la infiltración.

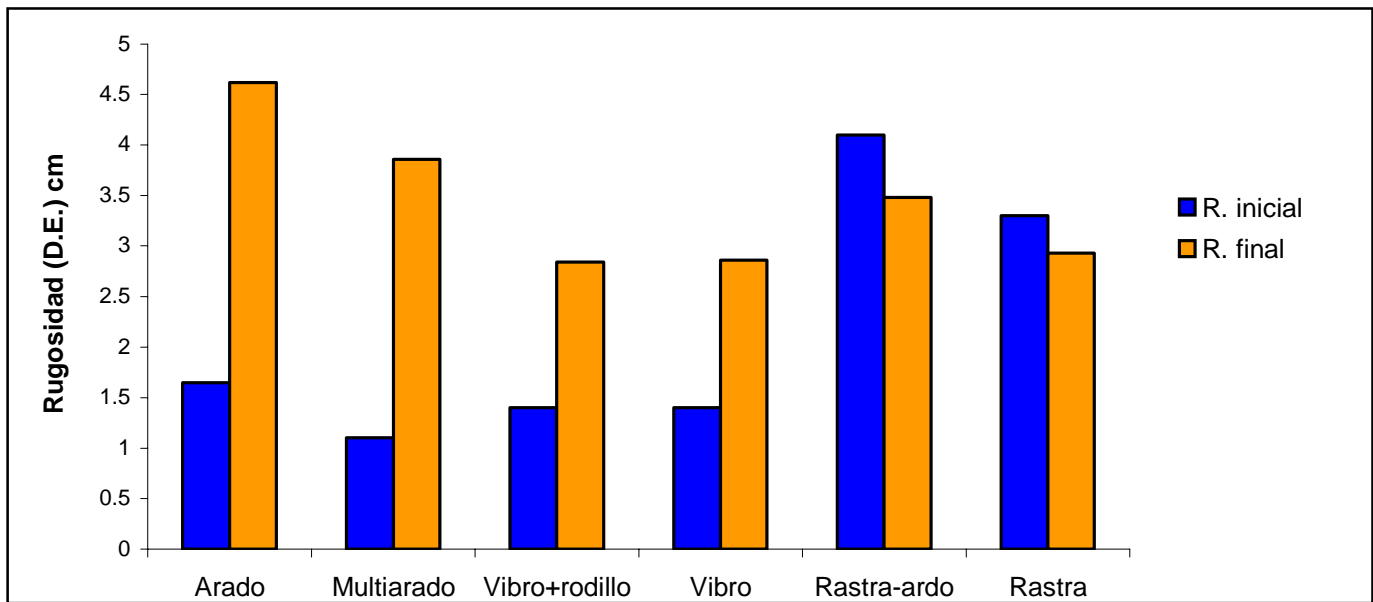
El índice de rugosidad de los tratamientos arado y

Cuadro 2. Calidad y energía de la operación de los implementos

Implemento	Índice energético (ml m <sup>-3</sup> )	Esfuerzo unitario (kPa)	Rugosidad (D.E. cm)	Tamaño de agregados (mm)	Reducción de densidad (%)
Arado	13.29 (A)	143.27 (A)	4.62 (A)	19.97 ( B)	-11.11 (B)
Multiarado	9.05 (AB)	106.67 (A)	3.86 (AB)	53.24 (A)	-18.22 (BC)
Vibro con rodillo	7.65 (B)	14.58 (B)	2.84 (C)	13.93 (B)	-7.35 (B)
Vibro sin rodillo	7.98 (B)	12.93 (B)	2.86 (BC)	9.03 (B)	-20.37 (BC)
Rastra desp. arado	5.80 (B)	18.78 (B)	3.48 (BC)	10.81 (B)	15.56 (A)
Rastra	9.29 (AB)	26.73 (B)	2.93 (BC)	16.33 (B)	-28.43 (C)

Nota: Los valores con letras diferentes en la misma columna indica que existe estadísticamente diferencia significativa al 0.01.





**Figura 2.** Rugosidad del suelo antes y después de cada tratamiento

multiarado fueron de 4.6 y 3.8 cm, respectivamente, como se puede apreciar en la Figura 2. A pesar de que el multiarado dejó los agregados más grandes y estadísticamente existe diferencia significativa entre estos dos tratamientos, la rugosidad entre ambos no difiere estadísticamente, como se aprecia en el Cuadro 2. Esta igualdad en rugosidad, a pesar de la diferencia de tamaño de agregados, se debe principalmente al patrón de trabajo que presenta cada implemento. Mientras que el arado de discos corta e invierte parcialmente el suelo, el multiarado rompe y fragmenta el suelo al levantarlo con las aletas, pero sin invertirlo, con lo que logra reducir la densidad en un 7 % más que el arado de discos.

En la Figura 2 se aprecia que, al contrario de los demás, en los tratamientos con rastra se presentó una reducción de la rugosidad, ocasionada principalmente porque se partió de una rugosidad alta, consecuencia de la labor del arado; a partir de esta condición se siguió con la acción de desmenuzamiento de los agregados y la nivelación del suelo que realiza la labor de rastreo.

En el Cuadro 2 se aprecia que, con relación al índice energético y esfuerzo unitario de los tratamientos con arado de discos y multiarado, existe diferencia respecto al resto de los tratamientos; asimismo, que el arado de discos supera al multiarado en un 32 y un 25.5 % en relación al índice energético y al esfuerzo unitario, respectivamente. La diferencia entre implementos con relación al esfuerzo se ve influenciada por la forma geométrica, la intensidad de corte y la manipulación del suelo que éstos realizan; similares resultados se obtuvieron en el trabajo de Hoogmoed (1994). También el consumo de energía se acentúa conforme se incrementa la profundidad de la labranza Buckingham (1984).

En resumen, se observa que el área de contacto con relación a la dirección de avance del implemento, manipulación del suelo y profundidad de trabajo de los implementos, así como la densidad del suelo influye significativamente tanto en el esfuerzo unitario como en el índice de disgregación energético. El tratamiento de rastra después de arado presenta un índice energético y un esfuerzo unitario relativamente bajos, debido a que el suelo se encontraba suelto al momento de aplicar el tratamiento de rastra.

## Conclusiones

Con base en los datos que se obtuvieron en campo durante la evaluación de los implementos y considerando los objetivos e hipótesis planteados en este trabajo se puede concluir lo siguiente:

El multiarado representa una alternativa adecuada para la preparación primaria del suelo especialmente la de las zonas semiáridas, por lo cual puede utilizarse en lugar del arado de discos, ya que realiza la misma labor que éste, pero con una mejor calidad y menor consumo de energía; esto se observa al reducir la densidad aparente, con la ventaja de una mayor capacidad teórica y ancho de trabajo, así como un menor consumo de combustible por área, menor índice de disturbación energética y menor esfuerzo unitario.

La preparación primaria de suelos puede realizarse con similares resultados tecnológicos de resultados en índice de rugosidad tanto con el multigrado como con el arado de discos, ambos dejan muy similar la superficie del suelo, aunque el costo de energía es menor con el multiarado.

Para realizar la operación de labranza secundaria del suelo, el vibrocultivador puede remplazar la rastra, ya que

realiza una mejor reducción de la densidad aparente y deja un tamaño de agregados óptimos para la cama de siembra; además, comparado con la labor de rastreo convencional, este resultado tecnológico se alcanza con una menor inversión de energía.

Los implementos de labranza vertical, desde el punto de vista tecnológico, y de la reducción de consumo de energía para las zonas semiáridas, representan una opción de menor costo para la preparación de suelos

### Literatura Citada

Buckingham F. 1984. Fundamentos de funcionamiento de maquinaria (FMO), serie cultivo. Deere & Company Service Training, Moline, Illinois. E. U. A.

Cadena Z. M. 1999. Soil Workability as a basis for advice on tillage activities. Wageningen Agricultural University. The Netherlands, pp. 29 – 33.

Cadena Z. M., Zertuche A. F. A., Báez A. O., Gaytán M. T. 2001. Identificación de necesidades de tecnología de mecanización agrícola en las zonas áridas y semiáridas del noreste de México. Informe técnico No. 1. Departamento de Maquinaria Agrícola, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Hoogmoed W. 1994. Soil Tillage. Agronomics applications in tropical regions lecture notes J 150 – 2207. Soil Tillage Department, Wageningen Agricultural University. The Netherlands.

INEGI. Instituto Nacional de Geografía Estadística e Informática 2001. Anuario Estadístico del Estado de Coahuila. INEGI. Aguascalientes, Ags, México, pp. 331 – 341.

\_\_\_\_\_ 2002. Anuario de Estadísticas por Entidad Federativa. INEGI. Aguascalientes, Ags, México, p. 358.



### Subdirección de Postgrado Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

Buenavista Saltillo, Coah.. México. CP 25315

Tel. (844) 411 03 33 y 34 Fax (844) 411 02 28 [postgrado@uaaan.mx](mailto:postgrado@uaaan.mx)

### Programa de Postgrado en Fitomejoramiento

#### Presentación

El Programa de Postgrado en Fitomejoramiento de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN) se inició en agosto de 1971, ante la necesidad de contar con profesionistas capacitados al más alto nivel, para desarrollar actividades de investigación y docencia en el campo de las ciencias agrícolas.

El Postgrado en Fitomejoramiento de la UAAAN es, en la actualidad, una de las mejores alternativas para especializarse en las diferentes áreas del mejoramiento genético vegetal en México.

#### Objetivos

Formar profesionales de excelencia en el campo del mejoramiento genético de plantas, con un conocimiento científico y tecnológico al nivel de maestría y doctorado en ciencias, que les permita resolver problemas de producción e investigación agrícola, y enseñar en ciencias agrícolas.

#### Aspirantes

En su preparación, el estudiante diseña un programa de trabajo académico consistente en un proyecto de investigación y un plan de estudios bajo la asesoría y supervisión de su comité particular.

Al concluir sus estudios, el egresado contará con las herramientas conceptuales y metodológicas en diversos campos del Fitomejoramiento; con una comprensión sólida y amplia de los problemas de la agricultura moderna, y con la capacidad para resolverlos.

Cada aspirante es evaluado con base en su vocación, méritos académicos y profesionales y en su potencial para realizar estudios de postgrado.

Para permanecer en el programa, el estudiante debe cumplir con el requisito de valoración docente con un mínimo de ocho en cada uno de los cursos en que se inscriba incluyendo la investigación, así como con una residencia mínima de tres semestres para estudios de maestría y de cinco para los de doctorado.

# Genotipos de Maíz Tolerantes a Salinidad; un Estudio Preliminar para iniciar un Programa de Selección

Noé Musito-Ramírez\*, María Cristina Vega-Sánchez, José Guadalupe Rodríguez-Valdés

Instituto Mexicano del Maíz, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

\*Autor responsable e-mail: mussitto@GMail.com

**Emilio Padrón-Corral**

Universidad Autónoma de Coahuila, Centro de Investigación en Matemáticas Aplicadas

---

**Abstract.** *Maize genotypes for soil salinity tolerance, an approach to a selection program. Summary.* The objective of this work was to identify maize genotypes tolerant to salinity by means of field and laboratory evaluation. The field experimentation was made during the spring -summer cycle 2002, in Navidad, N. L., México under irrigation conditions. The experimental design was a completely randomized blocks one, in which the following variables were evaluated: grain yield, plant and corncob height, days to feminine and masculine flowering, in 14 genotypes. In one of the repetitions, foliar samples were taken at the moment of appearance of the flag leaf, with intention of determining its mineral contents. The length of radicle and plantule of only 13 genotypes was evaluated in the laboratory (without genotype 8), in five levels of salinity (0, 3, 6, 9, 12 decisiemens), under a completely randomized design with a factorial arrangement. The analyses of variance for genotypes in field showed differences ( $p < .01$ ), and the DMS ( $\alpha = 0.01$ ) test for yield considered genotypes 1 and 2 as statistically equal, with average yields of 6964.3 and 6619.5 kg ha<sup>-1</sup>, but superior to the An-447 witness (5996.3 kg ha<sup>-1</sup>). Foliar analysis showed that levels of N, P and K were low, as opposite to those of Ca, Mg and S, which means that these last ones are present in the soil in great amounts and cause its salinity, which causes a deficient absorption of first ones.

**Key words:** *Zea mays L., salinity of the ground, yield, radicle, plantule.*

**Resumen.** El objetivo de este trabajo fue identificar genotipos de maíz tolerantes a salinidad mediante la evaluación en campo y laboratorio. La experimentación en campo se realizó durante el ciclo Primavera-Verano de 2002, en Navidad, Nuevo León, bajo condiciones de riego. El diseño experimental fue de bloques completos al azar, en los cuales se evaluaron las variables: rendimiento de grano, altura de planta y mazorca, días a floración femenina y masculina, en 14 genotipos. En una de las repeticiones, se procedió a tomar muestras foliares en el momento de aparición de la hoja bandera, con propósito de determinar contenidos de minerales. En el laboratorio se evaluó la longitud de la radícula y la plántula de sólo 13 genotipos (sin el genotipo ocho), en cinco niveles de salinidad (0, 3, 6, 9, 12 decisiemens), bajo un diseño completamente al azar con arreglo factorial. Los análisis de varianza para genotipos en campo mostraron diferencias ( $p < .01$ ), y la prueba DMS ( $\alpha = 0.01$ ) para rendimiento consideró a los genotipos 1 y 2 como estadísticamente iguales, con rendimientos promedio de 6964.3 y 6619.5 kg ha<sup>-1</sup>, pero superiores al testigo AN-447 (5996.3 kg ha<sup>-1</sup>). El análisis foliar mostró, que los niveles de N, P y K fueron bajos, caso contrario en cuanto a Ca, Mg y S, lo cual significa que estos últimos se encuentran en el suelo en gran cantidad y propician su salinidad, lo que causa una deficiente absorción de los primeros.

**Palabras clave:** *Zea mays L., salinidad del suelo, rendimiento, radícula, plántula.*

## Introducción

La producción de maíz en México puede incrementarse si se obtienen genotipos altamente rendidores o si se aumenta la superficie cultivada. Tal incremento puede lograrse a través de genotipos que prosperen en condiciones adversas como la de suelos salinos-sódicos, que es un problema en grandes extensiones de terreno. Mass *et al.* (1983) reportan que el maíz es tolerante a la salinidad al germinar, pero sensible en otras etapas, más en la de plántula que en la de maduración o llenado del grano. En otros cultivos se ha ligado el estrés que provoca NaCl con deficiencias de macro nutrientes e. g.; altas concentraciones de NaCl han inducido deficiencias de P y Ken tomate (Adams, 1988; 1991) y en pepino (Sonneveld y Kreij, 1999). Cerda y Binham (1978) reportaron un aumento en la producción de jitomate debido a la aplicación de P en todos los niveles de salinidad estudiados. Patel (1973) observó en maíz, sorgo y trigo que el contenido de K en el tejido de la planta disminuye progresivamente con el aumento de la salinidad debido a una absorción más alta de sodio. En el Programa de Maíz de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN) se identificaron, de manera práctica, un grupo de genotipos que exhiben cierta tolerancia a condiciones de salinidad de suelos; por lo tanto, el objetivo de este trabajo es cuantificar los materiales que tengan tolerancia a la salinidad y calificarlos tanto en el campo como en el laboratorio.

