



Agraria

Nueva Epoca

Año VIII · Vol. 8 · No. 3 · Septiembre - Diciembre 2011 · Buenavista, Saltillo, Coah., México

Editorial

La Producción de Papa: Tendencias y Necesidades de Investigación en México y el Mundo

Pág. 5

Susceptibilidad al Pencycuron, de Grupos de Anastomosis de *Rhizoctonia solani* Kühn Colectados en Ocho Regiones Paperas de México

Pág. 19

Subproductos de Cervecería en la Suplementación Alimenticia de Toretos Charolais

Pág. 32

Comité Editorial

Dr. Miguel A. Capó Arteaga
Editor en Jefe

Dr. Jesús Valdés Reyna
Editor Ejecutivo

Editores Técnicos

Dr. José L. Puente Manríquez
Fitomejoramiento, Unidad Laguna

Dr. Raúl Rodríguez García
Riego y Drenaje

Dr. Jesús M. Fuentes Rodríguez
Producción Animal

DIRECTORIO

Dr. Eladio Heriberto Cornejo Oviedo

Rector

Ing. Lorenzo Castro Gómez

Secretario General

Dr. Raúl Villegas Vizcaíno

Director General Académico

M. C. Alfredo Sánchez López

Director de Investigación

Dr. Alfredo de la Rosa Loera

Subdirector de Programación y Evaluación

M. C. José A. Nájera Castro

Subdirector de Operación de Proyectos

UNIDAD LAGUNA

Dr. Armando Espinoza Banda

Subdirector de Investigación

Dr. José Luis Puente Manríquez

Area de Programación, Operación y Evaluación Científica

Ing. Enrique L. Hernández Torres

Area de Operación Programas y Proyectos de Investigación

Diseño y Formación

Miguel A. Estrada Villarreal

Colaboradores

M. C. José H. Rancaño Arrijoja

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 digital (PDF) para su distribución en medios múltiples.

http://www.uaaan.mx/DirInv/portal_agraria/portal.htm · e-mail: agraria_ne@uaaan.mx

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

Agraria -Nueva Epoca- está indizada, desde 2006, en Latindex (Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal); en la base de datos PERIÓDICA (de la Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM, México D. F.); y en 2007 fue incluida en la base de datos del Centro Internacional de Investigación Científica (CIRS)



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: Sembradío de papa en Tapalpa, Jal., México.



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: fig 01.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, o http://www.uaaan.mx/DirInv/portal_agraria/portal.htm

Contenido

Normas Editoriales / Instructions for authors	2
Convocatoria/ Paper call	4
Editorial / Editorial	
La Producción de Papa: Tendencias y Necesidades de Investigación en México y el Mundo	5
Artículos / Articles	
Caracterización Física y Fisiológica de Poblaciones Criollas de Maíz bajo dos Sistemas de Producción	6
Physical and Physiological Characterization of Two Maize Landrace Populations under two Production Systems By Enrique Sánchez Pérez, Norma Angélica Ruiz Torres, Froylán Rincón Sánchez, Hilda Cecilia Burciaga Dávila	
Calidad Fisiológica de Semilla de Coquia (<i>Kochia scoparia</i> (L.) Roth) Sometida a Diferentes Niveles de Salinidad con KCl	12
Seed Physiological Quality of Kochia (<i>Kochia scoparia</i> (L.) Roth) Exposed to Different Levels of Salinity with KCl José Pavel Sisov García García, Antonio Valdés Oyervides, Federico Facio Parra, Leopoldo Arce González, Hilda Cecilia Burciaga Dávila	
Susceptibilidad al Pencycuron, de Grupos de Anastomosis de <i>Rhizoctonia solani</i> Kühn Colectados en Ocho Regiones Paperas de México	18
Susceptibility to Pencycuron of Anastomosis Groups of <i>Rhizoctonia solani</i> Kühn Collected in eight Potato producing Regions of Mexico José Ramón Chávez Barragán, Francisco Daniel Hernández Castillo, Gabriel Gallegos Morales, Raúl Rodríguez Herrera	
Utilización de Zeolita en la Alimentación de Cerdos para Abasto	25
Use of Zeolite in Diets of Swine for Slaughter Bulmaro Méndez Argüello, Ramiro López Trujillo, Roberto García Elizondo, Eduardo García Martínez, Fernando Ruiz Zarate	
Subproductos de Cervecería en la Suplementación Alimenticia de Toretos Charolais	31
Use of Brewer byproducts in Feed Supplementation of Yearling Charolais Bulls Alberto Guerrero Rodríguez, Jesús Manuel Fuentes Rodríguez, José Eduardo García Martínez, Ramiro López Trujillo	

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, 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 para consultas dirijase al Editor en Jefe: agraria_ne@uaaan.mx.

Editorial

La Producción de Papa: Tendencias y Necesidades de Investigación en México y el Mundo

Más de mil millones de personas en el mundo comen papa (*Solanum tuberosum* L.), el tercer cultivo alimenticio más importante a nivel mundial después del arroz y el trigo; la producción global total del tubérculo supera los 300 millones de toneladas métricas.

Su producción y consumo en el mundo han experimentado cambios importantes durante las últimas décadas del siglo XX y primera del XXI, los rendimientos se han duplicado prácticamente desde poco menos de 23 toneladas por hectárea en 1960 a más de 46 en 2010. Esto ha sido resultado de la investigación y la innovación en los últimos años, ya que apenas a principios de los años noventa, la mayoría de la papa se cultivaba y se consumía en Europa, América del Norte y en los países de la antigua Unión Soviética. Sin embargo, y desde entonces, ha habido un aumento muy importante en su producción y demanda en países de Asia, África y América Latina, donde el consumo per cápita es más bajo, pero va en aumento, datos de la FAO indican que, por primera vez desde 2005, la producción del tubérculo en los países en desarrollo ha sido superior a la de los países desarrollados. Actualmente China es el país que produce la mayor cantidad de esta hortaliza la cual, junto con la de India, representa casi un tercio de la producción mundial.

En México, este cultivo ocupa el quinto lugar de importancia alimentaria, sólo superado por el maíz, frijol, trigo y arroz. Datos de la Confederación Nacional de Productores de Papa de la República Mexicana (CONPAPA) indican que, en 2008, se produjeron poco más de 670 mil toneladas métricas en aproximadamente 60 mil hectáreas, con un rendimiento de 21.6 toneladas por hectárea bajo riego y 10.5 en condiciones de secano. El 77 % de la producción se destina al consumo en fresco, 15 % a la industria y 8 % para la producción de semilla.

En su producción se utilizan grandes cantidades de insumos (biocidas, fertilizantes, agua), originando problemas de sobre-utilización de agua, pesticidas y fertilizantes químicos que amenazan la sostenibilidad de su producción en México

El Centro Internacional de la Papa -con sede en Lima, Perú- trabaja con casi 30 países de Asia, África, Europa, Oceanía y América Latina para lograr la seguridad alimentaria, el bienestar y la equidad de género para las personas pobres en el cultivo de papa, camote, yuca y otros tubérculos y raíces, así como en el mejoramiento de los sistemas alimentarios en los países en desarrollo, a través de la investigación y la innovación en ciencia, tecnología y en el fortalecimiento de capacidades.

Por otra parte, el Potato Council -una división del Consejo para el Desarrollo de la Agricultura y la Horticultura (AHDB, por sus siglas en inglés) del Reino Unido- señala que la producción de papa en el mundo muestra una clara tendencia hacia el fortalecimiento de empresas altamente especializadas y con una aplicación intensiva de capital y tecnología dando lugar a mayores rendimientos por hectárea y un producto de alta calidad en un mercado más exigente.

La investigación en este cultivo debe enfocarse hacia cinco áreas clave: plagas, enfermedades, agronomía, almacenamiento y mercado, y consumidores, sin dejar de lado las prioridades de los productores para mejorar su rentabilidad y asegurar un futuro sostenible del cultivo.

La protección de los productores, consumidores y el medio ambiente requiere un enfoque integral que abarque una serie de estrategias como el fomento del uso de depredadores naturales de plagas, la obtención de variedades con resistencia a plagas y enfermedades, la siembra de semilla limpia, la rotación de cultivos y el uso de abonos orgánicos para mejorar la calidad de los suelos.

Así mismo se requieren nuevos enfoques y herramientas para asegurar la colaboración estrecha entre productores e investigadores y acortar el tiempo entre la generación de información y la obtención de resultados.

Caracterización Física y Fisiológica de Poblaciones Criollas de Maíz bajo dos Sistemas de Producción

Bey Enrique Sánchez Pérez*, Norma Angélica Ruiz Torres, Froylán Rincón Sánchez, Hilda Cecilia Burciaga Dávila

Centro de Capacitación y Desarrollo en Tecnología de Semillas, Departamento de Fitomejoramiento, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Calzada Antonio Narro 1923, Col. Buenavista, 25315, Saltillo, Coah., México. E-mail: sanchez_7971@hotmail.com. (*Autor responsable).

Abstract

Physical and Physiological Characterization of two Maize Landrace Populations under Two Production Systems.

The objectives of this study were to characterize female populations (detasseling) and male native maize improved populations, based on physical and physiological traits, and to determine the changes in populations as a result of the production system. The research consisted of two studies: I) Physical characterization of the cob, and II) Determination of physiological seed quality of both populations. In Study I were found, significant differences ($P<0.05$) among populations for cob diameter (DMA), and highly significant ($P<0.05$) ones for thousand seed weight (PMS) and ear length (LMZ), the male population showed a higher weight and size. In study II, differences were highly significant ($P<0.01$) between populations for vigour (V), dry weight of plumule (PSP), dry weight of radicle (PSR), average length of plumule (LMP) and average length of radicle (LMR). The male population exceeded the female one, showing a better expression expression in these variables. So, it may be concluded that the male population exceeded the female population traits of physical and physiological quality due, mainly, to changes in plant metabolism, resulting from the manual detasseling in the field. The male population yielded heavier seeds, larger ears, and seed quality exceeded in effect the female population.

Key words: *Zea mays* L., improved maize landraces, seed production, plumule and radicle dry weight, physiological quality.

Resumen

Los objetivos de este trabajo fueron: caracterizar poblaciones hembra (desespigadas) y poblaciones macho de maíz criollo mejorado, en base a atributos físicos y fisiológicos; así como determinar los cambios ocurridos en las poblaciones por efecto del sistema de producción. La investigación constó de dos estudios: I) Caracterización física de la mazorca; y II) Determinación de la calidad fisiológica en semilla de ambas poblaciones. En el estudio 1 se encontraron diferencias significativas ($P<0.05$) entre poblaciones para diámetro de mazorca (DMA) y altamente significativas ($P<0.01$) para Peso de mil semillas (PMS) y longitud de mazorca (LMZ); la población macho mostró mayor peso y tamaño. En el estudio II, se obtuvieron diferencias altamente significativas ($P<0.01$) entre poblaciones para vigor (V), peso seco de plúmula (PSP), peso seco de radícula (PSR), longitud media de plúmula (LMP) y longitud media de radícula (LMR). La población macho superó a la población hembra, mostrando mejor expresión en las variables mencionadas. Se concluye que la población macho superó a la población hembra en atributos de calidad física y fisiológica, debido principalmente a cambios en el metabolismo de la planta, resultado del desespigue manual aplicado en campo. La población macho mostró semilla de mayor peso, mayor tamaño de mazorca y en cuanto a la calidad de la semilla, superó en vigor a la población hembra.