## Materiales y Métodos

La experimentación de campo de este trabajo se llevó a cabo durante el ciclo Primavera-Verano, en Navidad, N. L., México, localizado en las coordenadas 25° 02' 20" latitud Norte, y 100° 37' 30" latitud Oeste; con una altura de 1885 m, una temperatura promedio anual de 14° C y un suelo con pH de 7.9. La parcela experimental consistió de cuatro surcos de 5 m de longitud, con 21 plantas por surco, de los que se cosecharon sólo los dos surcos centrales. Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con seis repeticiones y se estimaron las siguientes variables: rendimiento, altura de la planta, altura de la mazorca, días a floración femenina, días a floración masculina en 14 genotipos (Cuadro 1); para el análisis de contenido de minerales, se tomaron muestras foliares en una repetición al momento de aparición de la hoja bandera, el cual se realizó en los laboratorios del Patronato para la Investigación Agrícola del Estado de Coahuila (PIAEC). La experimentación se llevó a cabo el mes de septiembre del 2002, en el Laboratorio de Calidad Proteínica del

Instituto Mexicano del Maíz de la UAAAN; en él se evaluaron sólo 13 genotipos (sin el genotipo 8, según se indica en el Cuadro 1) y cinco niveles de salinidad (0, 3, 6, 9, 12 decisiemens), que se generaron al utilizar NaCl químicamente puro, bajo un diseño de bloques completamente al azar, con arreglo factorial (5x13). La siembra se realizó en cajas petri, con 3 repeticiones por tratamiento; se depositaron siete semillas por caja, la cual contenía papel filtro y la solución salina correspondiente. Las cajas se colocaron en un cuarto oscuro con temperatura y humedad uniforme; después de 20 días se procedió a medir las variables longitud de radícula (LR) y longitud de plántula (LP).

**Cuadro 1.** Material genético evaluado para tolerancia a salinidad en la localidad de Navidad, Nuevo León.

Genotipo	Genealogía
1	<sup>1</sup> SPACP X Relumbroso-7-1-2-2-1
2	SPACP X Perla San Isidro-35-3-2-1
3	SPACP X Perla San Isidro-37-4-2-1
4	SPACP X Perla San Isidro-37-5-2-1
5	SPACP X Perla San Isidro-55-1-1-2
6	SPACP X Perla San Isidro-55-1-1-3
7	SPACP X Perla San Isidro-55-1-1-5
8	Sintetico VANLAP-2
9	Sintetico VANLAP-3
10	<sup>2</sup> VANLAP-2
11	VANLAP-3
12	VANLAP-4
13	<sup>1</sup> SPACP
14	<sup>3</sup> AN-447

1 = Sintético Precoz de Alta Calidad Proteínica

2 = Sintético Precoz de Alta Calidad Proteínica

3 = Sintético Precoz de Alta Calidad Proteínica

## Resultados y Discusión

Los análisis de varianza para las variables de campo (Cuadro 2) muestran diferencias ( $P_0 > 0.1$ ) tanto para genotipos como para bloques, lo que indica la variación entre genotipos y del terreno, y permite la selección de los genotipos más sobresalientes.

La prueba de rango múltiple DMS al 1% para la variable rendimiento (Cuadro 3), agrupa a los genotipos 1, 2 y 8, correspondientes a híbridos experimentales, como



**Cuadro 2.** Cuadrados medios y significancia para las variables bajo estudio, diseño de bloques al azar.

<b>FV kg ha-1</b>	<b>GL</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Altura de planta (cm)</b>	<b>Altura de mazorca (cm)</b>	<b>Días a floración femenina</b>	<b>Días a floración masculina</b>
Bloques	5	3.3735**	321.3619NS	474.2857**	14.4405**	18.1429**
Genotipos	13	1.8554**	928.9963**	543.6923**	12.3013**	11.9927**
s	65	0.5681	303.7106	198.7011	1.6353	1.5685
Error						
C V (%)		12.65	10.61	15.93	1.29	1.29

\*\* Significativo al 0.01 nivel de probabilidad; CV= Coeficiente de variación.

estadísticamente iguales y con los más altos rendimientos promedio por ha, que son de 10 a 16 % superiores al testigo AN-447, genotipo 14, este híbrido es de altos rendimientos (de 8 a 10 t ha<sup>-1</sup>) cuando se siembra en condiciones favorables cuando se siembra en condiciones favorables

no-salinas.

Mientras tanto, los genotipos 13, 12 y 6 presentaron los más bajos rendimientos promedio a pesar de que dos de ellos son variedades sobresalientes en cuanto a adaptación (13 y 12), mientras que el 6 se deriva de la misma población

**Cuadro 3.** Prueba DMS al 1% de las variables bajo estudio.

<b>Tratamiento</b>	<b>Rendimiento kg ha<sup>-1</sup></b>	<b>Altura de planta (cm)</b>	<b>Altura de mazorca (cm)</b>	<b>Días a floración femenina</b>	<b>Días a floración masculina</b>
1	*6964.3 a	170 abc	*105 a	99	97
2	6619.5 abc	163 abc	91 b	cdef	cdef
3	5954.5 cd	161 bcd	83 bcd	99	97
4	5871.2 cd	159 cd	91 b	def	def
5	5835.5	181 ab	98 ab	99	97
6	cd	155 cd	82 bcd	cde	cde
7	4915.5 e	141 d	73 cd	99	97 cd
8	5879.2 cd	*183 a	95 ab	cd	96
9	6857.2 ab	170 abx	92 b	98	def
10	5825.7 cd	173 abc	96 ab	def	97
11	5985.8 cd	171 abc	87 bc	99	cdef
12	5898.2 cd	141 d	69 d	cdef	96
13	5361.7	170 abc	91 b	98	ef
14	de	163 abc	88 bc	ef	97
-	5442.5			99	cde
	de	164	89	cd	97
X	5996.3 bcd			99	cdef
				cdef	98 bc
	5957.7			100 bc	96
				98	f
				f	99 ab
				102 ab	100 ab
				101 b	*100 a

\*Valores máximos alcanzados en cada variable.

Las medias de los genotipos con la misma letra son estadísticamente iguales.

de la cual provienen los tres genotipos más sobresalientes.

De acuerdo al Plant Analysis Handbook (Jones *et al.* 1999), se presenta el nivel de suficiencia de minerales en los 14 genotipos evaluados en campo y analizados en laboratorio (Cuadro 4). El contenido de P fue bajo para todos los genotipos, por lo que se asume una habilidad del cultivo para aprovechar eficientemente este elemento a fin de contrarrestar el efecto de la sal; esto coincide con lo mencionado por Cerda y Bingham (1978) en sus estudios sobre tomate, en los cuales señalan que un aumento de la producción se debió a la aplicación de P en todos los niveles de salinidad que ellos estudiaron.

constituyentes de sales en la región de estudio.

En cuanto al contenido de N, puede observarse que sólo los genotipos 4, 5, 13 y 14 mostraron un nivel adecuado, mientras que el resto lo tuvieron bajo. En general, los elementos N, P y K, al desempeñarse en funciones de la planta confieren, en forma directa o indirecta, tolerancia al efecto de las sales. En general, los 14 genotipos mostraron un nivel bajo de estos tres elementos y su habilidad para desempeñarse en este ambiente pudo deberse a la constitución genética de cada material para desarrollarse en un estrés salino.

**Cuadro 4.** Nivel de suficiencia de elementos químicos minerales en 14 genotipos de maíz sometidos a salinidad de campo.

Genotipo	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Cu	Mn	Zn	B
1	2.10 <sup>1</sup>	0.18 <sup>1</sup>	1.241	1.453	1.163	1.033	702	14.402	78.002	832	10.5722
2	2.451	0.161	1.902	1.203	1.183	0.693	422	16.102	86.702	502	12.5132
3	2.581	0.101	1.521	1.373	1.153	0.903	482	11.302	112.802	512	8.3832
4	3.751	0.151	1.491	1.353	1.083	0.653	532	12.402	82.202	161	5.5472
5	2.882	0.181	1.671	1.363	1.123	0.633	552	15.402	52.702	852	5.1992
6	2.641	0.201	2.582	1.303	1.233	0.883	442	13.402	115.302	992	10.4732
7	2.101	0.181	1.331	1.333	1.213	0.733	332	16.32	123.702	322	6.9902
8	2.521	0.171	1.722	1.333	1.223	0.713	432	11.702	125.002	171	3.6571
9	2.341	0.151	1.862	1.443	1.213	0.833	422	17.02	128.002	382	2.2141
10	2.551	0.161	1.571	1.203	1.233	0.653	402	18.62	44.202	832	7.6872
11	2.651	0.171	1.401	1.593	1.243	0.702	462	11.82	96.202	872	8.7812
12	2.161	0.161	1.842	1.433	1.233	0.723	452	19.52	78.802	181	10.0752
13	3.062	0.181	1.942	1.032	1.163	0.973	332	14.62	76.802	672	10.0252
14	3.122	0.191	1.661	1.403	1.193	0.853	352	19.42	48.802	392	9.2792

1, 2 y 3 contenido bajo, adecuado y alto, respectivamente.  
Fuente: Plant Analysis Handbook. Jones *et al.* 1991.

Respecto al contenido de K, se observó que los genotipos 2, 6, 8, 9, 12 y 13 tuvieron un nivel adecuado, mientras que el resto presentó un nivel bajo, lo cual hace suponer que el K favorece el proceso de osmoregulación como mecanismo de tolerancia a sales, en concordancia con Patel (1973), quien observó que en sorgo, maíz, trigo y zacate Sudán, el contenido de K en el tejido de la planta disminuye progresivamente con el aumento de salinidad, debido a una absorción más alta de Na; además, el K es un elemento asociado con el mantenimiento de la turgencia celular y la regulación de la economía del agua en las células. Es de notarse que el contenido de Na, Mg y S es alto en todos los genotipos, lo que indica la gran cantidad de estos minerales en el suelo y, probablemente, de

El Cuadro 5 concentra los cuadrados medios del experimento de laboratorio para longitud de radícula y plántula en 13 genotipos, dado que el genotipo 8 no se evaluó por insuficiencia de semilla.

La significancia en la fuerte interacción implica que los efectos de los factores no son independientes entre sí, y que cada genotipo responde al cambio de concentración de salinidad. En este caso, no se puede concluir separadamente que un genotipo es el mejor y que un nivel de salinidad es más adecuado sin estudiar a fondo cómo se comporta cada genotipo en los diferentes niveles; por lo tanto, a continuación se detalla la respuesta de la interacción de los genotipos en cada nivel de salinidad para las variables longitud de radícula y plántula.

**Cuadro 5.** Cuadrados medios y significancia de variables estudiadas bajo condiciones de laboratorio.

FV	GL	Longitud de radícula (cm)	Longitud de plántula (cm)
Genotipos	12	204.0825**	5.5315**
Dosis	4	75.9305**	24.4194**
Interacción	48	9.3731**	3.6243**
Error	130	4.3287	2.1664
C V (%)		30.08	28.81

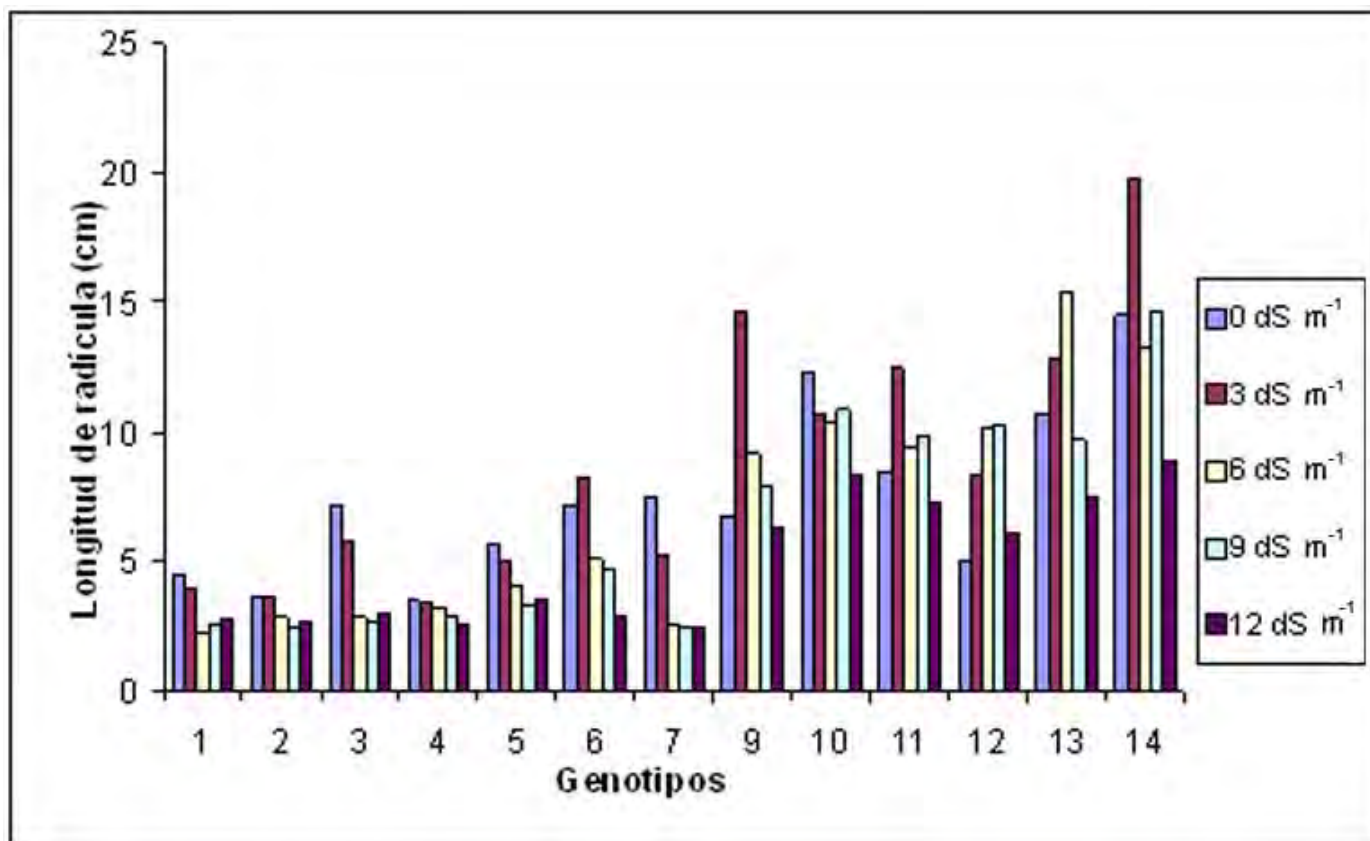
\*\* Significativo al 0.01 nivel de probabilidad; CV= Coeficiente de variación.

La Figura 1 muestra la longitud radicular de los 13 genotipos, en la cual se observa que para el nivel de conductividad de 0 dS m<sup>-1</sup>, el genotipo 14 obtuvo la mayor longitud radicular (14.52 cm) seguido por los genotipos 10 y 13; mientras que los genotipos que mostraron el menor crecimiento fueron el 2 y 4, con menos de 4.2 cm. El genotipo 2 fue uno de los más rendidores en campo, sin embargo, su crecimiento en laboratorio fue deficiente debido, probablemente, a que responde adecuadamente a

condiciones ambientales que favorecen el efecto de la salinidad.

Para el nivel de 3 dS m<sup>-1</sup> de conductividad, el genotipo 14 (19.74 cm) muestra mejor desarrollo, seguido por el genotipo 9 con 14.65 cm; en tanto que los genotipos 2 y 4 mostraron el menor crecimiento radicular (menor a 4 cm). En el más alto nivel de salinidad (12 3 dS m<sup>-1</sup>), los genotipos 14 y 10 obtuvieron la mayor longitud (8.87 y 8.32 cm, respectivamente), en tanto que los genotipos 2, 4 y 7 obtuvieron el menor crecimiento con 2.65, 2.53 y 2.41 cm, respectivamente. Como puede verse, se esperaría que cada genotipo mostrara una tendencia descendente respecto a la longitud radicular, tal como lo muestra el genotipo 4, esto es: que a medida que se incremente el nivel de salinidad, la longitud radicular se debiera reducir, lo cual no sucede; este comportamiento puede deberse, probablemente, a que entre los genotipos existen cruza simples, variedades y un testigo híbrido y, por tanto, sus respectivas varianzas genéticas son diferentes, lo que en determinado momento hace que se vean favorecidos o perjudicados ante un ambiente salino.

La Figura 2 muestra la interacción de genotipos con niveles de salinidad; en ella se señala que la longitud de plántula del genotipo 13 seguido por el 5, obtuvieron los valores más altos (7 cm aproximadamente) para 0 dS m<sup>-1</sup>;



**Figura 1.** Longitud de radícula de 13 genotipos de maíz en cinco niveles de salinidad.

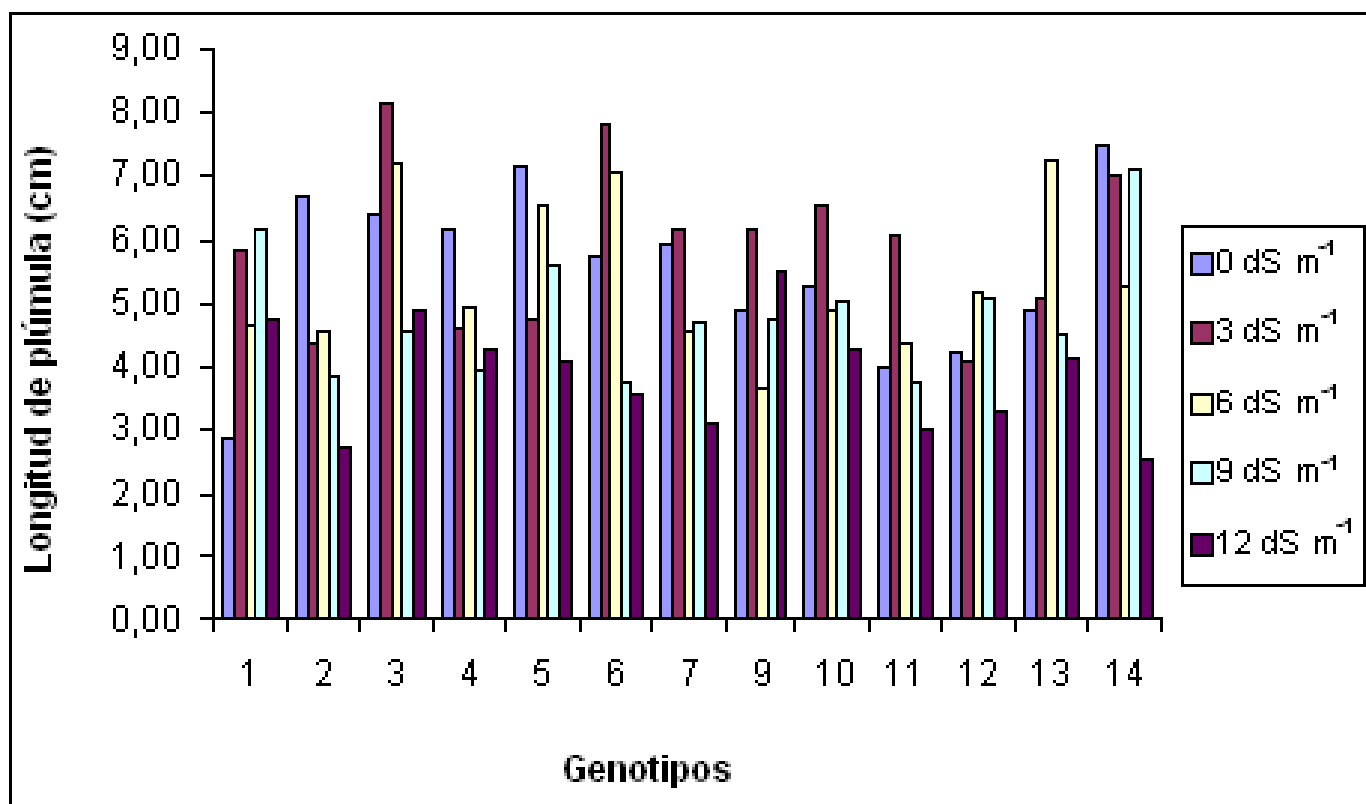


Figura 2. Longitud de plántula de 13 genotipos de maíz en cinco niveles de salinidad.

en tanto que el genotipo 1 obtuvo el menor crecimiento (< de 3 cm).

Para una conductividad eléctrica de 3 dS m<sup>-1</sup>, los genotipos 3, 6 y 14 mostraron el mayor crecimiento de plántula (8.16, 7.80 y 7.03 cm, respectivamente). Para el nivel de salinidad más alto (12 dS m<sup>-1</sup>), el genotipo mostró el mayor crecimiento con 5.51 cm; por el contrario, el genotipo 14, que correspondiente al testigo (AN-447), con 2.56 cm de longitud fue el de menor crecimiento.

Cabe señalar que los genotipos que en campo mostraron el mayor rendimiento, no fueron los que obtuvieron el mejor comportamiento en laboratorio ya que, bajo estas condiciones, el testigo exhibió mejor comportamiento, lo cual pudo deberse a la interacción de los genotipos con el ambiente, principalmente con la temperatura que propicia un mayor daño de salinidad a las plantas.

### Conclusiones

En el trabajo se detectó variación aprovechable en campo, pero no una tendencia significativa en la experimentación exploratoria en laboratorio.

A partir de los materiales genotípicos utilizados además de otras fuentes de tolerancia a salinidad, puede fundarse una población base para iniciar un programa de

mejoramiento de maíz tolerante a sales.

### Literatura Citada

- Adams P. 1988. Some responses of tomatoes grown in Nutrient Film Technique to sodium chloride. Proc. 7. International Cong. Silless Culture, 59-70.
- Adams P. 1991. Effect of Increasing the Salinity of the nutrient solution with mayor nutrients or sodium chloride on the yield quality and composition of tomato grown in Rockwool. J. Hort. Sci. 66(2), 201-207.
- Cerda A. and Bingham F. T. 1978. Yield, mineral composition, and salt tolerance of tomato and wheat as affected by NaCl and phosphorus nutrition. Agrochimica 22, 140.
- Mass, E. V., Hoffman, G. L., Chaba, G. D., Poss, J. A. and Shannon, M. C. 1983. Salt sensitivity of corn at various growth stages. Irrig. Sci. 4, 45-57.
- Patel P. M. 1973. Salinity-fertility interactions for five different crops in relation to yield and chemical composition. Diss. Abstr. Intern. 34, 20.
- Sonneveld C and C Kreij (1999) Response of cucumber (*Cucumis sativus* L.) to an unequal distribution of salt in the root environment. Plant Soil. 209, 47-56.



# Efecto de la Restricción Alimenticia sobre el Comportamiento Productivo de Pollos de Engorda

Lorenzo Suárez-García\*, Jesús Manuel Fuentes-Rodríguez, Manuel Torres-Hernández, Sotero López-Domínguez

Departamento de Ciencia Animal, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

\*Autor responsable - e-mail: [lsuagar@uaaan.mx](mailto:lsuagar@uaaan.mx); [lsuarez@hotmail.com.mx](mailto:lsuarez@hotmail.com.mx)

---

**Abstract.** *Effect of feeding restriction on the productive performance of broilers. Overfeeding and subsequent problems of metabolic origin, are frequently caused by ill applied feeding programs. An experiment was conducted to assay the effect of quantitative feeding restriction (FR) (free access, 18, 16 and 14 hours of consumption) on the productive performance and carcass characteristic of broilers. FR was from 7 to 28 days of age (initiation phase) to 29 to 56 days of age. The birds had free access to feed, considering it as the ending phase. A completely random design was used with four treatments and three repetitions per treatment. FR increased mortality percentage by 3.33, decreased feed consumption ( $P<0.05$ ). The severity of the restriction affected ( $P>0.05$ ) negatively the weekly weight gain only in the weeks 1, 3 and 5, feeding conversion and feeding efficiency were not affected. After the restriction, weekly weight gain, live weight, feed consumption feed conversion, were not statistically different ( $P>0.05$ ). Carcass yield, main cut parts, secondary cut parts and offal, were not statistically different ( $P>0.05$ ). The economic index was higher in Treatment 1 than in other treatments. It is concluded that the severity of the restriction didn't affect mortality, productive variables, carcass yield, and yield in main and secondary cut parts obtained.*

**Key words:** feed restriction, broilers, productive performance.

**Resumen.** La sobrealimentación y los subsecuentes problemas de origen metabólico, frecuentemente se derivan de programas de alimentación mal aplicados. Se estableció un experimento para medir el efecto de restricción alimenticia (RA) cuantitativa (libre acceso, 18, 16 y 14 h de consumo) sobre el comportamiento productivo y las características de la canal de pollos de engorda. La restricción alimenticia fue del día 7 al 28 de edad (fase de iniciación). Del día 29 a 56 de edad las aves se alimentaron a libre acceso, lo que se consideró la fase de finalización. Se utilizó un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos y tres repeticiones por tratamiento. La RA aumentó el porcentaje de mortalidad en 3.33 %, redujo el consumo de alimento ( $P<0.05$ ). La severidad de la restricción afectó ( $P<0.05$ ) negativamente la ganancia semanal de peso únicamente en las semanas 1, 3 y 5, y el peso vivo por fases ( $P<0.05$ ), únicamente en la primera y no así en la fase de finalización y total ( $P<0.05$ ); tampoco afectó la conversión alimenticia ( $P>0.05$ ). Después de la restricción, la ganancia semanal de peso, el peso vivo, el consumo de alimento, la conservación alimenticia no fueron diferentes estadísticamente ( $P>0.05$ ). El rendimiento en canal y partes seccionadas principales, secundarias y menudencias, no fueron estadísticamente diferentes ( $P<0.05$ ). El índice económico fue mayor en el Tratamiento 1 que en los otros. Se concluyó que la severidad de la restricción no afectó la mortalidad, las variables productivas, el rendimiento en canal, ni el rendimiento de partes seccionadas principales y secundarias.

**Palabras clave:** restricción alimenticia, pollos de engorda, comportamiento productivo.

---

## Introducción

Sin duda alguna, la evolución genética de los pollos de engorda ha traído consecuencias favorables a la industria,

como mejorar el índice de conversión alimenticia y reducir el tiempo de finalización de los pollos, entre otras; sin embargo, a partir de la necesidad de alimentarlos de manera constante, su metabolismo acelerado propicia una mayor

demanda de nutrientes, lo que se refleja en un crecimiento acelerado, que posteriormente provoca problemas de origen metabólico, como la ascitis, y de sobrepeso, como los defectos o deformidades en el esqueleto o patas; además, al proveerles de alimento a libre acceso, los pollos se vuelven, hasta cierto grado, ineficientes, debido a que el desperdicio de alimento por las aves se vuelve un inconveniente (Mc Kay, 1989). El empleo de programas de restricción alimenticia en pollos de engorda, generalmente se utiliza para disminuir la incidencia del síndrome ascítico (Arce, 1993).

Hoy en día, la aplicación de restricción alimenticia se estudia y aplica para observar el comportamiento de diferentes criterios de selección, como grasa abdominal, peso corporal compensatorio (Summers *et al.*, 1990), eficiencia alimenticia (Robinson *et al.*, 1992); recientemente se está utilizando para disminuir los problemas locomotores (deformaciones óseas y problemas de patas), así como para el control de enfermedades metabólicas (Arce *et al.*, 1992).

Con base en lo anterior, se plantea la hipótesis de que la severidad de la restricción cuantitativa del alimento (tiempo restringido) en pollos de engorda no afecta las variables productivas. Para valorar esta hipótesis se estableció un experimento con el objetivo de evaluar el efecto de restringir el consumo de alimento a diferentes tiempos (libre acceso, 24, 18, 16 y 14 hr. de consumo) sobre el comportamiento productivo y las características de la canal en pollos de engorda.

## Materiales y Métodos

El experimento se realizó durante los meses de abril a junio del año 2002 en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicada en Buenavista, Saltillo, Coah., México, a una altitud de 1776 m. Se utilizaron 120 pollitos sin sexuar, de un día de edad, con un peso promedio de 38 gr, que se distribuyeron al azar en 12 corrales de 10 aves cada uno.

El programa de alimentación fue restringir  $T_1$  (testigo libre acceso),  $T_2$  (18 h de consumo),  $T_3$  (16 h de consumo),  $T_4$  (14 h de consumo). A todas las aves se les proporcionó el mismo alimento comercial en dos etapas: iniciación, del día 1 al 28 (21 % de PC y 3200 Kcal EM  $kg^{-1}$  de materia seca); y finalización, del día 29 a 56 (18 % de PC y 3200 Kcal EM  $kg^{-1}$  de materia seca). El programa de restricción se aplicó a partir del día 7 al 28. El manejo general fue similar para todas las aves. Se aplicaron las vacunas contra marek y newcastle, vía ocular.