Palabras clave: *Zea mays* L., maíz criollo mejorado, producción de semilla, peso seco de plúmula y de radícula, calidad fisiológica.

Introducción

México es reconocido como un país de megadiversidad biológica (Sánchez 2005) y es, también, considerado como uno de los países con mayor diversidad de plantas

cultivadas y de sistemas agrícolas. Además, la producción depende de la capacidad humana de mantener la fuente continua de genes para llevar a cabo la obtención de maíces

de alto rendimiento, que asimismo estén adaptados a las condiciones cambiantes del ambiente.

Márquez (1988) indica que las poblaciones regionales o adaptadas son de interés para los mejoradores de maíz, ya que a través de años de selección natural o inducida por los agricultores, se han concentrado alelos de interés económico, como resistencia a factores adversos, entre otros muchos atributos; sin embargo, estos tienen deficiencias agronómicas que limitan su aprovechamiento, de ahí la importancia de su mejoramiento.

Un genotipo que se mejora debe caracterizarse para determinar los avances en relación al original. Entre las variables para caracterizar un material genético, se puede mencionar días a floración masculina y femenina, rendimiento de grano y altura de planta, y de mazorca (Carabolloso *et al.*, 2000); así como longitud y diámetro de mazorca, número de hileras en la mazorca (NHM), índice de grano y sanidad de mazorca (Hernández y Esquivel, 2004).

En materiales híbridos, Poehlman (1979) comenta que en los grandes campos de producción de semillas se utilizan comúnmente máquinas, sobre las cuales van los trabajadores que efectúan el desespigue, en el cual debe tenerse cuidado de no eliminar hojas juntamente con la espiga, ya que la eliminación de hojas reduce el rendimiento de la planta. Se ha demostrado una disminución de hasta el 20 % del rendimiento, dependiendo de la cantidad de hojas que se eliminan. Según Serrato (1995) el desespigue es usado en la producción de híbridos de maíz (cruzas simples, dobles, triples) con el objeto de que la hembra solo reciba polen del progenitor macho, por lo tanto debe hacerse antes de que la espiga de la misma libere polen.

La buena producción de semilla depende también de factores genéticos y de la interacción que se establece con los factores del medio ambiente, tales como temperatura, luz, humedad del aire, condiciones de suelo y velocidad del aire, entre otros (Petrovich y Prokofeva, 1996).

Besnier (1989) comenta que el éxito en la producción comercial de semillas depende de la calidad del producto terminal, la cual está determinada por un conjunto de atributos que la hacen deseable para su siembra, donde la calidad genética, física, sanitaria y biológica juegan un papel importante, manifestándose directamente en su vigor inicial y en la productividad de los cultivos. Douglas (1982) indica que la calidad de la semilla es muy importante al ser esencial para la supervivencia de la humanidad; está, almacena el más alto potencial genético que la ciencia pudiera llegar a desarrollar, y además la considera como un elemento vital para el desarrollo de la agricultura moderna.

Por lo anteriormente mencionado, el presente trabajo de investigación se realizó con el objetivo de determinar el efecto de diferentes sistemas de apareamiento en la producción y calidad del maíz.

Materiales y Métodos

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el Laboratorio de Fisiología y Bioquímica del Centro de Capacitación y Desarrollo en Tecnología de Semillas (CCDTS) de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicada en Buenavista, Saltillo, Coah., México en las coordenadas 25 23' LN y 101 00' LO y con una altitud media de 1743 m.

El material genético utilizado provino del ciclo invierno-primavera (IP) 2006-2007, el cual se obtuvo en el Campo Experimental Dr. Mario Castro Gil ubicado en el municipio de Tepalcingo, Mor., México, el cual se encuentra localizado geográficamente entre los paralelos 18° 26' de LN y los 98° 18' de LO, a una altitud de 1,100 m, y con un clima cálido subhúmedo, el más seco de los subhúmedos, con una temperatura media anual de 24.3 °C, y una precipitación promedio anual de 885.3 mm.

El material genético consistió de cien familias de maíz derivadas de una población criolla mejorada, generadas a través de dos diferentes sistemas de apareamiento. La población criolla mejorada se sembró en un lote de producción de semilla, donde se identificaron surcos hembra y surcos macho en proporciones similares. En los surcos hembra se eliminó la espiga manualmente, en tanto que en el macho permanecieron las plantas completas.

Estudio I: Caracterización Física de Poblaciones

Después de la cosecha se obtuvieron 50 mazorcas completas tomadas al azar tanto de los surcos hembra como de los surcos macho, las cuales fueron caracterizadas de manera individual de acuerdo a los descriptores del CIMMYT y IBPGR, 1991.

Variables Evaluadas

Peso de la Mazorca (PMAZ). Se pesó cada mazorca de manera individual y se reportó su peso en gramos ajustando la humedad al 12 %.

Longitud de la Mazorca (LMAZ). Se midió en centímetros desde la base hasta la punta de la mazorca.

Diámetro de Mazorca y Olote (DMAZ y DOLO). Se midió con un vernier digital y se reportó en milímetros.

Número de Hileras en la Mazorca. Se contó el número de hileras en la mazorca.

Peso de Semillas (PSEM). Una vez desgranada la mazorca, se reportó el peso en gramos ajustado a 12 % de humedad.

Peso de Mil Semillas (PMS). Se seleccionaron dos repeticiones de 500 semillas del total y se registró su peso en gramos ajustando al 12 % de humedad.

Contenido de Humedad de la Semilla. Para determinar la humedad de la semilla, se pesaron aproximadamente 5 g de cada muestra, las cuales fueron sometidas a secado en una estufa a 145 °C por un periodo de 2 h, para después tomar el peso de las semillas; con los dos pesos se calculó el porcentaje de humedad del grano.

$$CHS = \left[\frac{PH - PS}{PH} \right] * 100$$

Donde: CHS = Contenido de humedad de la semilla; PH = peso de la muestra húmeda; PS = peso seco de la muestra.

Estudio II. Estudio de la Capacidad de Germinación

Germinación Estándar. Se determinó mediante la prueba estándar de la ISTA (2004) con algunas modificaciones en semillas de las dos poblaciones (hembra y macho). La prueba consistió en tres repeticiones de 25 semillas, las cuales se sembraron sobre toallas de papel de germinación (anchor paper) humedecido; posteriormente se formaron rollos que se sujetaron en los extremos. Se colocaron al azar cinco rollos por bolsa y se mantuvieron en una cámara de germinación a una temperatura de 25 °C, durante siete días.

Primer Cuento de Germinación. Se contó el número de plántulas normales (PN) al cuarto día después de la siembra.

Segundo Cuento de Germinación. Se contó el número de plántulas normales (PN), plántulas anormales (PA) y semillas sin germinar (SSG) al séptimo día de la siembra. Los datos se registraron en porcentaje en ambos conteos.

Desarrollo y Evaluación de las Plántulas. Consistió en medir en centímetros la longitud de la plúmula y de la radícula. Para esto, se tomaron al azar diez plántulas de

cada repetición. Esta prueba es considerada como indicativo de vigor.

Peso Seco de Plántula. Se utilizaron las diez plántulas del punto anterior; se depositaron por separado las plúmulas y radículas en bolsas de papel perforadas; posteriormente se pusieron en una estufa a 70 °C por 24 h. El peso seco se reportó en miligramos por plántula.

Análisis Estadístico

En el estudio I se utilizó un diseño experimental completamente al azar, mientras que en el estudio II se estableció un diseño en bloques completos al azar. Los datos de las variables evaluadas se procesaron con el paquete estadístico SAS (2004). Se efectuó la comparación de medias a través de la prueba de Tukey (P<0.05).

Resultados y Discusión

Estudio I: Caracterización Física de Poblaciones

Se encontraron diferencias altamente significativas (P<0.01) para el PMS; mientras que en la LMAZ y DMAZ se presentaron diferencias significativas (P<0.05). No se encontraron diferencias significativas para las variables NHM, DOLO, PMAZ, PSEM, y DESG (Porcentaje de desgrane), lo que demuestra diferente respuesta entre las poblaciones al aplicar el desespigue en la población hembra. (Cuadro 1).

En el Cuadro 2 se presenta la comparación de medias de las variables en estudio. La población hembra presentó una LMAZ superior a la media. Al respecto Reyes (1990) afirma que la LMAZ es un carácter de gran importancia por ser un elemento correlativo con el rendimiento de grano y que estos caracteres se ven sumamente afectados por las condiciones ambientales.

La población macho presentó un DMAZ mayor a la población hembra. Saldaña y Calero (1991) indican que el DMAZ está relacionado directamente con la LMAZ y es un buen indicador para medir el rendimiento. Ambas variables están determinadas por factores genéticos y ambientales; si los factores ambientales son adversos

Cuadro 1. Cuadrados medios del análisis de varianza de la caracterización física de la mazorca para las poblaciones hembra y macho

FV	GL	NHM	LMAZ (cm)	DMAZ (mm)	DOLO (mm)	PMS (g)	PMAZ (g)	PSEM (g)	DESG (%)
Población	1	0.75ns	15.94*	47.65*	14.55ns	13885.32**	130.46ns	115.99ns	0.0004ns
Error	197	3.77	2.42	8.78	4.98	1327.14	268.83	199.55	0.0032
C.V (%)		13.60	11.91	7.49	9.61	18.20	17.35	18.06	6.8590

*, ** = niveles de significancia al 0.05 y 0.01, respectivamente; ns = no significativo; GL = Grados de libertad; NHM= Número de hileras en la mazorca; LMAZ = Longitud de la mazorca; DMAZ = Diámetro de la mazorca; DOLO = Diámetro del olote; PMS = Peso de mil semillas; PMAZ = Peso de la mazorca; PSEM = Peso de semillas; DESG = Porcentaje de desgrane.

Cuadro 2. Comparación de medias de la caracterización física de la mazorca para las poblaciones hembra y macho

FV	NHM	LMAZ (cm)	DMAZ (mm)	DOLO (mm)	PMS (g)	PMAZ (g)	PSEM (g)	DESG (%)
Hembra	14	13.34a	39.05b	23.48b	191.74	93.68	77.45	0.82
Macho	14	12.78b	40.03a	22.94a	208.45a	95.30	78.97	0.83
Media	14.28	13.06	39.54	23.21	200.06	94.49	78.20	0.82
Tukey	0.54	0.43	0.82	0.62	10.18	4.58	3.94	0.01

Los valores con la misma letra dentro de cada columna son estadísticamente iguales (Tukey = 0.05 %); GL = Grados de libertad; NHM= Número de hileras en la mazorca; LMAZ = Longitud de la mazorca; DMAZ = Diámetro de la mazorca; DOLO = Diámetro del olote; PMS = Peso de mil semillas; PMAZ = Peso de la mazorca; PSEM = Peso de semillas; DESG = Porcentaje de desgrane.

afectará el tamaño de la mazorca en formación, y por consiguiente se obtendrán menores diámetros, lo que al final repercute en bajos rendimientos.