Semanalmente se midieron: consumo de alimento, peso corporal, incremento de peso, eficiencia alimenticia y

mortalidad. Al finalizar el ciclo productivo, se eligieron al azar tres pollos por cada corral, es decir, nueve pollos por cada tratamiento, que se sacrificaron previo ayuno de tres h, para obtener el peso vivo al sacrificio y peso de la canal, para así obtener el rendimiento de la canal, el de las partes seccionadas principales (pechuga, pierna y muslo), y el de las secundarias (alas, rabadilla) y menudencias (hígado y molleja).

El índice económico se calculó dividiendo el costo por alimentación sobre el peso vivo del pollo.

## Análisis estadístico

Para el análisis de las variables productivas se utilizó un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos y tres repeticiones por tratamiento. En el análisis estadístico las comparaciones de medidas se realizaron por el método de Tukey con ( $P < 0.05$ ). El modelo estadístico utilizado según Steel y Torrie (1988) fue:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + O_{ij}$$

Donde  $i$  fue 1, 2, 3, 4 tratamientos, por otro lado  $j$  fue 1, 2, 3, repeticiones. Las variables productivas y características de la canal (primaria, secundaria y menudencias) se analizaron con el paquete estadístico SAS (SAS, 1988).

Las características de las canales se analizaron con datos transformados a arco-seno (Steel y Torrie, 1988). Respecto al peso de la canal, partes seccionadas principales, seccionadas secundarias y menudencias, se estimaron las medias de cada tratamiento.

## Resultados y Discusión

El efecto positivo de la restricción alimenticia no fue constante con respecto al comportamiento productivo de las aves. La característica de la canal no presentó significancia entre tratamientos.

## Mortalidad

El porcentaje de mortalidad que se tuvo durante la evaluación sin que se analizara estadísticamente fue de 3.33 % para toda la parvada.

**Cuadro 1.** Mortalidad de pollos bajo restricción alimenticia

Efecto	Mortalidad %
24 h de consumo	0.83
18 h de consumo	- - - -
16 h de consumo	1.67
14 h de consumo	0.83

Únicamente valores promedio.

Este porcentaje se considera aceptable, ya que es inferior al 4.48, 5.8 y 1.47 % en el grupo alimentado a libre acceso, respecto a los restringidos 6 y 8 h, respectivamente, reportado por García *et al.* (1997). Por otro lado, González *et al.* (2000) encontraron una mortalidad de 2.01 % en pollos restringidos el 25 % del consumo normal, del día 7 al 21 de edad y finalizados al día 49, contra 4.60 en aquéllos alimentados a libre acceso. La mortalidad observada en este trabajo difiere con Castellanos y Berger (1992), quienes encontraron que la restricción alimenticia de 8 h, en las 3 primeras semanas, tuvo mejor impacto ( $P < 0.05$ ) para reducir la mortalidad en el período de 15 a 35 días.

**Variables productivas**

Se analizó el peso inicial de las aves y no se encontró diferencia significativa entre tratamientos ( $P > 0.05$ ) lo que indica que no afectó la ganancia de peso posteriores. En las semanas 1, 3 y 5 se encontraron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) entre tratamientos, no así en las Semanas 2, 4, 6, 7 y 8 ( $P > 0.05$ ). El menor incremento de peso ( $P < 0.05$ ) en toda la fase experimental se presentó en las aves del Tratamiento 4 (0.0495, 0.1926, 0.1792, 0.2625, 0.3292, 0.5590, 0.6994, 0.9584) en el cual se les restringió por más tiempo el consumo, lo que pudo ser la causa de su incapacidad para recuperar el peso al final del experimento.

González *et al.* (2000) señalan que si los pollos con restricción alimenticia no logran aumentar su consumo de alimento con posterioridad al período de restricción, la única forma de manifestar crecimiento compensatorio es mediante una mejoría en la conversión alimenticia. De igual manera, Zubair y Leeson (1994) reportan que los pollos restringidos manifestaron crecimiento compensatorio y alcanzaron el peso de los pollos no restringidos a los 56 días de edad. Por otro lado, Berger (1991), y Castellanos y Berger (1992) encontraron que una restricción permanente de 8 horas diarias de consumo puede ocasionar

un retraso cercano a 200 g al día 56 de edad ( $P < 0.01$ ).

El peso vivo (PV) calculado por fases, como se aprecia en el Cuadro 2, se encontró diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) entre los valores del Tratamiento 1, 2 y 3 vs. resultados del Tratamiento 4 para la fase de iniciación; no así para la fase de finalización y peso final ( $P < 0.05$ ). Al finalizar el período experimental según los resultados, el Tratamiento 2 fue donde se registró ligeramente mayor peso. Los resultados obtenidos en este experimento son menores a los reportados por Palo *et al.* (1995) donde evaluó el efecto de la restricción de nutrientes y densidad energética durante 7 días en la etapa de crecimiento (7 al 14 d) en pollos de engorda y finalizados a los 48 días de edad siendo sus valores 2.666 kg para el grupo de aves restringidos vs. 2.930 kg para el grupo de control, mostrando diferencia significativa ( $P < 0.05$ ).

De acuerdo a González *et al.* (2000), el retraso del crecimiento es proporcional a la reducción del consumo de alimento. Por otro lado, una tendencia similar a los resultados obtenidos en este trabajo reporta González *et al.* (2000) donde evaluó el efecto de restringir 25 % del consumo normal del día 7 al 21 de edad, y posteriormente a esta fase encontró una diferencia de 117 g en peso corporal entre los pollos restringidos y el grupo sin restricción sin mostrar diferencia estadística ( $P < 0.05$ ).

El consumo de alimento evaluado por fases, como se indica en el Cuadro 2, estadísticamente muestra diferencia significativa entre tratamientos ( $P > 0.05$ ) en la fase uno, no así en la fase 2 y en consumo total ( $P > 0.05$ ), respectivamente. También se observa que en el Tratamiento 4 fue donde se presentó un menor consumo, en las tres evaluaciones.

Los resultados obtenidos en este experimento son similares a los reportados por Palo *et al.* (1995), quienes evaluaron el efecto de la restricción de nutrientes y densidad energética durante siete días en la etapa de crecimiento (7 a 14 días) en pollos de engorda y finalizados a los 48 días de edad, ya que obtuvieron 5.208 kg vs. 4.561 kg para los pollos restringidos y el grupo control, por lo que no se observó diferencia estadística ( $P > 0.01$ ). Los resultados obtenidos en este experimento presentan una tendencia similar a la reportada por Suárez y Rubio (1998), quienes aplicaron restricciones de 20 y 30 % del día 21 al 35 de edad y encontraron que el consumo de alimento en el período posterior inmediato a la restricción de hasta 56 días, aumentó significativamente ( $P < 0.05$ ). De igual manera, González *et al.* (2000) al aplicar una restricción alimenticia diaria de 25 % del consumo normal en la etapa de crecimiento, durante 14 días, encontraron que al final de la primera etapa las aves redujeron un 25 % su consumo, y que al final del experimento la diferencia fue sólo 5.9 %

menor que las alimentadas a libre acceso.

**Cuadro 2.** Peso vivo y consumo de alimento por fases.

Efecto	Peso vivo g	Consumo alimento
<i>Iniciación</i>		
24 h de consumo	0.725 <sup>a</sup>	1.078 <sup>a</sup>
18 h de consumo	0.688 <sup>a</sup>	0.951 <sup>a</sup>
16 h de consumo	0.680 <sup>a</sup>	1.006 <sup>a</sup>
14 h de consumo	0.456 <sup>b</sup>	0.550 <sup>b</sup>
<i>Finalización</i>		
24 h de consumo	1.272 <sup>a</sup>	4.900 <sup>a</sup>
18 h de consumo	1.656 <sup>a</sup>	3.605 <sup>a</sup>
16 h de consumo	1.431 <sup>a</sup>	4.013 <sup>a</sup>
14 h de consumo	1.346 <sup>a</sup>	3.760 <sup>a</sup>
<i>Total</i>		
24 h de consumo	1.997 <sup>a</sup>	5.978 <sup>a</sup>
18 h de consumo	2.344 <sup>a</sup>	4.556 <sup>a</sup>
16 h de consumo	2.11 <sup>†</sup>	5.020 <sup>a</sup>
14 h de consumo	1.802 <sup>a</sup>	4.310 <sup>a</sup>

a,b. Literales diferentes muestran diferencia significativa entre tratamiento.  
( P<0.05 ).

Respecto a la conversión alimenticia, en ninguna fase se encontró diferencia estadística entre tratamientos (P>0.05) como se muestra en el Cuadro 3, aunque al final del período experimental numéricamente es perceptible una mejor conversión alimenticia en las aves del Tratamiento 2 con respecto a los Tratamientos 1, 3 y 4. Lo anterior se atribuye a la menor proporción de consumo que presentaron las aves restringidas y al incremento de peso inmediatamente después del período de restricción, con relación a aquéllas alimentadas a libre voluntad.

Los valores obtenidos difieren de los encontrados por González *et al.* (2000), donde reportan índices de conversión de 1.56 vs. 1.566 en los grupos alimentados a libre acceso y los restringidos 25 % del consumo normal

durante 14 días y finalizados a los 21 días; de 1.930 vs. 1.870 en los finalizados a los 35 días; de 2.305 vs. 2.266 en los finalizados a los 49 días; estos últimos valores son los que se aproximan a los encontrados en el presente trabajo debido, posiblemente, a la edad de las aves al concluir la evaluación que fue seis días menor que a las de este experimento. Si bien es cierto que reportan valores marcadamente inferiores, esto se debe a que cuando realizaron la evaluación las aves tenían edades muy tempranas, aunque lapsos prolongados de restricción. Sin embargo, los resultados obtenidos presentan una tendencia similar al reportado por Suárez y Rubio (1988), quienes aplicaron restricciones del consumo de alimento en un 20 y 30 % diario durante 14 días en etapa intermedia (21 a 35 d); al evaluar la conversión alimenticia, no encontraron diferencia significativa (P<0.05) entre las aves restringidas y las alimentadas a libre acceso. De igual manera, investigadores como Shlosberg *et al.* (1991); Arce *et al.* (1992); Nir *et al.* (1996) encontraron que los pollos con restricción alimenticia a edades tempranas no mostraron diferencia significativa (P<0.01) con respecto a esta variable productiva, aunque coinciden en que la severidad y la edad de aplicación de los programas de restricción influyen en las variaciones que puedan existir.

En eficiencia alimenticia no se encontró diferencia significativa (P>0.05) entre tratamientos en ninguna de las fases evaluadas, como se aprecia en el Cuadro 3; sin embargo, las aves del Tratamiento 2 muestran un valor ligeramente más aceptable, pues aprovecharon mejor el alimento, ya que requirieron menor cantidad por kg de peso logrado respecto a los Tratamientos 1, 3 y 4. Los resultados obtenidos en este experimento difieren de los reportados por Palo *et al.* (1995) respecto a la evaluación del efecto de la restricción de nutrientes y la densidad energética durante 7 días en la etapa de crecimiento (7 a 14 d), en pollos de engorda y finalizados a los 48 días de edad, ya que sus valores fueron 1.80 para el grupo de aves restringidos vs. 1.87 para el de control. Esta diferencia puede ser atribuible a que el método de restricción que estos investigadores aplicaron no fue evitar el consumo directamente, tal como se aplicó en el presente trabajo, sino inhibir el consumo, lo que implica que los animales estuvieron expuestos al contacto con el alimento todo el



La **Revista Agraria -Nueva Epoca-** es una publicación científica, cuatrimestral, de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, una de las primeras instituciones agrarias del país

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

Opiniones y comentarios puede dirigirse a: email: [agraria\\_ne@uaaan.mx](mailto:agraria_ne@uaaan.mx) ó [investigacion@uaaan.mx](mailto:investigacion@uaaan.mx)

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



tiempo que duró la evaluación. Sin embargo, una tendencia similar reportan Arce *et al.* (1993).

**Cuadro 3.** Efecto de la restricción alimenticia en la conversión alimenticia de los pollos.

Efecto	Conv. Alimenticia
<i>Iniciación</i>	
24 h de consumo	1.497 <sup>a</sup>
18 h de consumo	1.389 <sup>a</sup>
16 h de consumo	1.574 <sup>a</sup>
14 h de consumo	1.319 <sup>a</sup>
<i>Finalización</i>	
14 h de consumo	3.960 <sup>a</sup>
18 h de consumo	2.216 <sup>a</sup>
16 h de consumo	3.199 <sup>a</sup>
14 h de consumo	3.290 <sup>a</sup>
<i>Total</i>	
24 h de consumo	3.029 <sup>a</sup>
18 h de consumo	1.963 <sup>a</sup>
16 h de consumo	2.435 <sup>a</sup>
14 h de consumo	2.479 <sup>a</sup>

a. Literales diferentes indican diferencia significativa entre tratamientos.

**Características del canal**

La restricción alimenticia no afectó ( $P>0.05$ ) el rendimiento de la canal, rendimiento en partes seccionadas principales considerando pechuga y pierna-muslo, rendimiento de partes seccionadas secundarias como alas y rabadilla y, rendimiento de menudencias considerando hígado-molleja, como se aprecia en las Tablas 4 y 5.

El hecho de no encontrar diferencia estadística entre alimentar a libre acceso y restringir el consumo ( $P>0.05$ ), coincide con lo reportado por Zubair y Leeson (1994), que evaluaron rendimiento en canal alimentando a las aves a 42 y 49 días y aplicando restricción alimenticia por 8 horas diarias a diferentes edades, en ambos casos no encontraron diferencia significativa ( $P>0.01$ ). Sin embargo difiere con lo reportado por González *et al.* (2000), que encontraron que la restricción en un 25% del consumo normal durante 14 días en la etapa de crecimiento redujo el peso vivo al sacrificio al día 20 lo cual disminuyó el peso de la canal y su porcentaje ( $P<0.002$ ), sin embargo, otro grupo de pollos alimentados hasta el día 34 con el mismo tratamiento no presentó diferencia significativa ( $P>0.001$ ) entre tratamientos en lo que a características de la canal se refiere. Estudios realizados por Zubair y Leeson (1994),

en los que estudiaron el efecto de restringir a diferentes tiempos (8 y 10 horas) el consumo, sacrificando los pollos en el día 42 de edad y otros grupos a los 49 de edad, al evaluar rendimiento de pechuga, no encontraron diferencia entre tratamientos (alimentación restringida vs. alimentación a libre acceso). González *et al.* (2000) llevaron a cabo un experimento en el que aplicaron una restricción diaria de 25% del consumo normal durante 14 días en la etapa de crecimiento (7 a 21 d.) y al evaluar rendimiento de pechuga encontraron que la restricción alimenticia no afectó estadísticamente ( $P>0.05$ ) el rendimiento de la canal al día 34 de edad. Una tendencia similar reportan Zubair y Leeson (1994); citado por González *et al.* (2000), quienes no encontraron diferencia en peso vivo así como tampoco característica alguna de la canal lo que incluyen rendimiento de pierna y muslo al día 42 y 49. Existen reportes en los que se señala que la diferencia en el rendimiento de estas variables productivas puede ser influenciado por el sexo, tal como lo indican Lesson *et al.* (1980) quienes evaluaron la producción y características de la canal del pollo a diferentes edades, encontrando que el peso y rendimiento de pierna y muslo en macho fueron mayores que en hembras.