El PMS de la población macho fue estadísticamente superior al de la población hembra, con una diferencia de 16.71 g. Alizaga (1990) encontró diferencias significativas en el PMS de frijol, entre los cultivares Río Tibagí y Turrialba- 4, esta diferencia se atribuyó al factor genético.

El NHM fue estadísticamente igual en ambas poblaciones (hembra y macho). Al respecto, Contreras (1994) afirma que la fisiología del maíz está determinada en gran medida por el factor genético, pero que el DMAZ puede aumentar relativamente con la fertilización, no así el NHM.

No se encontraron diferencias significativas en las variables DOLO, PMAZ, PSEM y DESG, aunque se observaron diferencias numéricas. La población hembra presentó un mayor DOLO en comparación con la población macho. Estrada *et al.* (2000) encontraron que la variedad de maíz VS- 2000, superó al resto de los genotipos en NHIL y LMAZ con 17.8 y 19.0 cm respectivamente; sin embargo, esta superioridad no se vio reflejada en el rendimiento de grano por ser una variedad con olote ancho con fines forrajeros.

Por otra parte, el PMAZ de la población macho fue

1.62 g mayor que el de la población. Al respecto, Loáisiga (1990), menciona que esta variable es de suma importancia debido a que está directamente relacionada al rendimiento de la cosecha. La población macho presentó un PSEM numéricamente mayor valor al de la población hembra.

La población macho presentó un DESG ligeramente mayor a la población hembra, encontrándose una diferencia de 1.21 % entre poblaciones. López *et al.* (2000) trabajando con la VS-Malinche intermedio, encontraron que en los criollos seleccionados tuvieron muy buen aspecto de planta y mazorca, sin embargo el efecto de desgrane fue alto, ya que el grano representó el 90 % de la mazorca.

Estudio II. Estudio de la Capacidad de Germinación

Se presentaron diferencias altamente significativas para vigor (V), peso seco de plúmula (PSP), peso seco de radícula (PSR), longitud media de plúmula (LMP), longitud media de radícula (LMR); la germinación (GERM) presentó un comportamiento estadísticamente igual entre poblaciones. Los resultados indican que existen diferencias en el comportamiento de estas poblaciones en la calidad fisiológica de la semilla por efecto del desespigue aplicado en la población hembra (Cuadro 3).

Cuadro 3. Cuadrados medios del análisis de varianza para los atributos de calidad fisiológica para las poblaciones hembra y macho.

FV	GL	V (%)	GERM (%)	PSP (mg)	PSR (mg)	FV	GL	LMP (cm)	LMR (cm)
Repetición	2	175.32ns	5.86ns	0.017**	0.007*	Repetición	2	217.55**	215.93**
Población	1	1122.31**	57.89ns	0.021**	0.053**	Población	1	55.30**	194.80**
Error	288	76.16	70.31	0.001	0.001	Error	2916	2.75	6.15
C.V (%)		213.07	8.99	17.91	21.94	C.V (%)		30.12	15.99

*, ** = niveles de significancia al 0.05 y 0.01, respectivamente; ns = no significativo; V = Vigor; GERM = Germinación; PSP = Peso seco de plúmula; PSR = Peso seco de radícula; LMP = Longitud media de plúmula; LMR = Longitud media de radícula.

En el Cuadro 4 se presentan los resultados de los atributos de calidad fisiológica de las poblaciones hembra y macho en estudio. La población macho presentó mejor expresión en V, ya que superó por 3.97 % a la población hembra. En este sentido, Perry (1983) señala que el vigor puede ser alterado por la constitución genética, el desarrollo y nutrición de la planta, y por el tipo de progenitores tanto masculino como femenino.

Conclusiones

La caracterización física de las mazorcas mostró que la población macho superó estadísticamente a la población hembra en longitud de mazorca, diámetro de mazorca y peso de mil semillas. Aunque no se encontraron diferencias estadísticas, la población macho mostró valores numéricos mayores en diámetro de olote, peso de mazorca, peso de

Cuadro 4. Comparación de medias de los atributos de calidad fisiológica para las poblaciones hembra y macho

FV	V (%)	GERM (%)	PSP (mg)	PSR (mg)	LMP (cm)	LMR (cm)
Hembra	2.09 b	92.80	170 b	170 b	5.37 b	15.24 b
Macho	6.06 a	93.68	190 a	200 a	5.63 a	15.77 a
Media	4.09	93.24	180	180	5.50	15.51
Tukey	2.01	01.93	0.007	0.009	0.12	0.18

Los valores con la misma letra dentro de cada columna son estadísticamente iguales (Tukey = 0.05 %); V = Vigor; GERM = Germinación; PSP = Peso seco de plúmula; PSR = Peso seco de radícula; LMP = Longitud media de plúmula; LMR = Longitud media de radícula

Se encontró una diferencia de 20 mg por plántula en el PSP entre poblaciones, la población macho fue estadísticamente superior con un peso de 190 g por plántula. La población macho presentó el mayor PSR con 200 mg por plántula, mientras que la población hembra registró un peso de 170 mg por plántula. Pérez *et al.* (2006) al comparar el tamaño de semilla en laboratorio en varios materiales observaron que al emplear semillas de tamaño grande, estas obtuvieron mayor PSR (0.80 g) con respecto a la registrada con semilla de tamaño medio (0.72 g).

La LMP de la población macho superó por 0.26 cm a la población hembra. Por otra parte, la población macho presentó una LMR superior a la población hembra en 0.53 cm. Ferguson *et al.* (1990) encontraron que el deterioro de la semilla reduce la tasa respiratoria, la velocidad de emergencia de la radícula y el crecimiento de la planta, respuestas que se asocian con la disminución del vigor de la semilla.

Aunque no se detectaron diferencias significativas en el porcentaje de germinación de plántulas normales, si se observaron diferencias numéricas. La población macho fue 0.88 % mayor que la población hembra. Ducar (1970) comenta que las condiciones de germinación en el laboratorio son casi las ideales y el porcentaje de germinación alcanzado en la prueba suele ser superior al que cabe esperar en campo; las muestras de semillas con un porcentaje bajo de germinación en el laboratorio pueden dar una germinación mucho menor en el campo, así como una tasa reducida de establecimiento de las semillas que germinan a causa de un crecimiento más débil.

semillas y porcentaje de desgrane.

En los atributos de calidad fisiológica evaluados en laboratorio, la población macho nuevamente superó estadísticamente a la población hembra en vigor, peso seco de plúmula, peso seco de radícula, longitud media de plúmula y longitud media de radícula. No se detectaron diferencias estadísticas en el porcentaje de germinación; las diferencias numéricas indicaron un mayor porcentaje en la población macho.

La población macho superó a la población hembra en atributos de calidad física y fisiológica, debido principalmente a cambios en el metabolismo de la planta, resultado del desespigue manual aplicado en campo. La población macho mostró semilla de mayor peso y tamaño de mazorca. La población hembra mostró mejor calidad de semilla, al superar en vigor a la población hembra.

Agradecimientos

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por el apoyo otorgado durante los estudios de Maestría en Ciencias del primer autor.

Literatura Citada

- Alizaga, R. 1990. Alteraciones fisiológicas y bioquímicas en semillas de tres cultivares de *Phaseolus vulgaris* de alto y bajo vigor inducido. Agron. Costarricense. 14 (2): 162-168.
- Besnier, R., F. 1989. Semillas: Biología y Tecnología. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España. 63 p.

- Carabolloso, T., V., A. Mejía C., S. Valderrama C., A. Carballo C. y F.V. González C. 2000. Divergencia en poblaciones de maíz nativas de valles altos de México. *Agrociencia* 34: 167 - 174.
- Centro Internacional de Mejoramiento del Maíz y del Trigo (CIMMYT) and International Board Plant Genetic Resources (IBPGR). 1991. Descriptors for Maize. International Maize and Wheat Improvement Center, Mexico City International Board. Rome, Italy. 88 p.
- Contreras, Z., J. 1994. Influencia de rotación de cultivo y control de malezas; el crecimiento, rendimiento y comportamiento del rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.). Universidad Nacional Agraria (UNA). Tesis de Ingeniero Agrónomo. Managua, Nicaragua. 49 p.
- Douglas, J.E. 1982. Programas de semilla. Guía de planeación y manejo. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Serie CIAT. (82). Cali, Colombia. pp. 123 - 163.
- Ducar, M.P. 1970. Producción de semillas pratenses. Manuales de técnica agropecuaria. Ed. Acribia. Zaragoza, España. 142 p.
- Estrada, C., G., C.G. Martínez R., E.J. Morales R. y C. González V. 2000. Rendimiento y componentes de rendimiento en híbridos y cultivares de maíz para valles altos. Memoria del XVIII Congreso Nacional de Fitogenética. 15 al 20 Octubre. Irapuato. Gto., México. 21 p.
- Ferguson, J.M., D.M. TeKrony and D.B. Egli. 1990. Changes during early soybean seed and axes deterioration: Seed quality and mitochondrial respiration. *Crop Sci.* 30: 175-179.
- Hernández, C., J.M. y G. Esquivel E. 2004. Rendimiento de grano y características agronómicas en germoplasma de maíz en valles altos de México. *Rev. Fit. Mex.* 27: 27 - 31.
- International Seed Testing Association (ISTA). 2004. International Rules for Seed Testing. Ed. 2004. Bassersdorf, CH-Switzerland. 700 p.
- Loáisiga, C., H. 1990. Caracterización y evaluación preliminar de treinta cultivares de maíz (*Zea mays* L.). Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias (ISCA), Tesis Ingeniero Agrónomo. Managua, Nicaragua. 86 p.
- López, P., A., H. López S., A. Muñoz O y L. Trejo H. 2000. Formación de variedades sintéticas de maíz para la región La Malinche en el estado de Puebla. Memoria del XVIII Congreso Nacional de Fitogenética. 15 al 20 Octubre. Irapuato. Gto., México. 13 p.
- Márquez, S., F. 1988. Genotecnia Vegetal. Métodos teoría resultados. Tomo I. AGT Editor, S. A. México, D. F. pp. 1 - 60
- Petrovich, I.P. and I.V. Prokofeva. 1996. Influence of climatic factors on the formation of the reproductive organs of Lucerne. *Seed abstracts* 19(3): 123.
- Pérez, M.C., A. Hernández L., F.V. González C., G. García S., A. Carballo C., T.R. Vásquez R. y Ma.R. Tovar G. 2006. Tamaño de semilla y relación con su calidad fisiológica en variedades de maíz para forraje. *Agric. Téc. Mex.* 32(3): 341-352.
- Perry, D.A. 1983. El concepto de vigor de la semilla y su relevancia en las técnicas de producción de semillas. F. Stanham (Trad.). Editorial Hemisfério Sur. Montevideo, Uruguay. pp. 693-701.
- Poehlman, J.M. 1979. Mejoramiento genético de las cosechas. Ed. Limusa S.A. México. p. 22, 278, 279.
- Reyes, C.P. 1990. El maíz y su cultivo. 3ª edición. AGT Editor. México, D.F. 460 p.
- Saldaña, F. y M. Calero. 1991. Efecto de la rotación de cultivos y control de malezas sobre la cenosis de las malezas en los cultivos de maíz (*Zea mays* L.), sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) y pepino (*Cucumis sativus* L.). Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria (UNA). Managua, Nicaragua. 63 p.
- Sánchez, V., L. 2005. Maíces, teosintles, *Zea diploperennis* y los indígenas mexicanos. Instituto de Genética Forestal. Universidad Veracruzana. <http://dialogo.ugr.es/contenidos/last02/0602-iv-teosintles.htm>. (Marzo de 2007).
- Serrato, C., V.M. 1995. Curso de capacitación en tecnología de semillas a extensionistas. Cap. VII. Pureza varietal. Desespigamiento. San Salvador, El Salvador.
- Statistical applied system. SAS Institute Inc. 2004. SAS/STAT 9.1 User's Guide Cary, NC: SAS Institute Inc. USA. 5121 p.

Calidad Fisiológica de Semilla de Coquia (*Kochia scoparia* (L.) Roth) a Diferentes Niveles de Salinidad con KCl

José Pavel Sisov García García^{1*} Antonio Valdés Oyervides¹, Federico Facio Parra¹ Leopoldo Arce González², Hilda Cecilia Burciaga Dávila^{1,3}

¹Centro de Capacitación y Desarrollo en Tecnología de Semillas, Departamento de Fitomejoramiento, ²Departamento de Botánica, ³Dirección de Investigación, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Calzada Antonio Narro 1923, Col. Buenavista, 25315. Saltillo, Coah., México. E-mail: pavelgarcia2@hotmail.com (*Autor responsable).

Abstract

Physiological Quality of Kochia (*Kochia scoparia* (L.) Roth) Seed under Different KCl Salinity Levels. The demand for improved seeds for the establishment of forage crop grasslands have increased in recent years. However, the limited availability, low yields, and poor seed quality have made it a difficult task. The aim of this study was to evaluate the effect of different salinity levels of KCl solutions on seed physiological quality of kochia (*Kochia scoparia* (L.) Roth). The work was conducted under laboratory and greenhouse conditions, using Kochia seed harvested and packed in 2007. The evaluated treatments for both conditions were six saline solutions of KCl, equivalent to 0, 5, 10, 15, 20, 25 and 30 ds m⁻¹, besides the witness with distilled water. The variables studied were Germination capacity of its components: Normal plants (PN), Abnormal plants (PA), Non-germinated seeds (SSG), Vigor, Speed germination index (IVG), Speed of emergence index (EVI), Average hypocotyl length (LMH) Average radicle length (LMR) and Seedling dry weight (PSP). A completely randomized design was applied and data were analyzed using the software SAS, Ver. 6.0. The witness showed the best germination capacity ($P \leq 0.01$), with the highest percentage of PN, and the lowest of PA and the least amount of SSG. The amount of PN was directly proportional to the level of salinity, and PA, and SSG amounts were inversely proportional. The witness showed, also, the highest values in IVG, PC, LMH and LMR, so it may be concluded that, in both environments, increasing salinity levels of KCl solutions directly affects the germination and vigor of kochia seed, since the amount of non-germinated seeds and abnormal seedlings are increased. A salinity level of 5 and 10 ds m⁻¹ can increase the length of the seedlings hypocotyl ensuring the rapid establishment of them as a crop.

Keywords: *Kochia scoparia* (L.) Roth, forage crops, arid, electrical conductivity, germination rate index, emergence rate index.

Resumen

En años recientes ha aumentado la demanda de semillas mejoradas para el establecimiento de praderas de cultivos forrajeros. Sin embargo, la disponibilidad, los bajos rendimientos y la mala calidad de la semilla no lo han permitido. El objetivo de este estudio, fue evaluar el efecto de diferentes niveles de salinidad con soluciones de KCl sobre la calidad fisiológica de semilla de coquia (*Kochia scoparia* (L.) Roth). El trabajo se realizó en laboratorio e invernadero. Se utilizó semilla de coquia cosechada y acondicionada en 2007. Los tratamientos evaluados para ambas condiciones, fueron seis soluciones salinas de KCl equivalentes a 0, 5, 10, 15, 20, 25 y 30 ds m⁻¹, mas el testigo con agua destilada. Las variables evaluadas fueron capacidad de germinación con sus componentes: plantas normales (PN), plantas anormales (PA) y semillas sin germinar (SSG); vigor: índice velocidad de germinación (IVG), índice velocidad de emergencia (IVE), longitud media de hipocótilo (LMH) longitud media de radícula (LMR) y peso seco de plántulas (PSP). Se utilizó un diseño completamente al azar y los datos se analizaron con el paquete estadístico SAS versión 6.0. El testigo mostró la mejor capacidad de germinación ($P \leq 0.01$), con el mayor porcentaje de PN, y el menor de PA, así como la menor cantidad de SSG. La cantidad de PN fue directamente proporcional al nivel de salinidad y las de PA y

SSG inversamente proporcionales. El testigo mostró también los mayores valores en IVG, PC, LMH y LMR. Se concluye que, en los dos ambientes, el aumento de los niveles de salinidad con soluciones de KCl afecta directamente la germinación y el vigor de la semilla de coquia, al incrementar la cantidad de semillas sin germinar y de plántulas anormales. A niveles de salinidad de 5 y 10 ds m⁻¹ puede aumentar la longitud del hipocótilo de las plántulas asegurando un rápido establecimiento de las mismas como cultivo.

Palabras clave: *Kochia scoparia* (L.) Roth, cultivos forrajeros, zonas áridas, conductividad eléctrica, índice de velocidad de germinación, índice de velocidad de emergencia.

Introducción

La salinidad del suelo en zonas áridas y semiáridas constituye un obstáculo importante para el crecimiento vegetal, limitando el desarrollo de actividades como la ganadería, por lo que una estrategia para el establecimiento de cultivos en estas zonas consiste en identificar las especies de plantas forrajeras que pueden tolerar las condiciones adversas que prevalecen en este tipo de condiciones. Es necesario establecer cultivos que demanden poca agua y fertilización; que sean eficientes en la transformación de agua a materia seca y que proporcionen, también, niveles adecuados de nutrientes.

El uso de halófitas como forraje para animales atrajo la atención de investigadores desde la segunda mitad del Siglo XX, así se publicaron resultados de investigación sobre el efecto del agua potable y agua salobre en la alimentación y en la salud animal, así como en la cantidad y calidad de la carne (Wilson, 1996; Walker *et al.*, 1971; Hopkins y Nicholson, 1999; Thomas *et al.*, 2007).

En muchos estudios se han utilizado halófitas de la familia Amaranthaceae como cultivos alternativos, muchos de los cuales contienen compuestos orgánicos tóxicos y una carga de sal en sus hojas, por ejemplo *Atriplex* spp., *Suaeda* spp. *Salicornia bigelovii* (Graetz y Wilson, 1980; Nawaz y Hanjra, 1993; Glenn *et al.*, 1992; Swingle *et al.*, 1996; Kraidees *et al.*, 1998). Esto no sólo reduce la palatabilidad y causa perturbaciones en el proceso de la digestión sino que también aumenta la sed de los animales (Marai *et al.*, 1995). En un entorno de déficit hídrico de una zona árida, esto puede ser una limitación importante.

La coquia (*K. (L.) Roth*), pudiera constituir una importante opción ya que es capaz de crecer en una gran variedad de suelos, es una herbácea erecta, dicotiledónea anual de la familia Amaranthaceae con una alta diversidad genética y un gran potencial como forraje.

La altura de la planta puede variar entre 15 cm y 2 m, dependiendo de la densidad del rodal, se encuentra en alta densidad de más de 600 plantas por metro cuadrado (Galitzer y Oehme, 1979). Esta planta crece en altitudes que van desde el nivel del mar hasta los 2,600 m; puede desarrollarse bien con precipitaciones a partir de 225 mm pues únicamente demanda condiciones óptimas de humedad durante la germinación y la emergencia (Anaya, 1993), y además, presenta resistencia a temperaturas extremas (CONAZA, 1991).

La coquia es una planta que tiene una tolerancia muy amplia a una gran variedad de condiciones edáficas, como suelos erosionados, salinos y alcalinos. Puede crecer en áreas afectadas por la sequía donde muy pocas plantas pueden adaptarse (Mullinex, 1998, Al-Ahmadi y Kafi, 2008). Algunos autores han propuesto el cultivo de coquia para la producción de forraje, ya que reúne todas las características deseables para apoyar la ganadería en zonas áridas y semiáridas de México (Durham y Durham, 1983).

En años recientes, en México ha aumentado la demanda de semillas mejoradas para el establecimiento de nuevas praderas de cultivos forrajeros. Sin embargo, esta demanda no se puede satisfacer por los bajos rendimientos y la mala calidad de la semilla. Asimismo, el alto costo de las semillas determina que los productores exijan el máximo porcentaje de germinación, el cual se reduce severamente con el incremento de la salinidad (Abbad *et al.*, 2004). Lo anterior, indica la necesidad de buscar nuevas opciones entre las diversas especies forrajeras que prosperan y producen bajo este nivel de estrés.

Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de diferentes niveles de salinidad via aplicación de soluciones de KCl para determinar la calidad fisiológica de semilla de coquia (*K. scoparia* (L.) Roth).

Materiales y Métodos

Se utilizó semilla de coquia (*K. scoparia* (L.) Roth), cosechada en noviembre del 2007 en la localidad de Buenavista, Saltillo, Coah., México, 25° 22' 44" LN y 10° 00' 00" LO, a una altitud de 1742 m. La semilla se limpió previamente de impurezas tales como: tierra, semillas vanas y otros residuos.

Las semillas se trataron con soluciones de KCl equivalentes a 0, 5, 10, 15, 20, 25 y 30 ds m⁻¹, correspondientes a los tratamientos T1, T2, T3, T4, T5, T6 y T7; el testigo T1 se trató con agua destilada.

El trabajo se realizó en laboratorio e invernadero. Las variables evaluadas en laboratorio, para la prueba de capacidad de germinación, fueron: plántulas normales (PN), plántulas anormales (PA) y semillas sin germinar (SSG); para las pruebas de vigor fueron: índice velocidad

de germinación (IVG), primer conteo (PC), que se evaluó a los cuatro días, longitud media de hipocótilo (LMH) y longitud media de radícula (LMR). Las variables evaluadas en invernadero para la prueba de capacidad de germinación fueron: plántulas PN, PA y SSG; para las pruebas de vigor fueron: índice velocidad de emergencia (IVE), PC, que se evaluó a los siete días, segundo conteo (SC), que se evaluó a los 14 días LMH, LMR y peso seco de plántula (PSP).