**Cuadro 4.** Rendimiento en canal y rendimiento de partes principales seccionadas.

Tratamiento	Rendimiento (%)		
	Canal	Pechuga	Pierna-muslo
24 h de consumo	65.27 <sup>a</sup>	26.37 <sup>a</sup>	30.34 <sup>a</sup>
18 h de consumo	67.52 <sup>a</sup>	26.69 <sup>a</sup>	28.08 <sup>a</sup>
16 h de consumo	66.77 <sup>a</sup>	27.35 <sup>a</sup>	28.21 <sup>a</sup>
10 h de consumo	66.13 <sup>a</sup>	25.78 <sup>a</sup>	29.56 <sup>a</sup>

a, Literales diferentes indican diferencia significativa entre tratamiento .

Padrón y Angulo (2001) evaluaron 3 sistemas de alimentación (a libre acceso 6 y 10 h de restricción diaria durante 14 días en la etapa final) combinado con diferente densidad energética (3010 y 3250 Kcal), y encontraron que el rendimiento de alas y de canal en general, se afectó ( $P<0.01$ ) significativamente por el tiempo de restricción, que fue inferior en un porcentaje de 4 y 5% respecto a las aves alimentadas *ad libitum* y los grupos con 10 h de restricción. Arce (1992) evaluó el efecto restricción cuantitativa de alimento (*ad libitum*, 6 y 8 h de restricción), durante 14 días en la etapa de crecimiento, y encontró que el crecimiento en canal y sus partes seccionadas, incluyendo alas, no se afectó ( $P>0.01$ ) por el tiempo de

restricción. Arce (1992), al emplear restricción alimenticia (libre acceso, 6 y 18 h de restricción a edades tempranas) como paliativo para reducir la incidencia de síndrome ascítico, evaluó rendimiento en canal y no encontró significancia, señalando que las partes comercializables del pollo, como la rabadilla, tampoco se afectaron ( $P < 0.01$ ). Por otro lado, Suárez y Rubio (1988) en un estudio en el que aplicaron restricciones de 20 a 30 % del día 21 al 35 de edad, no encontraron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) tanto en peso vivo como características de la canal, incluyendo peso y rendimiento de las partes seccionadas que lo conforman, incluida la rabadilla. Este comportamiento lo discuten diferentes investigadores, quienes indican que según la severidad de la restricción, será la diferencia que exista con respecto al peso, al rendimiento de la canal y a las partes seccionadas (González *et al.*, 2000). En un estudio realizado por Reyes (2002), en el cual aplicó restricción alimenticia (reducción del consumo de diferentes porcentajes durante toda la fase experimental), al evaluar rendimiento de menudencias no encontró diferencia significativa ( $P > 0.05$ ) entre tratamientos. De igual forma existen evidencias como las reportadas por Palo *et al.* (2000) respecto al efecto de la restricción alimenticia en pollos de engorda (Ross x Ross) combinado con una reducción de la densidad energética ( $1.5 \text{ Kcal de EM P}^{-1} \text{ V}^0$ ), durante siete días comprendidos del día 7 al 14 de edad y finalizados a los 48 días, sobre el comportamiento del tracto gastrointestinal en pollos de engorda, las cuales indican que los órganos involucrados como la molleja fueron afectados significativamente ( $P < 0.01$ ) por la restricción alimenticia.

**Cuadro 5.** Rendimiento de partes seccionadas secundarias y menudencias.

Rendimiento (%)			
Tratamiento	Alas	Rabadilla	Menudencias
24 h de consumo	10.69 <sup>a</sup>	26.00 <sup>a</sup>	6.81 <sup>a</sup>
18 h de consumo	11.50 <sup>a</sup>	27.24 <sup>a</sup>	5.50 <sup>a</sup>
16 h de consumo	10.82 <sup>a</sup>	28.20 <sup>a</sup>	5.39 <sup>a</sup>
14 h de consumo	10.25 <sup>a</sup>	28.10 <sup>a</sup>	6.35 <sup>a</sup>

a, literales diferentes indican diferencia significativa entre tratamiento.

### Índice económico

Los resultados de índice económico que arrojó este trabajo con valores promedios, como se muestra en el Cuadro 6, fueron ligeramente mayores en el grupo

alimentado a libre acceso, seguido del grupo restringido 18 h, 16 h y 14 h se puede observar que el grupo que arrojó relativamente mejor índice económico, es decir, donde se invirtió menos por kilo de pollo obtenido por concepto de alimentación fue el de las aves del Tratamiento 2, con un índice económico de 37.93 % menor que el del Tratamiento 1, de 21.92 % menor que el Tratamiento 3, y de 16.65 % menor que el Tratamiento 4.

**Cuadro 6.** Índice económico por concepto de alimentación.

Efecto	Índice económico \$ kg <sup>-1</sup> de pollo
24 h de consumo	7.925
18 h de consumo	5.902
16 h de consumo	6.300
14 h de consumo	4.919

Valores promedio, no evaluados estadísticamente.

Arce (1992), al evaluar restricción alimenticia encontró que el grupo de aves sometidas a restricción por 8 horas tuvo ventaja sobre las restringidas 4 y 6 horas; esto explica por qué las aves restringidas por menos tiempo reflejaron, al final del ciclo productivo, un índice económico menos ineficiente ( $P < 0.5$ ).

### Conclusiones

La alimentación de pollos de engorda en forma restringida (por 18 h diarias, durante 22 días) como alternativa para optimizar el alimento, trae como consecuencia un efecto parcialmente positivo en el comportamiento productivo (consumo de alimento, peso vivo, eficiencia alimenticia, rendimiento en canal, costo por alimentación e índice económico). Estas mismas variables productivas se ven afectadas en forma negativa al disminuir el tiempo de alimentación a 16 y 14 h diarias el mismo número de días, y al alimentar a libre acceso, aunque de manera inconsistente. Si bien es cierto que los pollos sometidos a 18 h de alimentación reflejan mejor valor con respecto a peso vivo, el inconveniente es que, con menor consumo de alimento, estos pesos son inferiores a los reportados para la línea comercial Ross.

### Literatura Citada

Arce, M. J., M. Berger M., and C. López C. C. 1992. Control of ascites syndrome by feed restriction techniques. E. U. A. J. Appl. Poultry Res. 1: 1-5.

- Arce, M.J. 1993. Restricción de alimento manual y diferentes densidades de nutrientes en las dietas para el control del síndrome ascítico en el pollo de engorda. XI Ciclo de Conferencias Internacionales sobre Avicultura. INIFAP-SARH. Centro de ganadería. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Estado de México, Mexico pp. 37-54.
- Berger M., M. 1991 La Restricción alimenticia y el control del síndrome ascítico en pollos de engorda. 11 Jornadas médico avícolas. UNAM, México, pp. 405-420.
- Castellanos G.F.M. Berger M. 1992. Modulación temprana del peso corporal para el control del síndrome ascítico en pollo en engorda. Memorias XVII Convención Nacional de ANECA. México. pp: 47-54.
- García, C. R..V. Villanueva C., A. Cepeda D. Y Padrón C. 1997. Comportamiento de pollos bajo restricción alimenticia. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coah., México. Arch. Latinoam. Prod. Anim. 5 (Supl. 1): 319-320.
- González, A.J.M., M.E. Suárez A., A. Pró M. C. López C. 2000. Restricción alimenticia y salbutamol en el control del síndrome ascítico en pollos de engorda: 1. Comportamiento productivo y características de la canal. Montecillo, Edo. Méx. Agrociencia. 34: 283-292.
- Leeson S., J.D. Summers, and L. J. Caston. 1980. Production and Carcass Characteristics of the Broilers Chicken. Poultry Sci. 59: 786-798.
- Mc Kay, B. 1989. Implicaciones nutricionales de la selección continua para crecimiento, eficiencia alimenticia y composición corporal en líneas de pollo de engorda Shaver Poultry Breeding: Farms L.T.A. (Boletín). E.U.A. pp. 5-22.
- Nir, I.Z., Z. Nitsan, E.A. Dunnington, and P.B. Siegel. 1996. Aspects of food intake restriction in young domestic fowl: metabolic and genetic considerations. E.U.A. World's Poultry Sci. 52: 251-226.
- Padrón, J. V. y Angulo, I. Ch. 2001. Efecto de la restricción alimenticia y a la concentración energética en la etapa terminadora sobre el comportamiento productivo en pollos de engorda. Facultad de Agronomía, UCV, Maracay y CENINAP-FONAIAP. Maracay. Venezuela.
- Palo, P.E., J.L. Sell, F.J. Piquer, M.F.S. Salanova, and L. Vilaseca. 1995. Effect of early nutriente restriction on broiler chickens. 1. Performace and development of the gastrointestinal Tract. E.U.A. Poultry Science. 74: 88-101.
- Reyes, S.E.V. 2002. Rendimiento en canal en pollos de engorda bajo restricción alimenticia. Tesis Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. pp. 22. Saltillo, Coahuila, México.
- Robinson, F.F., Classen, H.L., Hanson, J.A., and Onderka, D.K. 1992. Growth performance, feed efficiency and incidence of skeletal and metabolic disease in full-feed and feed restricted broiler and roaster chickens. E.U.A. J. Appl. Poultry Res. 1: 33.41.
- SAS Institute. 1988. SAS/STAT, User's Guide. Release 6.03 ed. SAS Institute Inc., Cary, N.C. 1028 p.
- Summers, J.D., D. Sparrt, and J.L. Atkinson. 1990. Restricted feeding and compensatory growth for broilers. U.S.A. Poultry Sci. 69: 1855.1861.
- Shlosberg, A., E. Berman, U. Bendheim, and Y. Plavnik. 1991. Controlled early feed restriction as a potential means of reducing the incidence of ascites in broilers. U.S.A. Avian Diseases 35: 142.153.
- Steel, R.G.D.y J.H. Torrie. 1988. Bioestadística: principios y procedimientos. 2ª . McGraw Hill. México, 580 p.
- Suárez O., M.E. y M. Rubio. 1988. Uso de restricción alimenticia como control parcial del síndrome ascítico. Veterinaria México. 20: 193-195.
- Zubair, A.K., and S. Leeson. 1994. Effect of varying period of early nutrient restriction on growth compensation and carcass characteristics of male broilers. E.U.A. Poultry Sci. 73: 129.136.

# Influencia de la Temperatura sobre Procesos Fisiológicos en Postcosecha de Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.)

Homero Ramírez\*, Lucia Imelda Encina-Rodríguez, Adalberto Benavides-Mendoza, Valentín Robledo-Torres, José Hernández-Dávila y Saret Alonso-Corona

Departamento de Horticultura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

\*Autor responsable e-mail: homeror@terra.com.mx

---

**Abstract.** *Temperature influence on physiological processes on tomato postharvest (*Lycopersicon esculentum* Mill.).* With the goal of generating alternatives which may prolong the commercial attractiveness of tomato fruit, different temperatures were evaluated on the postharvest physiology of tomato fruits (*Lycopersicon esculentum* Mill) cv. Floradade during the spring-summer 2001 period. The harvested fruits were stored at room temperature (control), 7 and 9 °C. The evaluations were conducted starting from six days after being under these conditions. The studied variables were: weight, firmness, soluble solids, starch, ethylene, 1-aminocilopropane-1-carboxylic-acid (ACC), poligalacturonase (PG) and days on shelf. Fruits under 7 °C showed higher weight and firmness. Control samples presented higher content of °Brix, and lower concentration of starch. Ethylene, ACC and PG levels were less in similar levels in fruits at temperature of 7 and 9 °C. The shelf life of these fruits was substantially extended when compared with those from control. It is conclude that temperatures of 7 and 9 °C reduce ethylene, ACC, and PG. These conditions extended for several days the shelf life of tomato fruits cv. Floradade.

**Key words:** fruit quality, ethylene, ACC, PG.

**Resumen.** Con el objetivo de generar alternativas que favorezcan la extensión de vida en anaquel del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) cv. Floradade, se estudiaron los efectos de diferentes temperaturas en el contenido de etileno, PG y ACC, durante el ciclo productivo primavera-verano 2001. Los frutos cosechados se almacenaron a temperatura ambiente (testigo) y a 7 y 9 °C. Las evaluaciones se empezaron a realizar seis días después de estar en esas condiciones. Se estudiaron las variables: peso, firmeza, sólidos solubles, almidón, etileno, cantidad de ácido-1-aminocilopropano-1-carboxílico (ACC), poligalacturonasa (PG) y vida de anaquel. Los frutos que se sometieron a temperatura de 7 °C mostraron mayor peso y firmeza; a temperatura ambiente, los frutos presentaron mayor contenido de °Brix y menor de almidón. La producción de etileno, ACC y PG fue menor en los frutos tratados a temperatura de 7 y 9 °C; su vida de anaquel se prolongó substancialmente al compararlos con los que se conservaron a temperatura ambiente. Se concluyó que las temperaturas de 7 y 9 °C provocaron menor contenido de etileno, ACC y PG, lo cual prolongó por más días la vida de los frutos de tomate cv. Floradade.

**Palabras clave:** calidad de fruto, etileno, ACC, PG

---

## Introducción

El cultivo de hortalizas representa en México alrededor del 3 al 3.5 % de la superficie agrícola; sin embargo, lo anterior impacta con el 18 % del valor total de la producción nacional y el 50 % del valor de las exportaciones. El país refleja un crecimiento importante en las exportaciones de hortalizas frescas como: tomate, chile bell, pepino,

calabacita, berenjena y chícharo. El estado de Sinaloa es el principal exportador de diversos cultivos vegetales (Ramírez y Benavides, 2003). De la gran diversidad de hortalizas que se explotan, el tomate es la segunda especie hortícola más importante por la superficie sembrada, que es de aproximadamente 78 mil ha, con un volumen de producción que supera los 70 millones de toneladas, por lo



que se considera el producto hortícola de mayor importancia económica (Gutiérrez, 2001).

Por ser un fruto climatérico, el tomate es muy sensible al manejo y condiciones de almacenamiento inapropiados. Las temperaturas adversas contribuyen a una mala calidad del producto y con un rápido deterioro en su fisiología postcosecha (Alía, 2000). Lo anterior justifica el estudio de los procesos físicos, fisiológicos y bioquímicos que caracterizan su proceso de maduración y su relación con la exposición a diversas temperaturas. La maduración del tomate durante el desarrollo de la planta es un proceso muy complejo. Normalmente hay un incremento dramático en la producción de etileno, evento que desencadena una serie de reacciones bioquímicas, lo que origina diferentes características fenotípicas (Zambrano *et al.*, 1995). El objetivo del presente trabajo fue evaluar los efectos de temperatura en frutos de tomate del cv. Floradade respecto al contenido de etileno, PG y ACC, con el propósito de generar alternativas que permitan prolongar su atractivo comercial o vida de anaquel.

## Materiales y Métodos

El presente estudio se realizó en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro de Saltillo, Coahuila, México. En la primavera de 2001 se germinaron, a temperatura ambiente, semillas de tomate cv. Floradade; y las plántulas obtenidas se transplantaron a un invernadero de alta tecnología, en bolsas de plástico con sustrato de peat moss y arena (1:1). El cultivo se manejó de acuerdo al paquete tecnológico que se utiliza en el Departamento de Horticultura (Benavides, 2002). El material experimental consistió en frutos que fueron cosechados entre el 9 de agosto y el 4 de septiembre. En total se evaluaron cinco cortes. Los frutos seleccionados, al momento del corte mostraron, aproximadamente, un 40% de pigmentación de antocianinas.

Los frutos de cada corte se trasladaron al laboratorio del Departamento de Horticultura y se organizaron en tres grupos con seis repeticiones cada uno, que luego se conservaron de acuerdo a los siguientes tratamientos de temperatura: ambiente de 27 °C (testigo), de 7 y de 9 °C. La humedad relativa en el testigo y en el resto de los tratamientos no se modificó. A partir del tercer día bajo esas condiciones, se evaluó su fisiología poscosecha. Se utilizó un diseño estadístico de covarianza completamente al azar; se incluyó una variable concomitante, que fue los días a evaluación (3,6,9,12); y la variable de respuesta, que representó los parámetros evaluados, los cuales fueron: peso, firmeza, sólidos solubles, porcentaje de almidón, etileno, ácido-1-aminociclopropano-1-carboxílico, poligalacturonasa y días de anaquel.

El peso, la firmeza y los sólidos solubles se determinaron utilizando la técnica reportada por Trevor y Cantwell (2000). El contenido de almidón se midió con la metodología de AOAC (1980), la cual se caracteriza por liofilizar el fruto congelado, para luego extraer, purificar y acondicionar el compuesto referido. La producción de etileno se evaluó utilizando el método estático de espacio vacío descrito por Alía (2000). Se colocó el fruto en un recipiente con volumen conocido por una hora y, posteriormente, con una jeringa hipodérmica se tomó 1 ml del espacio vacío, el cual se inyectó y midió en una cromatografía de gases Hewlett Packard 5890 Serie II.

El ácido-1-aminociclopropano-1-carboxílico se determinó en base a su ACC sintasa. El proceso de laboratorio que se utilizó fue el reportado por Mathooko y Suttle (1993). Las muestras del fruto fueron homogenizadas en dos volúmenes de 2 ml, en una solución buffer con 0.5 M fosfato-K, 5 mM fosfato de piridoxal (PLP), 5 mM ditiotreitól (DTT) y pH 8.5 con 5% de polivinilpirrolidona. Las muestras se centrifugaron y filtraron a través de un filtro de membrana (DISMIC-25cs, Toyo Roshi, Tokio). El filtrado se desalinizó al pasar la muestra a través de una columna sephadex G-25, la cual fue previamente estabilizada con una solución buffer (0.1 mM fosfato-K, 5 mM PLP, 5 mM DTT, pH 8.5). La actividad de la ACC sintasa se midió en una reacción de 2 ml de extracto y 1 ml de 500 mM SAM, y el ACC formado se determinó por el método de Lizada y Yang (1979).

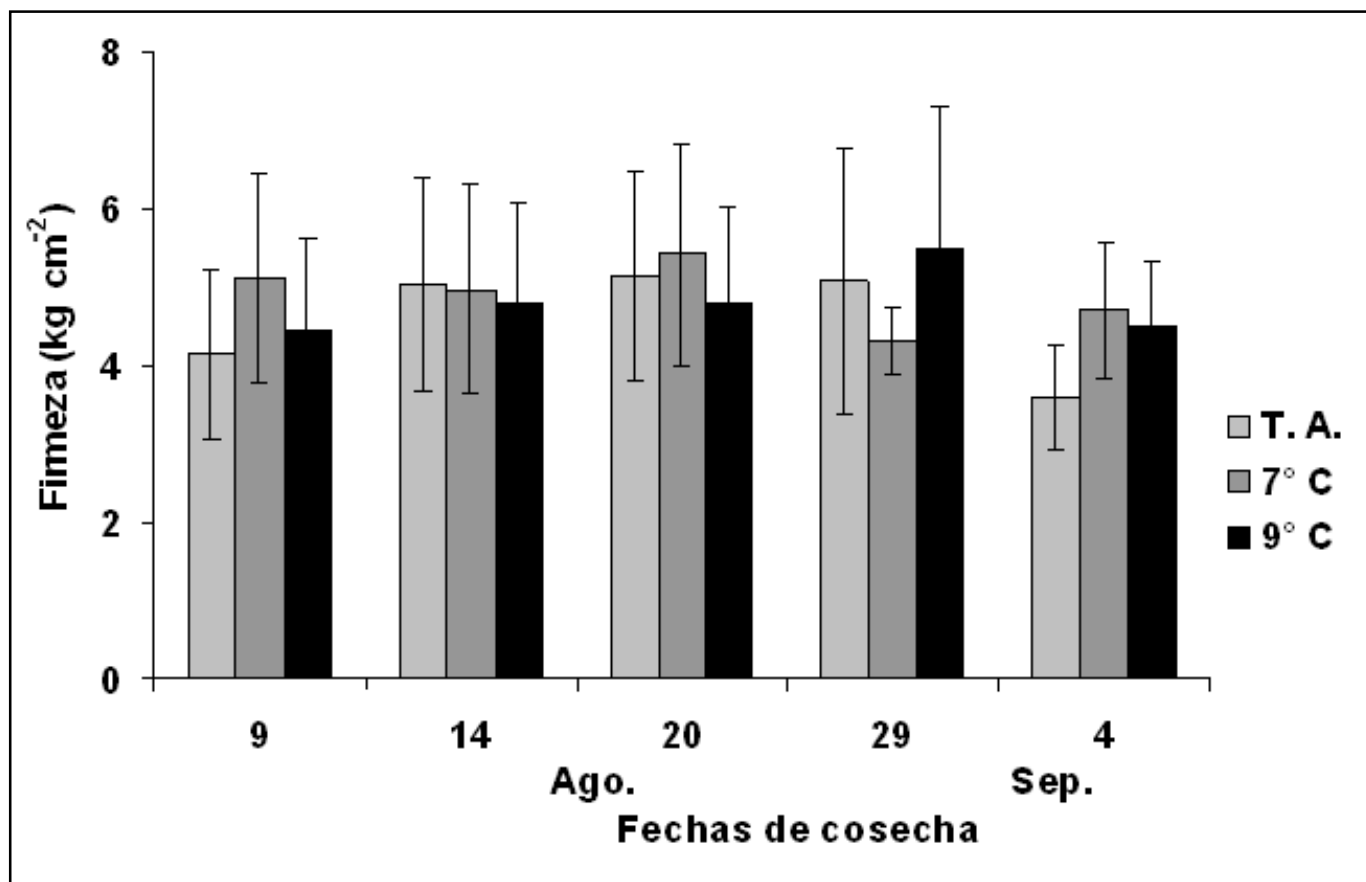
La actividad de la enzima PG se midió con la técnica de Tucker *et al.* (1980). En este análisis se destaca la electroforesis del gel poliácridamida obtenida en las muestras de tomate. Se tomaron alícuotas de 2 ml del dializado correspondiente y se ajustaron a una concentración final del 10 % con ácido tricloroacético, que al someterlas a 0 °C originaron la precipitación de la proteína correspondiente. El precipitado se obtuvo por centrifugación y, posteriormente, se disolvió con 2 ml de una solución de 50 mM, compuesta por 2-amino-2-(hidroximetil)-1,3-propanadiol (Tris)-HCL, con un pH de 8.5 % de sulfato de sodio, 15 % de sacarosa y 5 % de mercaptoetanol. Enseguida, la muestra se fijó y tiñó con 0.5 ml de una solución de 40 % de metanol, 7 % de ácido acético y azul comasico al 1 %; posteriormente se destiñó con una solución de 30 % metanol, 7 % ácido acético, e inmediatamente se fotografió. El peso molecular de la poligalacturonasa se estableció y definió al comparar previamente el peso molecular conocido (46,000) con la movilidad que tuvo la proteína estándar (Tucker *et al.*, 1980 y Tucker y Grierson, 1982). La vida del fruto en anaquel se evaluó con base a los días que mantuvo su atractivo comercial para el consumidor: color, aroma y consistencia.

### Resultados y Discusión

Las temperaturas que se utilizaron en los frutos de tomate no mostraron un efecto significativo en su peso final, durante dos fechas evaluadas (Cuadro 1); sin embargo, es importante destacar que los frutos sometidos a temperatura de 7 y 9 °C reflejan una tendencia de mayor peso. La Figura 1 muestra la influencia de la temperatura en la firmeza de los frutos evaluados. La temperatura de 7 °C permitió que las muestras bajo esa condición presentaran, en la mayoría de las fechas evaluadas, una firmeza superior al resto de los tratamientos, con significancia en las fechas 9 de agosto y 4 de septiembre.

presencia de almidón en los frutos evaluados también fue evidente. Los frutos conservados a temperatura de 7 °C mostraron, en las primeras fechas, un porcentaje mayor al compararse con el resto de los tratamientos, aunque fue significativo solamente en la fecha del 20 de agosto. Una tendencia similar se observó a 9 °C, aunque sin presentar una significancia estadística (Figura 3).

La maduración del fruto de tomate es el resultado de una serie de cambios físico-químicos que se han ilustrado ampliamente en años recientes (Gómez, 1999). Las condiciones de temperatura contribuyen a modificar la fisiología poscosecha del tomate. Las bajas temperaturas, de alguna manera retrasan el proceso del deterioro del

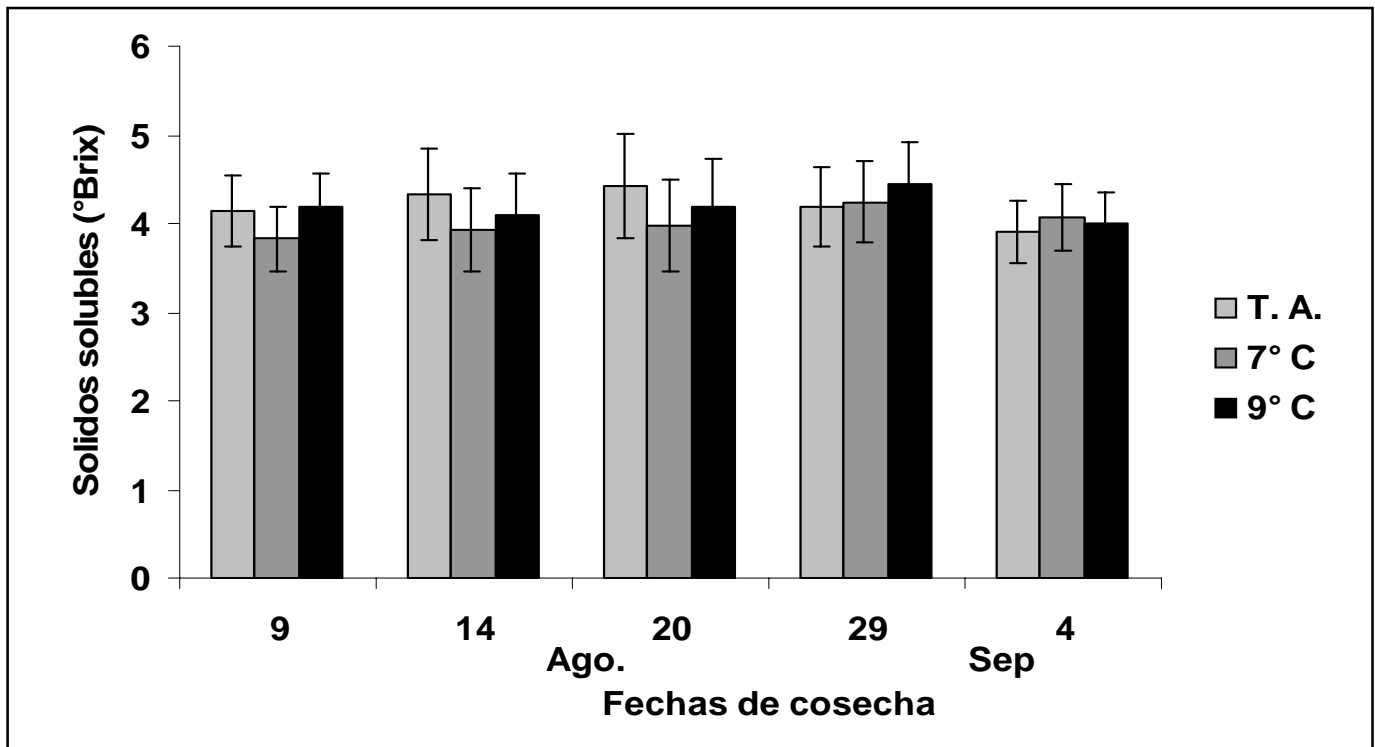


**Figura 1.** Nivel de firmeza en frutos de tomate cv. Floradade al sexto día, bajo diferentes temperaturas. Cada punto representa el promedio de seis repeticiones ± error estándar. \* Con prueba de DMS a una P£0.05.