Se utilizó un diseño completamente al azar con siete tratamientos y cuatro repeticiones, los datos se procesaron con el paquete estadístico SAS versión 6.0 (1989). La comparación de medias se realizó mediante la prueba de diferencia mínima significativa (DMS).

Resultados y Discusión

Pruebas en Laboratorio

Capacidad de Germinación. El testigo mostró la mejor capacidad de germinación ($P \leq 0.01$), ya que alcanzó el mayor porcentaje de PN, el menor porcentaje de PA, así como la menor cantidad de SSG. La cantidad de PN fue directamente proporcional al nivel de salinidad y las de PA y SSG inversamente proporcional (Cuadro 1). Al respecto, Cuartero y Fernández-Muñoz (1999) mencionan que a nivel de germinación, a medida que aumenta la concentración de sales, el porcentaje de germinación disminuye y el período en que este proceso se lleva a cabo se prolonga. Resultados similares encontraron Everitt *et al.* (1983) al realizar un estudio de las características de germinación de la *K. scoparia* L. a diferentes tipos de sales y concentraciones, observaron que la germinación comenzó a disminuir significativamente a concentraciones de 20 ds m⁻¹. Por su parte Bazzigalupi (2008) al realizar un experimento con *Thinopyrum ponticum* en condiciones de laboratorio, encontró una disminución de la

germinación en relación con el testigo (0 ds m⁻¹) en 4.2, 18.6 y 61 % en semillas tratadas con soluciones de NaCl equivalentes a 6, 12, 18 ds m⁻¹, respectivamente.

Vigor. El testigo alcanzó los mejores resultados en las pruebas de vigor ($P \leq 0.01$), ya que mostró los mayores valores en IVG, PC, LMH y LMR. Nuevamente se observaron los valores más altos ($P \leq 0.01$) en las semillas tratadas con los niveles más bajos de salinidad, y a medida que esta aumentó, también disminuyeron estas variables (Cuadro 1). Fanti y Pérez (2004) mencionan que una reducción en el porcentaje de germinación y un atraso en el inicio del proceso germinativo con el aumento del estrés salino puede estar relacionado con una sequía fisiológica producida, pues cuando existe un aumento de la concentración de sales en el medio germinativo, hay una disminución del potencial osmótico y consecuentemente, una reducción del potencial hídrico, esta información demuestra que al ir aumentando las concentraciones de sal el proceso de germinación se va retardando. Argetel (2006), al realizar un estudio en laboratorio sobre el efecto de diferentes concentraciones salinas de NaCl (12, 15, 22, 25 y 28 ds m⁻¹) en trigo variedad Cuba-C-204, observó un incremento significativo en la longitud de la plúmula y longitud de la raíz a medida que aumentaron las concentraciones de sales, encontrando anomalías respecto al testigo del 33 y 35 % para niveles de 25 y 28 ds m⁻¹, respectivamente.

Los resultados obtenidos en la LMR indican también, que a nivel de raíces, las sales alteran la absorción de agua afectando el crecimiento de estos órganos; además que también actúan produciendo efectos tóxicos (Romero-Aranda *et al.*, 2001). Por su parte Musito *et al.*, (2004) al evaluar en laboratorio la longitud de la radícula y la plúmula de 13 genotipos de maíz en cinco niveles de salinidad (0, 3, 6, 9, 12 ds m⁻¹), no detectaron una tendencia

Cuadro 1. Capacidad de germinación y vigor en semillas de coquia (*Kochia scoparia* (L.) Roth) sometida a diferentes niveles de salinidad con KCl en condiciones de laboratorio.

Tratamientos	Germinación				Vigor		
	PN (%)	PA (%)	SSG (%)	IVG (pta/día)	PC (%)	LMH (Cm)	LMR (Cm)
T1 (agua destilada)	82.50 ^a	15.50 ^d	2.00 ^d	10.10 ^a	78.50 ^a	4.15 ^{ab}	3.44 ^a
T2 (5 ds m ⁻¹)	77.00 ^{ab}	16.50 ^d	6.50 ^{cd}	09.25 ^{ab}	70.00 ^a	4.50 ^a	3.07 ^b
T3 (10 ds m ⁻¹)	67.00 ^{bc}	21.50 ^{cd}	11.50 ^{bc}	07.71 ^{bc}	54.50 ^b	4.36 ^a	2.88 ^{bcd}
T4 (15 ds m ⁻¹)	59.50 ^{cd}	24.00 ^{cd}	15.50 ^{ab}	06.69 ^{cd}	45.50 ^b	3.77 ^b	2.98 ^{bc}
T5 (20 ds m ⁻¹)	49.50 ^d	35.00 ^{bc}	16.50 ^{ab}	05.33 ^d	33.50 ^c	4.06 ^{ab}	2.59 ^d
T6 (25 ds m ⁻¹)	32.50 ^e	48.50 ^{ab}	19.00 ^{ab}	03.21 ^e	16.50 ^d	3.72 ^b	2.82 ^{bcd}
T7 (30 ds m ⁻¹)	23.50 ^e	55.00 ^a	21.50 ^a	02.11 ^e	09.00 ^d	3.02 ^c	2.72 ^{cd}

PN = Plántulas normales; PA = Plántulas anormales; SSG = Semillas sin germinar; PC = Primer conteo; IVG = Índice de velocidad de germinación; LMP = Longitud media de hipocótilo; LMR = Longitud media de radícula. Valores con la misma literal son estadísticamente iguales ($P \leq 0.01$).

significativa, se esperaba que cada genotipo mostrara una tendencia descendente respecto a la longitud radicular a medida que se incrementara el nivel de salinidad, la cual no sucedió.

Pruebas en Invernadero

Capacidad de germinación. Nuevamente, el testigo mostró la mejor capacidad de germinación ($P \leq 0.01$), ya que alcanzó el mayor porcentaje de PN, el menor porcentaje de PA, así como la menor cantidad de SSG. La cantidad de PN fue directamente proporcional al nivel de salinidad y las de PA y SSG inversamente proporcional, con excepción de T6 y T7, que con los niveles de salinidad más alta mostraron una ligera disminución en el porcentaje de PA (Cuadro 2).

Ramos *et al.* (2004) mencionan que el contenido elevado de sales en los suelos, especialmente el cloruro y el sulfato de sodio, afectan el crecimiento de las plantas modificando sus características morfológicas y anatómicas.

Cuadro 2. Prueba capacidad de germinación en semillas de coquia (*Kochia scoparia* (L.) Roth) sometida a diferentes niveles de salinidad con KCl en condiciones de invernadero.

Tratamientos	Germinación		
	PN (%)	PA (%)	SSG (%)
T1 (agua destilada)	72.5 ^a	14.0 ^d	13.5 ^d
T2 (5 ds m ⁻¹)	76.5 ^a	15.0 ^d	08.5 ^d
T3 (10 ds m ⁻¹)	52.0 ^b	24.5 ^{cd}	18.5 ^{cd}
T4 (15 ds m ⁻¹)	40.0 ^b	38.0 ^{ab}	22.0 ^{cd}
T5 (20 ds m ⁻¹)	18.5 ^c	48.5 ^a	32.0 ^c
T6 (25 ds m ⁻¹)	13.0 ^c	39.5 ^{ab}	47.5 ^b
T7 (30 ds m ⁻¹)	06.0 ^c	31.5 ^{bc}	62.5 ^a

Cuadro 3. Prueba de vigor en semillas de coquia (*Kochia scoparia* (L.) Roth) sometida a diferentes niveles de salinidad con KCl en condiciones de invernadero.

Tratamientos	IVE (%)	PC (%)	SC (%)	LMH (cm)	LMR (cm)	PSP (g)
T1 (agua destilada)	26.50 ^a	39.0 ^a	57.5 ^a	6.74 ^a	8.14 ^a	0.27 ^a
T2 (5 ds m ⁻¹)	22.64 ^{ab}	30.5 ^b	47.0 ^b	6.56 ^a	8.13 ^a	0.26 ^a
T3 (10 ds m ⁻¹)	19.11 ^b	23.0 ^c	37.5 ^c	5.69 ^b	7.68 ^a	0.23 ^a
T4 (15 ds m ⁻¹)	13.71 ^c	09.0 ^d	18.5 ^d	4.56 ^c	5.95 ^a	0.17 ^b
T5 (20 ds m ⁻¹)	09.19 ^d	01.0 ^e	04.5 ^e	3.46 ^d	3.40 ^b	0.09 ^c
T6 (25 ds m ⁻¹)	05.36 ^{de}	0.00 ^e	01.5 ^e	3.35 ^{de}	2.76 ^b	0.07 ^{cd}
T7 (30 ds m ⁻¹)	04.09 ^e	0.00 ^e	0.00 ^e	2.76 ^e	2.43 ^b	0.03 ^d

IVE = Índice de velocidad de emergencia, PC = Primer conteo; SC = Segundo conteo; LMH = Longitud media de hipocótilo; LMR = Longitud media de radícula; PSP = Peso seco de plántula. Valores con la misma literal son estadísticamente iguales ($P \leq 0.01$).

PN = Plántulas normales; PA = Plántulas anormales y SSG = Semillas sin germinar. Valores con la misma literal son estadísticamente iguales ($P \leq 0.01$).

Cavalcante y Pérez (1995) mencionan que la salinidad influye significativamente la respuesta germinativa de la semilla, un exceso de sales solubles provoca una reducción del potencial hídrico del suelo, induciendo una menor capacidad de absorción de agua por las semillas, esta reducción del potencial hídrico y de los efectos tóxicos de las sales interfiere inicialmente en el proceso de absorción de agua por las semillas influenciando la germinación. Por su parte Basnayake *et al.* (1994) mencionan que la presencia excesiva de sales solubles en el suelo causa una reducción en el potencial osmótico y como consecuencia, una reducción en el gradiente del potencial entre el suelo y la semilla, dificultando el proceso de imbibición y comprometiendo la germinación. Da Silva *et al.* (2007) encontraron que la germinación y la tasa de germinación de semillas de cebada disminuyeron a medida que se incrementó el nivel de salinidad, reduciendo la viabilidad y vigor de las semillas debido a que la salinidad afectó la integridad de las membranas.

Vigor. El testigo mostró el mejor vigor ($P \leq 0.01$), ya que presentó los mayores valores en IVG, PC, LMH y LMR. Nuevamente se observaron los valores más altos ($P \leq 0.01$) en las semillas tratadas con los menores niveles de salinidad, y también disminuyeron estas variables a medida que la salinidad aumentó (Cuadro 3). Resultados similares encontraron Steppuhn y Wall (1993) al estudiar el efecto que presenta la mezcla de sales de NaCl y CaCl₂ a diferentes concentraciones en la germinación y emergencia de la *K. scoparia* L., el tiempo requerido para alcanzar el máximo porcentaje de germinación aumentó con la salinidad y la emergencia ocurre a concentraciones menores de 15.5 ds m⁻¹, concluyendo que la coquia es

tolerante a las sales en las etapas de germinación y emergencia. Porta *et al.* (1999) señalan que la presencia de sales en el suelo provoca un retardo en la nacencia, que con salinidades elevadas puede no tener lugar. Mientras que Daubenmire (1990) indica que en condiciones salinas en la mayoría de las halófitas y las glicófitas la germinación es muy lenta y la supervivencia de las plántulas es muy difícil. Almasoum (2000) menciona que el efecto de las sales en las raíces de las plantas siempre resulta en un menor crecimiento de estos órganos, hecho que puede afectar el crecimiento general de la planta al reducirse el volumen de suelo que pueden explorar sus raíces. Jeannette *et al.* (2002) evaluaron la tolerancia a la salinidad durante la germinación y desarrollo de plántulas de 24 materiales de frijol de cuatro especies silvestres y cuatro de frijol común con concentraciones de 0, 60, 120 y 180 mM de NaCl. Jaradat *et al.* (2004) realizaron un experimento con 2,308 genotipos de cebada, sometieron a la semilla a 0 y 20 ds m⁻¹ con NaCl durante 10 días, encontraron que el porcentaje de germinación final a 20 ds m⁻¹ tuvo una correlación negativamente significativa y en promedio de peso seco de plántula y el número de raíces por plántula se redujo drásticamente en respuesta al estrés salino.

Conclusiones

El aumento de los niveles de salinidad con soluciones de KCl afecta directamente la germinación y el vigor de la semilla de coquia (*K. scoparia* (L.) Roth), ya que incrementa la cantidad de semillas sin germinar y de plántulas anormales. En pruebas de laboratorio, a pesar de que el aumento de la salinidad va afectando el porcentaje y retardando la velocidad de germinación, la semilla de coquia presenta un comportamiento fisiológico sobresaliente hasta un nivel de salinidad de 20 ds m⁻¹, y se reduce significativamente a niveles mayores. A niveles de salinidad de 5 y 10 ds m⁻¹ puede aumentar la longitud del hipocótilo de las plántulas asegurando un rápido establecimiento de las mismas como cultivo. La respuesta fisiológica de la semilla en invernadero fue menor que en laboratorio. La germinación y la emergencia comenzaron a disminuir significativamente a 15 ds/m. El desarrollo de la plántula es afectado a niveles de salinidad mayores de 15 ds m⁻¹ presentando una menor longitud de hipocótilo y radícula, lo cual se refleja en una menor producción de materia seca.

Literatura Citada

Abbad, A., A. El Hadrami, and A. Benchaabane. 2004. Germination responses of the Mediterranean saltbush (*Atriplex halimus* L.) to NaCl treatment. *J. Agron.* 3 (2): 111-114.

- Al Ahmadi, J.M. and M. Kafi. 2008. *Kochia (Kochia scoparia): to be or not to be?* In: Crop and Forage Production Using Saline Waters. (Eds.): M. Kafi and M. Ajmal Khan. NAMS&T Centre, Daya Publisher, New Delhi. pp. 119-162.
- Almasoum, A.A. 2000. Effect of planting depth on growth and productivity of tomatoes using drip irrigation with semi saline water. *Acta Hort.* 537: 773-778.
- Anaya, G.M. 1993. *Kochia: A new alternative for forage under high salinity conditions of Mexico.* H. Lieth A. Al. Masoom (Eds.): Towards the rational use of high salinity tolerant plants. Vol. 1. Kluwer Academic Publishers. pp: 459-464.
- Árgetel L.; L.M. González, y R. Plana. 2006. Efecto de altas concentraciones salinas sobre la germinación y el crecimiento del Trigo (*Triticum aestivum*) variedad CUBA-C-204. *Rev. Cult. Trop.* 27 (3): 45-48.
- Basnayake, J., M. Cooper, M. Ludlow and R. Henkell. 1994. Combining ability variation for osmotic adjustment among a selected range of grain sorghum (*Sorghum bicolor* (L) Moench). *Field Crops Res.* 38:147-155.
- Bazzigalupi, O., M.S. Pistorale y N.A. Andrés. 2008. Tolerancia a la salinidad durante la germinación de semillas provenientes de poblaciones naturalizadas de agropiro alargado (*Thinopyrum ponticum*) *Cien. Inv. Agr.* 35 (3): 277-285.
- Cavalcante, A. e S. Pérez. 1995. Efeitos dos estresses hídrico e salino sobre a germinação de sementes de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Witt. *Pesq. Agrop. Bras.* 30 (2): 281-289.
- CONAZA. 1991. Establecimiento de *Kochia scoparia* (L.) Roth. Mimeo. Saltillo, Coah., México. 23 p.
- Cuartero F. y R. Fernández-Muñoz. 1999. Tomato and salinity. *Scient. Horticult.* 78: 83-125.
- Da Silva, R., N. Fernandes Lopes, D. Munt de Moraes, A. De Almeida Pereira, and G. Loureiro Duarte. 2007. Physiological quality of barley seeds submitted to saline stress. *Rev. Bras. Sem.* 29 (1): 40-44.
- Daubenmire, R. 1990. *Ecología Vegetal: Tratado de Autoecología de Plantas.* Limusa, México, D.F. 496 p.
- Durham, R. and J. Durham. 1983. Technique for intensive "Kochia" grazing and intensive use of cotton waste products. *J. Anim. Sci.* 57 (1): 391-395.
- Everitt, J., M. Alaniz and J. Lee., 1983. Seed germination characteristics of *Kochia scoparia* L. *J. Range Manage.* 36 (5): 646.
- Fanti, S. e S. Pérez. 2004. Processo germinativo de sementes de paineira sob estresses hídrico e salino. *Pesq. Agrop. Bras.* 39 (9): 903-909.

- Galitzer, S.J. and F.W. Oehme. 1979. Studies on the comparative toxicity of *Kochia scoparia* (L.) Schrad (fireweed). *Toxicol. Lett.* 3: 43-49.
- Glenn, E.P., W.E. Coates, J.J. Riley, R.O. Kuehl and R.S. Swingle. 1992. *Salicornia bigelovii* Torr.: a seawater-irrigated forage for goats. *An. Feed Sci. Technol.* 40: 21-30.
- Graetz, RD and A.D. Wilson. 1980. Comparison of the diets of sheep and cattle grazing a semi-arid chenopod shrubland. *Aust. Rangel. J.* 2: 67-75.
- Hopkins, D.L. and A. Nicholson. 1999. Meat quality of wether lambs grazed on either saltbush (*Atriplex nummularia*) plus supplements or lucerne (*Medicago sativa*). *Meat Sci.* 51: 91-95.
- Jaradat, A. A., M. Shahid, and A. Al-Maskri. 2004. Genetic diversity in the Batini Barley Landrace from Oman: II. Response to salinity stress. *Crop Sci.* 44: 007-1007.
- Jeannette S. B. J., R. Craig and J.P. Lynch. 2002. Salinity tolerance of phaseolus species during germination and early seedling growth. *Crop Sci.* 42: 1584-1504.
- Kraidees, M.S., M.A. Abouheif, M.Y. Al-Saiady, A. Tag-Eldin and H. Metwally. 1998. The effect of dietary inclusion of halophyte *Salicornia bigelovii* Torr on growth performance and carcass characteristics of lambs. *An. Feed Sci. Technol.* 76: 149-159.
- Marai, I.F.M., A.A. Habeeb and T.H. Kamal. 1995. Response of livestock to excess sodium intake. *In: Sodium in agriculture*, (Ed.): C.J.C. Phillips and PC Chiy. Chalcombe Publications, Canterbury, pp. 173-180.
- Mullinex, W. 1998. *Kochia* (*Kochia* spp.) biology outline and bibliography. <http://www.agron.iastate.edu/~weeds/WeedBiolLibrary/kochiabiblio.html>.
- Musito R.N.; S.M.C. Vega y V.J.G. Rodríguez. 2004. Genotipos de maíz tolerantes a salinidad; un estudio preliminar para iniciar un programa de selección. *Rev. Agraria Nueva Época.* 1: 18-23.
- Nawaz, S. and S.H. Hanjra. 1993. The productivity of goats using different ratios of saltbush and kallar grass. *In: Productive use of saline land* (Ed.): N. Davidson and R. Galloway. Australian Centre for International Agricultural Research Proceedings No. 42, pp. 85-87.
- Porta, C.; R. López-Acevedo y De L. Roquero. 1999. Edafología para la Agricultura y el Medio Ambiente. Mundi-Prensa. MAD, España. 807 p.
- Ramos, J. C., G.M. Perreta, C.J. Tivano y C.A. Vegetti. 2004. Variaciones anatómicas en la raíz de *Pappophorum philippianum* inducidas por salinidad. *Rev. Int. Bot. Exp.*: 103-109.
- Romero-Aranda, R., T. Soria, J. Cuartero. 2001. Tomato plant-water uptake and plant-water relationships under saline growth conditions. *Plant Science* 160: 265-272.
- SAS Institute Inc. 1989. SAS/STAT User's Guide. Version 6, Fourth Edition. SAS Institute Inc., Cary, N.C.
- Steppuhn, H. and K. Wall. 1993. *Kochia scoparia* L. emergence from saline soil under various water regimes. *J. Range Manage.* 46 (6): 533-538.
- Swingle, R.S., E.P. Glenn and V. Squires. 1996. Growth performance of lambs fed mixed diets containing halophyte ingredients. *An. Feed Sci. Technol.* 63: 137-148.
- Thomas, D.T., A.J. Rintoul and D.G. Masters. 2007. Sheep select combinations of high and low sodium chloride, energy and crude protein feed that improve their diet. *Animal Beh. Sci.*, 105:140-153.
- Walker, D.J., B.J. Potter and G.B. Jones. 1971. Modification of carcass characteristics in sheep maintained on a saline water regime. *Aust. J. Exp. Agric. Animal Husb.*, 11: 14-17.
- Wilson, J.R. and P.M. Kennedy. 1996. Plant and animal constraints to voluntary feed intake associated with fiber characteristics and particle breakdown and passage in ruminants. *Aust. J. Agric. Res.*, 47: 199-226.

Susceptibilidad al Pencycuron, de Grupos de Anastomosis de *Rhizoctonia solani* Kühn en ocho Regiones Paperas de México

José Ramón Chávez Barragán¹, Francisco Daniel Hernández Castillo^{1*}, Gabriel Gallegos Morales¹, Raúl Rodríguez Herrera²

¹Departamento de Parasitología, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Col. Buenavista, 25315, Saltillo, Coah., México. Tel.: (844) 411-03-26 y 27, fax (844) 411-0226. E-mail: fdanielhc@hotmail.com (*Autor responsable). ²Departamento de Investigación en Alimentos, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Coahuila, Blvd. Venustiano Carranza e Ing. José Cárdenas s/n, Colonia República, 25280, Saltillo, Coah., México.