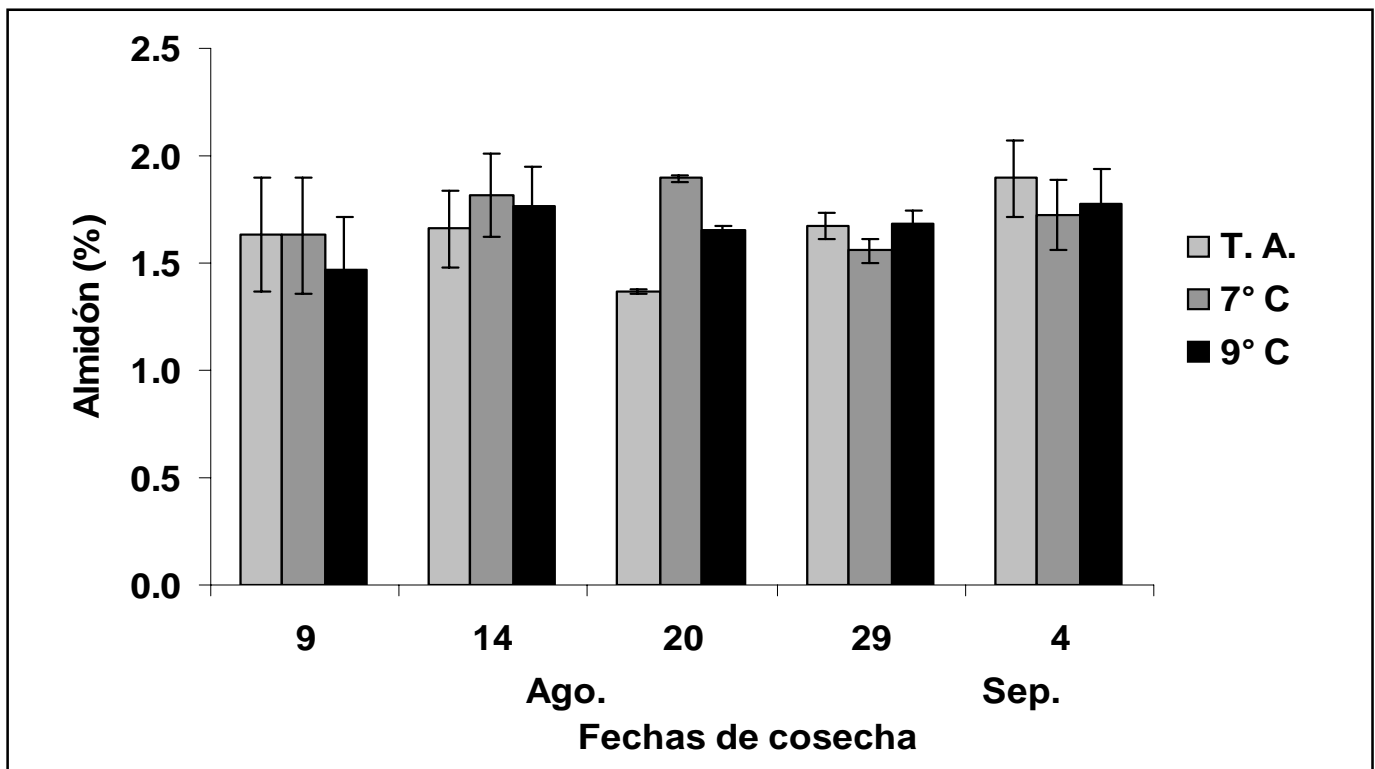
La temperatura de 9 °C también indujo firmeza significativa, superior al testigo, en la fecha del 4 de septiembre. El contenido de sólidos solubles (°Brix) de los frutos del testigo mostró una tendencia superior, comparado con aquéllos que estuvieron bajo condiciones de 7 y 9 °C. Este efecto se observó en la mayoría de las fechas evaluadas, aunque la diferencia fue significativa solamente en la fecha del 9 de agosto (Figura 2). La

fruto (Trevor y Cantwell, 2000). En este trabajo se observó una tendencia a que el fruto tenga mayor peso a las temperaturas de 7 y 9 °C, en comparación con la temperatura ambiente, en la cual presenta una sustancial reducción de agua en el tejido, como reporta Díaz *et al.* 2000.

Alía (2000), menciona que la conservación del peso del fruto puede estar directamente ligada a una mayor



**Figura 2.** Contenido de sólidos solubles en frutos de tomate cv. Floradade al día 6, a diferentes temperaturas. Cada punto representa el promedio de 6 repeticiones  $\pm$  error estándar. \* Con prueba de DMS a una  $P \leq 0.05$ .



**Figura 3.** Contenido de almidón en frutos de tomate cv. Floradade al sexto día, bajo diferentes temperaturas. Cada punto representa el promedio de seis repeticiones  $\pm$  error estándar. \* Con prueba de DMS a una  $P \leq 0.05$ .

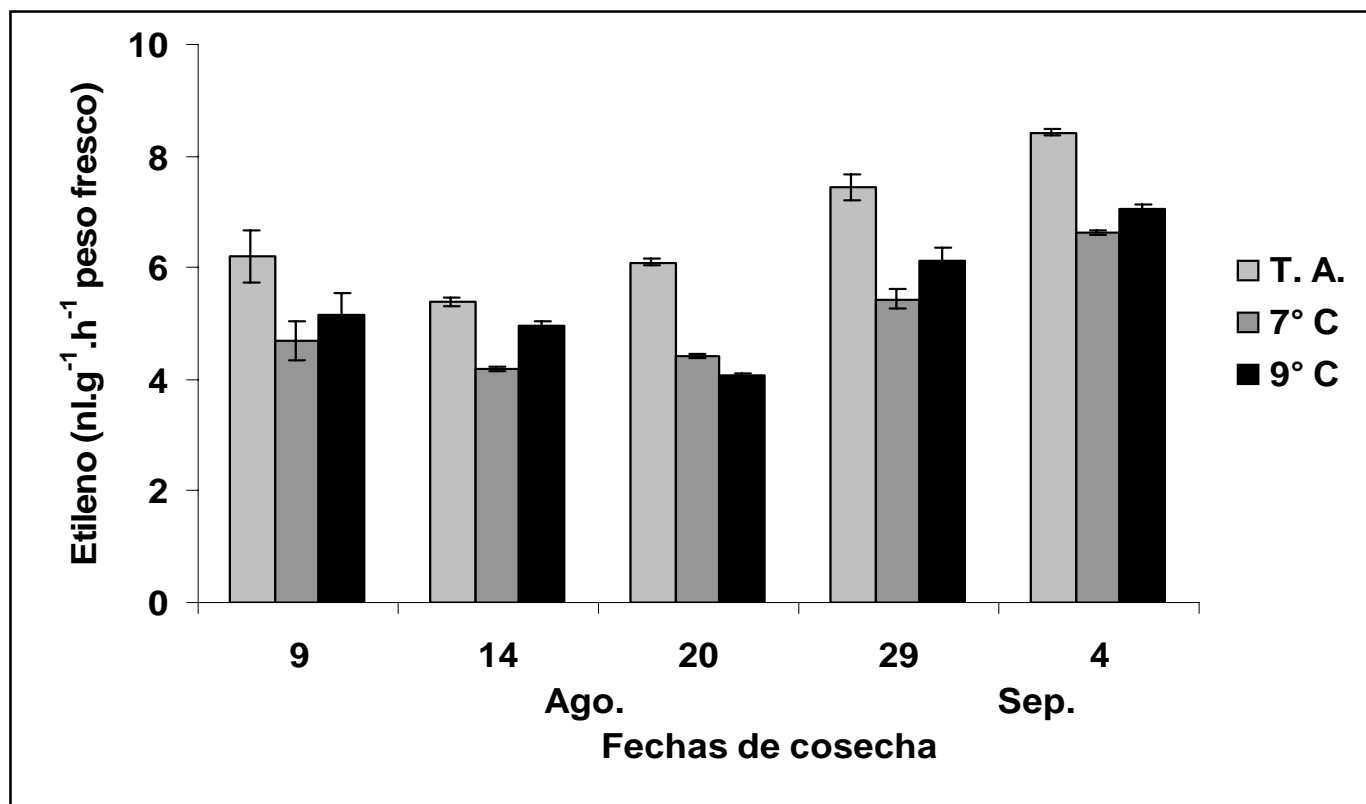
firmeza, a un menor contenido de sólidos solubles y a un mayor contenido de almidón. Los resultados observados en esos parámetros en la presente investigación, corroboran lo descrito anteriormente.

La producción de etileno en los frutos evaluados en este trabajo se ilustra en la Figura 4. El contenido de esta hormona endógena fue superior en el tratamiento testigo durante todo el periodo de evaluación; esta diferencia mostró significancia el 9 y 20 de agosto, y el 4 de septiembre, al compararla con las temperaturas de 7 y 9 °C. La concentración de ácido-1-aminociclopropano-1-carboxílico (ACC), al compararse con el resto de los tratamientos, también fue mayor en los frutos del testigo durante todo el periodo evaluado. Esta diferencia mostró significancia el 9 y 20 de agosto (Figura 5). La presencia de poligalacturonasa (PG) reflejó una concentración también mayor en los frutos conservados a temperatura ambiente, que fue estadísticamente diferente de aquéllos sometidos a 7 y 9 °C, en las fechas del 9 de agosto y 4 de septiembre (Figura 6). El metabolismo de maduración en el fruto de tomate es un proceso climatérico que involucra, con un rol principal, al etileno (Yang y Hoffman, 1984).

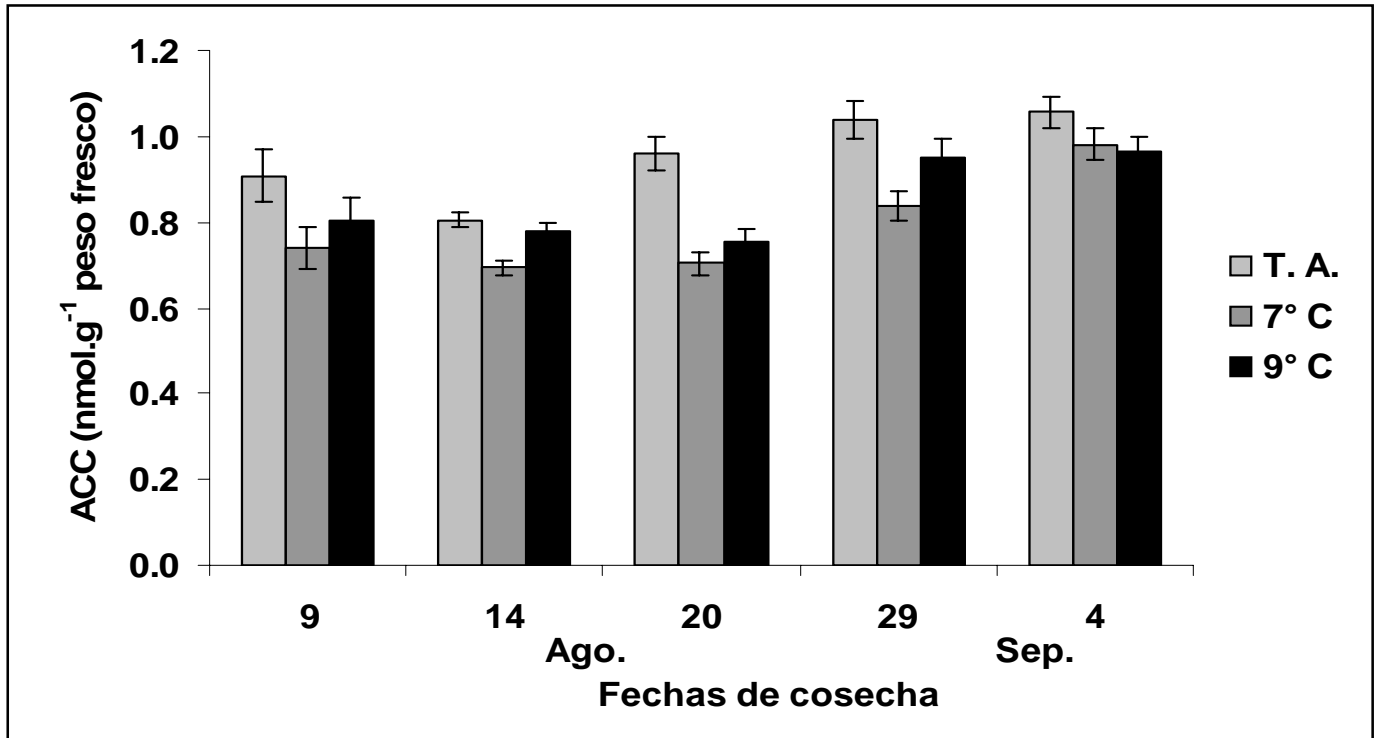
En el presente trabajo se observó que el etileno aumentó en los frutos testigo (Figura 4). Estos resultados son

ampliamente apoyados por los reportes de Gómez (1999), quien demostró incrementos sustanciales en los niveles de etileno en tomates cuando, después de cosecharlos, se dejaron a temperatura ambiente por varios días. Lo anterior no se presentó en las muestras de tomate conservadas a 7 y 9 °C (Figura 4). La producción de etileno es consistentemente menor cuando un fruto climatérico se almacena a temperaturas similares a las aplicadas en el presente estudio (Alía, 2000).