Abstract

Susceptibility to Pencycuron of *Rhizoctonia solani* Kühn anastomosis groups in eight potato producing regions of Mexico. Rizoctoniasis, or black scurf, is a fungal disease of potato, caused by *Rhizoctonia solani*, which affects the plant's emergence and growth, causes the production of a large number of deformed tubers, bulbous, broken and with a black scurf and, at the end, it reduces crop yields. In order to control this disease, Pencycuron is used. This is a non-systemic fungicide with protective action, however, for an efficient control it is necessary to evaluate the susceptibility of *R. solani* anastomosis groups (GA) to this fungicide so, the objective of this study was to evaluate the susceptibility level of the *R. solani* GA found in eight potato growing regions in Mexico to Pencycuron. Potato plants with symptoms of black scurf were collected and 21 strains of *R. solani* were isolated in a PDA medium. The GA: GA-3 and AG-4 (AG, for its acronym in English) were identified in a proportion of 52.4 and 47.6% respectively, by comparing hyphae. In samples collected at Navidad, N. L., Arteaga, Coah., Ayahualulco, Ver., Tapalpa, Jal. and Huatabampo, Son., AG-3 was found; and in those collected in Aldama, Chih., Mochis, Sin., Guasave, Sin., and Arteaga, Coah. AG-4 was found. The results indicated that strains of *R. solani* were inhibited at a CI_{50} from 0.014 to 39209.5 mg i.a./L, detecting a very high resistance factor (FR). The maximum FR isolates of AG-3 were 145 and 3,920,956 for isolates belonging to AG-4.

Key words: *Solanum tuberosum*, *Rhizoctonia solani* Kühn, black scurf, susceptibility to fungicides, fiducial limits, fungal strain.

Resumen

La rizoctoniasis o costra negra es una enfermedad de la papa, producida por el hongo *Rhizoctonia solani*, el cual afecta la emergencia y el desarrollo de la planta, provoca la producción de una gran cantidad de tubérculos deformes, protuberantes, partidos y con costra negra, y finalmente, reduce el rendimiento del cultivo. Para el control de esta enfermedad, se usa Pencycuron, un fungicida no sistémico con acción protectora, sin embargo, para un control eficiente es necesario evaluar la susceptibilidad de los grupos de anastomosis (GA) de *R. solani* a este fungicida, por lo que el objetivo de este estudio fue evaluar el nivel de susceptibilidad al Pencycuron de los GA de *R. solani* encontrados en ocho regiones productoras de papa en México. Se colectaron plantas de papa con síntomas de costra negra, de las que se aislaron 21 cepas de *R. solani* en medio de cultivo PDA. Se identificó a los GA: AG-3 y AG-4 (AG, por sus siglas en inglés) en una proporción de 52.4 y 47.6 % respectivamente, mediante la confrontación de hifas. En las muestras colectadas en Navidad, N. L., Arteaga, Coah., Ayahualulco, Ver., Tapalpa, Jal. y Huatabampo, Son., se encontró el AG-3; y en las colectadas en Aldama, Chih., Mochis, Sin., Guasave, Sin. y en Arteaga, Coah. se encontró el AG-4. Los resultados indicaron que las cepas de *R. solani* fueron inhibidas a una CI_{50} de 0.014 a 39209.5 mg i.a./L, detectando un factor de resistencia (FR) muy elevado. El FR máximo para aislados del AG-3 fue de 145 y de 3920956 para los aislados pertenecientes al AG-4.

Palabras clave: *Solanum tuberosum*, *Rhizoctonia solani* Kühn, costra negra, susceptibilidad a fungicidas, límites fiduciales, cepa de hongo.

Introducción

El cultivo de la papa (*Solanum tuberosum*) es afectado entre otras enfermedades, por la rizoctoniasis o costra negra, la cual fue descrita por Kühn en 1862, a la que denominó *Rhizoctonia solani* (Walker, 1965). Este hongo habita en el suelo y cuenta con un amplio rango de adaptación climatológico, edafológico y de especies hospederas (Butler, 1980; Lui y Sinclair, 1992). Este patógeno ha sido aislado de tallos y tubérculos de papa encontrados al oriente de los Andes en Perú, en valles con altitudes de 1500 a 3600 m. También se ha encontrado en zonas paperas de Alaska, donde el periodo de verano es corto y los suelos fríos; en estas zonas *R. solani* causa reducciones en la producción que fluctúan entre el 7 y el 64 %, debido a la utilización de semilla con presencia de esclerosios (Carling *et al.*, 1989; Anguiz y Martín, 1989). Una situación similar ha sido reportada en Canadá, Gran Bretaña, Estados Unidos e Irlanda del Norte (Carling y Leiner, 1990). En México se han consignado incidencias de 35 a 97.7 % en tallos y tubérculos, respectivamente, causadas por este patógeno (Alonso *et al.*, 1994).

Está demostrado que *R. solani* posee una amplia variabilidad genética, especialmente en aislamiento del cultivo de papa. Rosenbaum y Shapovalov (1917) aislaron una cepa de *R. solani* que denominaron R5 la cual diferenciaron de las cepas más comunes; por provocar lesiones más profundas en tallos y tubérculos; por tener pronta respuesta de los esclerosios sobre medios definidos; y por presentar diferencias en algunas características morfológicas. Más tarde Parmenter *et al.*, (1969) determinaron que *R. solani* se encuentra dividido en diversos GA basados en la compatibilidad de las hifas entre los aislamientos, al reconocer cuatro GA: AG-1, AG-2, AG-3 y AG-4 (AG, por sus siglas en inglés). En Japón encontraron además los AG-5 y AG-6 (Bandy *et al.*, 1988).

Ogoshi (1987) determinó la compatibilidad entre GA cuando al confrontar aislamientos en medio sólido existe atracción, fusión de hifas y muerte de las células fusionadas. *Rhizoctonia solani* se ha dividido en 14 grupos anastomóticos y varios subgrupos, en base a la variación fenotípica entre los aislamientos y la reacción de anastomosis de las hifas. Además, secuencias del ADN_R confirman que *R. solani* es un complejo de especies, por lo que se deben reconocer varios grupos anastomóticos con este rango taxonómico (González, 2002).

La mayoría de los aislamientos de *R. solani* que afectan al cultivo de la papa pertenecen al AG-3; otros grupos que se encuentran asociados a este cultivo son: AG-1, AG-2, AG-4, AG-5, AG-7 y AG-9 (Carling y Leiner, 1986; Bandy *et al.*, 1988; Corona *et al.*, 1994; Bains y Bisht, 1995; y Chávez, 2000).

Los GA de *R. solani* reaccionan diferente ante un mismo fungicida. Cataria *et al.* (1991) reportan que tiabendazol, carboxin, y vinclozolin inhiben el desarrollo de todos lo AG con amplias variaciones en el nivel de toxicidad. Por su parte Olaya y Abawi (1992) mencionan que *R. solani* no creció con la aplicación de tolclofós-metilo a 1 ppm, ni con iprodiona a 10 ppm y que la sensibilidad de las cepas varió con Pencycuron y benomilo a 100 ppm. Los aislamientos de AG-4 y de AG-5 mostraron baja sensibilidad al Pencycuron; por el contrario, el crecimiento de varios aislados de AG-2-2 se redujo a concentraciones bajas de este fungicida (Olaya *et al.*, 1994). Por su parte Virgen (2003) reporta algo similar, ya que cepas de los AG-2 y AG-3 mostraron una alta sensibilidad al Pencycuron a una dosis de 5.8 mg i.a./L mientras que las cepas de los AG-4, AG-5 y AG-7 no fueron afectadas fuertemente. Hernández (2005) reporta un factor de resistencia heterogéneo entre cepas de los AG-3 y AG-4, donde resalta el patrón de mayor sensibilidad del AG-3 al Pencycuron con una concentración inhibitoria máxima del 50 % de 1.044 mg i.a./L y menos sensibilidad del AG-4 con una CI₅₀ máxima de 2.259 mg i.a./L.

Teniendo como base la información antes mencionada, se realizó el presente estudio con el objetivo de evaluar el nivel de susceptibilidad al Pencycuron de los GA de *Rhizoctonia solani* encontrados en diversas regiones productoras de papa en México.

Materiales y Métodos

Obtención de Muestras

En las regiones paperas de Aldama, Chih., Arteaga, Coah., Tlalpa, Jal., Navidad, N. L., Guasave, Sin., Mochis, Sin., Huatabampo, Son. y Ayahualulco, Ver., en México, se recolectaron plantas y tubérculos de papa con síntomas y signos de *R. solani*. El material vegetativo se depositó en bolsas de papel; cada bolsa se rotuló con el nombre de la localidad, del productor, de la variedad y la fecha de colecta; posteriormente se trasladaron al Laboratorio de Fitopatología del Departamento de Parasitología de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN).

Aislamiento de Cepas

Las muestras se lavaron en agua corriente para eliminar la tierra. Posteriormente, bajo condiciones de asepsia, con un bisturí se hicieron cortes de 1 a 2 cm en los márgenes de las lesiones, mismos que se colocaron con pinzas de disección en cajas petri con hipoclorito de sodio al 1 % durante 5 min para su desinfección. El material se lavó con agua destilada estéril por dos ocasiones; una vez desinfectado, se puso sobre papel filtro estéril para su

secado. Se colocaron cinco porciones de tejido enfermo en cajas petri con medio de cultivo papa-dextrosa-agar (PDA), previamente rotuladas, y se incubaron a 24 ± 2 °C durante dos días. Las colonias de *R. solani* se observaron con un microscopio estereoscópico (Objetivo 10 X), para diferenciarlas, en forma y velocidad de crecimiento, de las de otros hongos y de las mismas colonias generadas por *R. solani*. Finalmente, con una aguja de disección, se obtuvieron cepas puras por punta de hifa, las que se colocaron en cajas petri con PDA y se incubaron a 24 ± 2 °C.

Identificación de *R. solani*

Se observaron hifas jóvenes de tres días de edad, con un microscopio compuesto (Objetivo 40 X); las muestras se montaron en un portaobjetos y se tiñeron con colorante de giemsa, buscando las características morfológicas citadas por Ogoshi, (1987), Hooker, (1990) y Sneh, *et al.*, (1991). En tres hifas seleccionadas al azar se contó el número de núcleos localizados en la tercera o cuarta célula, con respecto a la apical, para ello se utilizó un microscopio compuesto (objetivo 100 X). El diámetro de las hifas se midió con un micrómetro. En ambos casos se consideró el promedio de tres repeticiones. El crecimiento micelial de cada cepa se midió hacia los cuatro puntos cardinales de la caja petri, con un vernier manual. El color del micelio se determinó en cepas de dos semanas de edad, de acuerdo al manual de Munsell Soil Color Charts (1975).