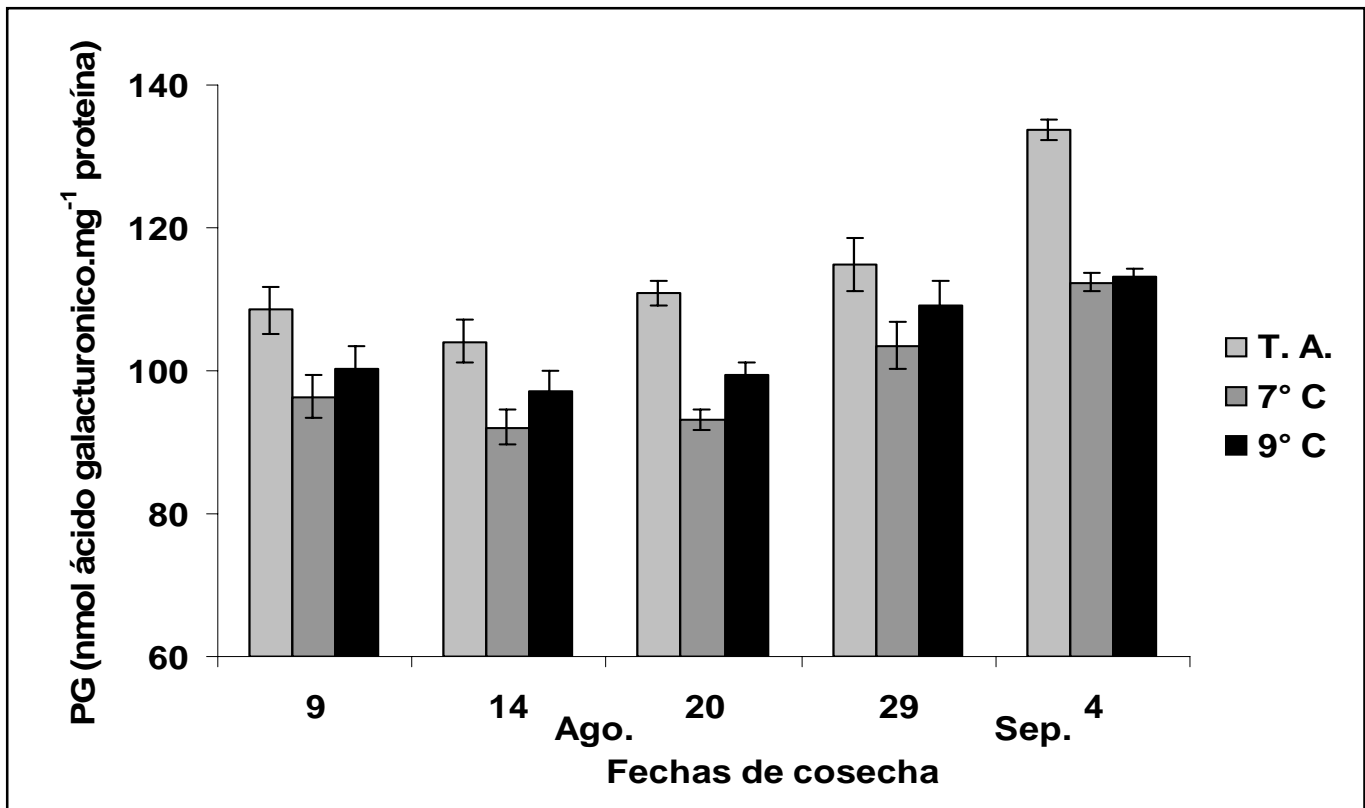
La evolución de etileno en el tejido de tomate se ha reportado como una reacción resultante de la acción previa de ACC. La figura 5 ilustra que este producto, en efecto, aparece en el testigo en niveles superiores. Esta reacción está directamente ligada a la producción de etileno (Figura 4), como sugieren Grierson y Tucker (1986), quienes demostraron que bajo condiciones ambientales de temperatura, los frutos de tomate aumentan sus niveles de ACC, e inmediatamente después se detecta la producción de etileno. Este proceso se reduce si la temperatura ambiente se sustituye por una temperatura de 7 °C. Este efecto se observó en el presente trabajo (Figuras 4 y 5). Resultados similares se reportaron en tomate cv. Floradade por Salveit y Morris (1990), quienes observaron una relación directa entre la baja producción



**Figura 4.** Producción de etileno en frutos de tomate cv. Floradade al sexto día, bajo diferentes temperaturas. Cada punto representa el promedio de seis repeticiones ± error estándar. \* Con prueba de DMS a una  $P \leq 0.05$



**Figura 5.** Producción de ácido 1-aminociclopropano-1-carboxílico (ACC) en frutos de tomate cv. Floradade al sexto día, bajo diferentes temperaturas. Cada punto representa el promedio de seis repeticiones  $\pm$  error estándar. \* Con prueba de DMS a una  $P \leq 0.05$ .



**Figura 6.** Contenido de la enzima poligalacturonasa en frutos de tomate cv. Floradade al sexto día, bajo diferentes temperaturas. Cada punto representa el promedio de seis repeticiones  $\pm$  error estándar. \* Con prueba de DMS a una  $P \leq 0.05$ .

de etileno y un cambio mínimo en la producción de ACC.

La síntesis y el rol de la PG, durante la maduración de tomate, también se influyen por los efectos de temperatura (Tucker *et al.*, 1980; Tucker y Grierson, 1982). Es común encontrar que temperaturas ambiente de 18-27 °C originaran un incremento de PG y un aumento posterior de etileno como factores importantes en la maduración de tomate (Zambrano *et al.*, 1995). Las Figuras 4 y 6 ilustran claramente lo anterior. Sin embargo, este resultado no ocurrió cuando los frutos de tomate se conservaron a temperatura de 7 y 9° C. Vioque y Castellanos (1999) también observaron estos efectos en tomate bajo temperatura de 8° C.

Lo anterior permite observar que, como resultado de menos síntesis de ACC (Figura 5) y PG (Figura 6), las temperaturas de 7 y 9° C provocaron menor producción de etileno en los frutos de tomate *cv.* Floradade (Figura 4). Esta condición bioquímica se ve reflejada en los frutos de mayor peso (Cuadro 1), mayor firmeza (Figura 1), menor contenido de sólidos solubles (Figura 2) y almidón (Figura 3) Vendrell y Palomar (1997). Cuando esto ocurre, los frutos alargan su vida de anaquel, como se puede observar en el cuadro 2, en el cual se muestra que los frutos de tomate bajo 7 y 9° C duplican su tiempo en anaquel al compararlos con el testigo. Lo anterior está relacionado con los indicadores de anaquel reportados por Trevor y Cantwell (2000).

### Conclusiones

Con base en a los resultados obtenidos y bajo las condiciones utilizadas, se concluye que los frutos de tomate de *cv.* Floradade conservados a temperatura de 7 y 9° C reducen sus niveles de etileno, PG y ACC, y obtienen una mayor firmeza y menor contenido de sólidos solubles. Estas condiciones son ideales para prolongar la vida en anaquel.

### Literatura Citada

- Alía, T.I. 2000. Temperaturas de almacenamiento y maduración en frutos de mamey (*Pouteria sapota* (Jacq.) H.E. More & Stearn). *Revista Chapingo Serie Horticultura* 6:73- 77.
- AOAC. 1980. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. Washington, D.C. E.U.A pp. 145,153,944.
- Benavides, A. 2002 Ecofisiología y bioquímica del estrés en plantas. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro .pp. 16-17.
- Díaz, P.J.C., S. Bautista, y R. Villanueva, 2000. Quality changes in sapote mamey fruit during ripening and storage. *Postharvest Biology and Technology* 18: 67-73
- Gómez, M.A. 1999. Physiology and molecular biology of fruit ripening. In "Plant Biotechnology for food production". Technomic Publishing Co. London 303-342 pp.
- Grierson, D. y G.A. Tucker 1986. Timing of ethylene and polygalacturonase synthesis in relation to the control of tomato fruit ripening. *Planta* 157: 174-179.
- Gutierrez, C.M. 2001. Efecto del ácido salicílico en frutos de tomate con tratamientos precosecha con K/Ca para alargar su vida postcosecha. Congreso: IX SOMECH, XXLVII HIST, VII AMEHOAC. Morelos, México p.14.
- Lizada, M.C. y S.F. Yang, 1979. A simple and sensitive assay for 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid. *Anal Biochem* 100:140-145.
- Mathooko, A.K. y J.C. Suttle, 1993. Regulation by carbon dioxide of wound-induced ethylene biosynthesis in tomato pericarp and winter squash mesocarp tissues. *Postharvest Biology Technology* 3:27-38.
- Ramírez, H y A. Benavides, 2003. Horticultural science and industry in Mexico an overview. *Chronica Horticulturae* 43 (3): 20-25
- Salveit, M.E. y L.L. Morris, 1990. Overview on chilling injury of horticultural crops. In *Chilling Injury of Horticultural crops* Wang, C. Y. ed. CRC Press, Inc. Boca Raton Florida, U. S. A. pp. 3-15 p.
- Tucker, G.A. y D. Grierson, 1982. Purification and changes in activities of tomato pectinesterase isoenzymes. *Food Agric.* 33: 396-400.
- Tucker, G.A., N.G Robertson y D. Grierson, 1980. Changes in poligalacturonase isoenzymes during the ripening of normal and mutant tomato fruit. *Biochem.* 112: 119-124.
- Trevor, V.S. y M. Cantwel, 2000. Indicadores básicos del manejo postcosecha de tomate. Department of Vegetable Crops, University of California, Davis, California 1-5 pp.
- Vendrell, M.; X. Palomar. 1997. Hormonal control of fruit ripening in climateric fruits. *Acta Horticulturae* 463: 325-330.
- Vioque, B. y J.M. Castellanos, 1999. Actividad ACC oxidasa de frutos de tomate transformados genéticamente para sobreproducir auxinas. XIII Reunión Nacional de la Sociedad Española de Fisiología Vegetal. pp23
- Yang, S.F. y N.E.Hoffman, 1984. Ethylene biosynthesis and its regulation in higher plants. *Plan Physiology* 35: 155-189.
- Zambrano, J., J. Moyeja, L. Pacheco 1995. Efecto del estado de madurez en la composición y calidad de frutos de tomate. *Agronomía Tropical* 46: 61-72.





**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**  
**CENTRO DE CAPACITACION Y DESARROLLO EN TECNOLOGIA DE SEMILLAS**

Buenavista, Saltillo, Coahuila

Tel. (84) 411-03-77, 4-11-03-78 y Fax 4-11-02-36 • [ccdts@uaaan.mx](mailto:ccdts@uaaan.mx)

Coordinador; M.C. Antonio Valdez Oyervides • [avaldez@uaaan.mx](mailto:avaldez@uaaan.mx) • [antoniovaldezo@hotmail.com](mailto:antoniovaldezo@hotmail.com)

Jefa del programa docente; Dra. Norma A. Ruiz Torres • [nruiz@uaaan.mx](mailto:nruiz@uaaan.mx)

### **Introducción**

En la década de los 70 la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN) y la Productora Nacional de Semillas (PRONASE), atentas a los problemas por los que atravesaba la industria semillera del país acordaron, mediante un Convenio de Cooperación Técnica, la creación de un centro especializado en la solución de la problemática relacionada con la educación, investigación y desarrollo de la tecnología de semillas, gracias al cual nació en 1978, el Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas (CCDTS), que desde su fundación tiene su sede de operación en la propia UAAAN.

Para el desarrollo de sus labores docentes, el centro está adscrito al Departamento de Fitomejoramiento, y respecto a sus actividades de investigación depende administrativamente de la Dirección de Investigación, con el propósito de trabajar interdisciplinariamente y en el marco de la organización establecida en la Universidad.

### **Objetivo general**

Establecer un sistema de capacitación y educación para generar nuevas tecnologías y adecuar o mejorar las existentes en los procesos de producción, acondicionamiento y conservación de semillas mejoradas, además de participar en la coordinación de un esfuerzo integral entre instituciones en la solución de problemas comunes relacionados con la tecnología de semillas.

### **Capacitación**

Uno de los puntos de partida fue el Primer Seminario de Semillas Mejoradas que se llevó a cabo en enero de 1980, organizado por el CONACYT, el Centro de Ecodesarrollo y los Asesores de la Presidencia de la República, en donde quedó asentada la necesidad de capacitar recursos humanos especializados en el área de tecnología de semillas. Desde entonces el CCDTS ha proporcionado capacitación a los técnicos que laboran en la industria semillera nacional e internacional, para lo cual ha impartido más de 30 cursos.

### **Investigación**

Por su relevancia, destacan los trabajos de investigación en producción de semillas de diferentes especies, así como los relacionados en su acondicionamiento, almacenamiento y control de calidad, entre otros. Además, lleva a cabo trabajos en biotecnología, de los cuales destacan: germinación y propagación in vitro de especies ornamentales, producción de minitubérculos y de embriones somáticos de papa; también sobresalen los relacionados con economía, administración e implementación de programas de semillas.

### **Enseñanza**

A los pocos meses de nacido, el CCDTS inició su programa de docencia con un curso intensivo de opción a titulación para estudiantes de la División de Agronomía enfocado a la producción de semillas. En 1980 se incorporó a la currícula de la especialidad de Fitotécnica, a nivel licenciatura, el curso de Producción de Semillas, el cual aún se continúa impartiendo. Este curso obedeció a la necesidad de formar personal en esta área, por lo que fue precursor de la enseñanza básica de la tecnología de semillas para los profesionales que más tarde desempeñarían labores especializadas en los centros oficiales y en el sector privado.

Después de siete años de una activa participación en labores de investigación, docencia y desarrollo, así como en la capacitación a personal de la industria de semillas del país, el Centro ya contaba con la infraestructura física y el recurso humano necesarios, lo que le permitió crear, en 1986, el Programa de Maestría en Ciencias en Tecnología de Semillas, y acreditarlo en 2002, gracias a lo cual ahora cuenta con el apoyo de CONACYT a través del PIFOP 2.0.



Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro  
Buenavista Saltillo, Coah. México. CP 25315  
[www.uaaan.mx](http://www.uaaan.mx)

*“La mejor institución de Educación Agrícola Superior de México”*

# Oferta Educativa

## SALTILLO

### Licenciaturas

Ing. Agrónomo:

- Administrador
- Desarrollo Rural
- Horticultura<sup>1</sup>
- Irrigación<sup>1</sup>
- Parasitólogo<sup>1</sup>
- Producción<sup>1</sup>
- Zootecnia

Ing. Agrícola y Ambiental

Ing. en Agrobiología

Ing. en Ciencias y Tecnología de Alimentos

Ing. Forestal

Ing. Mecánico Agrícola<sup>1</sup>

Lic. en Economía Agrícola y Agronegocios

### Postgrado

#### Maestrías y Doctorados en Ciencias en<sup>2</sup>:

- Ingeniería en Sistemas de Producción
- Fitomejoramiento
- Parasitología Agrícola
- Zootecnia

#### Maestrías Profesionales en<sup>2</sup>:

- Empresas Agrozootécnicas
- Tecnología de Granos y Semillas

### Calidad y Excelencia Académica

(1) Carrera acreditada por COMEAA

(2) Programa inscrito en PIFOP de CONACYT

## UNIDAD LAGUNA (Torreón)

Ing. Agrónomo

Ing. Agrónomo en Horticultura

Ing. Agrónomo en Irrigación

Ing. Agrónomo en Parasitología

Ing. en Agroecología

Ing. en Procesos Ambientales

Médico Veterinario Zootecnista

Maestría y Doctorado en Ciencias Agrarias<sup>2</sup>

## INFORMES

### Licenciatura:

**Dirección de Docencia:** (844) 411-02-75 • 411-02-76  
[docencia@uaaan.mx](mailto:docencia@uaaan.mx)

### Subdirección de Desarrollo Educativo

01-800-718-43-30 (servicio sin costo)

Teléfono en Torreón:

01-800-718-35-86 (servicio sin costo)

### Postgrado:

[postgrado@uaaan.mx](mailto:postgrado@uaaan.mx)

Teléfonos (844) 411 03 33, 411 03 34

# 22

*Ceremonia de Premiación*  
**Consejo Cultural Mundial**  
[www.consejoculturalmundial.org](http://www.consejoculturalmundial.org)



CONSEJO  
CULTURAL  
MUNDIAL

**12 de Noviembre de 2005**

Teatro de la Ciudad "Fernando Soler," 18:00 hrs.  
Saltillo, Coahuila,  
México.

Premio Mundial de Ciencias  
"Albert Einstein" 2005

Premio Mundial de Artes  
"Leonardo da Vinci" 2005

**la tierra madre  
que nos alimenta**

Universidad Autónoma  
Agraria Antonio Narro



ALMATERRAMATER