Determinación de Grupos de Anastomosis

Los grupos anastomósicos de referencia de (AG-3 y AG-4) fueron proporcionados por el Centro Universitario de Ciencias Biológicas Agronómicas (CUCBA) de la Universidad de Guadalajara, en México. Los aislamientos obtenidos se confrontaron con los AG de referencia, de acuerdo al método desarrollado por Parmeter *et al.* (1969). Tanto los GA de referencia, como los aislados a identificar se mantuvieron en medio de cultivo PDA y se incubaron durante 48 h a 24 ± 2 °C. Posteriormente, con un sacabocados se obtuvieron discos de 4 mm de diámetro de los márgenes del crecimiento micelial de *R. solani*. Ambos explantes se pusieron sobre un portaobjetos estéril con una capa delgada de agar-agua al 2 %, a una distancia de 3-4 cm uno de otro; y los portaobjetos se colocaron dentro de una caja petri estéril. Se utilizaron tres repeticiones por aislamiento. Los GA en confrontación se incubaron a 24 ± 2 °C hasta que se observó el traslape de hifas de ambos explantes y se tiñieron con floxina B. La reacción de anastomosis de las hifas se observó en el microscopio compuesto a 40X en al menos cinco campos. Se utilizaron los criterios propuestos por Carling *et al.* (1994), en los cuales establecen tres categorías de reacción

de anastomosis, y determinan como reacción positiva a aquella que en los cinco campos de observación muestre una fusión perfecta de hifas.

Susceptibilidad al Pencycuron

Las cepas de *R. solani* se purificaron por punta de hifa y se incrementaron en PDA a una temperatura de 24 ± 2 °C durante 48 h. Con un sacabocados, se obtuvieron explantes de 5 mm de diámetro de este material y con una pinza de disección se colocaron en el centro de cajas de petri con una mezcla de PDA y las dosis de Pencycuron de: 0.001, 0.003, 0.006, 0.01, 0.03, 0.05, 0.06, 0.1, 0.3, 0.5, 0.6, 1, 5, 10, 50, 100, 1000, 3000, 6000, 10000, 30000, 60000 y 100000 mg i.a./L. Según la respuesta de cada cepa se probaron un máximo de nueve y un mínimo de siete dosis, generando de siete a nueve tratamientos más el testigo (sólo PDA) y tres repeticiones por tratamiento. Las cepas sembradas se incubaron a 24 ± 2 °C durante 72 h. Al término de ese período se midió el crecimiento radial con un vernier para estimar el porcentaje de inhibición del crecimiento micelial en cada cepa; el crecimiento del testigo se consideró como 100 %. Con el programa Probit (Pc-log) computarizado se realizó un análisis probit de máxima verosimilitud para el porcentaje de inhibición. Se determinó la concentración inhibitoria al 50 % (CI_{50}), al 90 (CI_{90}) y sus límites fiduciales para cada cepa (Camacho, 1990). El factor de resistencia, que estima el número de veces que un organismo es más tolerante a una materia activa se determinó aplicando la siguiente fórmula:

$$FR = \frac{CI_{50} \text{ de CR}}{CI_{50} \text{ de CS}}$$

Donde: CR = Cepa resistente; CS = Cepa susceptible y FR es factor de resistencia (Köller y Scheinflug, 1987).

Para la aplicación de la fórmula antes señalada se consideró como cepa susceptible la que obtuvo una CI_{50} de 0.01 mg i.a/L, dicho valor se reporta como el más bajo en la literatura revisada (Kataria *et al.*, 1989).

Resultados y Discusión

Identificación de Cepas Obtenidas

De acuerdo a las características morfológicas, citológicas y fenotípicas, todas las cepas aisladas de diferentes regiones paperas de México correspondieron a *R. solani*. El diámetro de las hifas varió de 5.0 a 8.7 μ , el número de núcleos fluctuó de 5 a 13, las hifas presentaron la clásica ramificación en ángulo recto y el septo distal a ésta, la coloración del micelio varió de blanco amarillento a café y presentaron crecimiento rastrero (Cuadro 1). Las características observadas aquí coinciden con las señaladas para esta especie en estudios previos (Ogoshi, 1987 y Sneh *et al.*, 1991).

Cuadro 1. Características morfológicas, fenotípicas y grupos de anastomosis de los aislamientos de *R. solani* de las diferentes localidades muestreadas

NC	LM	GA	NN	DH (μ)	TC	CM
3	Navidad N. L.	AG-3	10.3	7.6	Rastrero	Blanco-amarillento
4	Navidad N. L.	AG-3	7.0	6.8	Rastrero	Café
5	Navidad N. L.	AG-3	8.0	7.8	Rastrero	Café-claro
19	Arteaga Coah.	AG-3	6.0	7.0	Rastrero	Café-claro
21	Arteaga Coah.	AG-3	13.0	6.7	Rastrero	Café-claro
15	Arteaga Coah.	AG-4	8.0	7.0	Rastrero	Café-claro
27	Ayahualulco Ver.	AG-3	5.0	7.3	Rastrero	Café-claro
45	Tapalpa Jal.	AG-3	13.0	7.3	Rastrero	Café-claro
48	Tapalpa Jal.	AG-3	9.0	7.3	Rastrero	Amarillo-pálido
51	Tapalpa Jal.	AG-3	13.0	6.9	Rastrero	Café-claro
54	Huatabampo Son.	AG-3	13.0	8.7	Rastrero	Amarillo-pálido
55	Huatabampo Son.	AG-3	7.0	7.9	Rastrero	Café-claro
33	Aldama Chihuah.	AG-4	7.0	6.4	Rastrero	Café
36	Aldama Chihuah.	AG-4	7.2	5.0	Rastrero	Blanco-Grisáceo
39	Aldama Chihuah.	AG-4	10.0	6.3	Rastrero	Café-claro
40	Aldama Chihuah.	AG-4	6.0	5.4	Rastrero	Blanco-grisáceo
42	Aldama Chihuah.	AG-4	6.0	6.3	Rastrero	Café-claro
62	Mochis Sin.	AG-4	12.0	6.0	Rastrero	Blanco-amarillento
65	Mochis Sin.	AG-4	6.0	7.3	Rastrero	Blanco-amarillento
66	Mochis Sin.	AG-4	4.6	6.7	Rastrero	Blanco-amarillento
67	Guasave Sin.	AG-4	9.0	5.3	Rastrero	Blanco-grisáceo

NC = Número de cepa; LM = Localidad muestreada; GA = Grupo de anastomosis; NN = Número de núcleos; DH = Diámetro de hifa (μ); TC = Tipo de crecimiento; CM = Color de micelio.

Identificación de Grupos de Anastomosis

De las 21 cepas de *R. solani* aisladas de raíces y tubérculos de papa en siete estados de la República Mexicana, 11 pertenecieron al AG-3 y 10 al AG-4 (Cuadro 1). Este hallazgo coincide con lo reportado por Corona *et al.* (1994) y Anguiz y Martín (1989) al confirmar la presencia de los AG-3 y AG-4 de *R. solani* en el cultivo de papa. En este estudio predominó la presencia del AG-3 con un 52.4 % de frecuencia sobre AG-4 con 47.6 %. Estos valores confirman que la mayoría de los aislamientos de *R. solani* que afectan el cultivo de la papa pertenecen al AG-3, reportado por Corona *et al.* (1994), Bandy *et al.* (1988), Carling y Leiner, (1986), Carling y Leiner, (1990). La presencia de los GA en general fue consistente, ya que los AG-3 fueron encontrados solamente en las localidades con mayor altitud y temperaturas más frescas y los AG-4 en localidades bajas y cálidas a excepción de la cepa 15, la cual fue aislada de Arteaga Coah., (Cuadro 1). Situación similar ocurrió en una zona de Perú productora de papa en donde los aislados provenientes de localidades altas y frías pertenecieron al AG-3 y en las localidades más bajas y cálidas al AG-4 (Anguiz y Martín, 1989).

Susceptibilidad al Pencycuron

En este estudio el crecimiento de *R. solani* fue afectado con una concentración inhibitoria (CI_{50}) que va de 0.014 a 39209.560 mg i.a./L de Pencycuron (Cuadro 2).

En estudios pioneros relacionados, se consideró como cepa susceptible aquella que es afectada en un 50 % con una dosis de 0.01 mg i.a./L del mismo fungicida (Kataria *et al.*, 1989). Esto permitió determinar que el factor de resistencia alcanzó valores de 1.5 hasta 3920956 (Cuadro 2). En base a los límites fiduciales al 50 % se pudieron determinar cuatro niveles de sensibilidad: sensibles, moderadamente sensibles, tolerantes y muy tolerantes con valores en mg i.a./L que van de: 0.01 a 0.1; 0.11 a 1.0; 1.10 a 10 y > 10 respectivamente (Figura 1).

La información obtenida en este estudio sugiere que existe un alto grado de heterogeneidad en la respuesta al Pencycuron dentro de grupos anastomóticos de poblaciones naturales de *R. solani*, ya que las cepas AG-3 van de sensibles a tolerantes con las siguientes proporciones; sensibles 54.5 %, moderadamente sensibles 27.3 % y tolerantes 18.2 %. Las cepas pertenecientes al

Cuadro 2. Valores de CI_{50} límite inferior y superior, CI_{90} y factor de resistencia (FR) de aislamientos de *R. solani* en pruebas de sensibilidad al fungicida pencycuron

Cepa	GA	CI_{50} ppm	Límites Fiduciales (95 %)		CI_{90} ppm	FR
			Inferior	Superior		
NN-3	3	0.014835	0.012680	0.017306	0.079348	1.4835
ACH-40	4	0.026121	0.020241	0.033498	0.465752	2.6121
HSO-54	3	0.033555	0.028715	0.039379	0.199843	3.3555
ACH-42	4	0.076913	0.061108	0.097359	0.995639	7.6913
AC-21	3	0.089009	0.074334	0.107127	0.404794	8.9009
NN-5	3	0.094954	0.078286	0.116060	0.506433	9.4954
NN-4	3	0.117413	0.093274	0.147329	1.151110	11.7413
AV-27	3	0.130792	0.101436	0.166938	1.848174	13.0792
HSO-55	3	0.164391	0.127892	0.210072	2.385624	16.4391
ACH-39	4	0.182175	0.137365	0.238211	4.297164	18.2175
AC-19	3	0.215362	0.178179	0.260083	1.149599	21.5362
ACH-33	4	0.218097	0.166695	0.282532	4.536785	21.8097
GSI-67	4	0.314873	0.257021	0.386979	2.376514	31.4873
MSI-65	4	0.343679	0.278661	0.425843	2.881830	34.3679
ACH-36	4	0.425911	0.335401	0.540813	6.353905	42.5911
MSI-62	4	0.459088	0.372435	0.570394	3.743043	45.9088
TJ-51	3	0.549637	0.432271	0.700910	8.507400	54.9637
MSI-66	4	0.699022	0.582722	0.844379	3.545201	69.9022
TJ-48	3	1.288886	1.020054	1.648872	16.692107	128.8886
TJ-45	3	1.448185	1.138451	1.846619	22.561776	144.8185
AC-15	4	39209.560321	34577.795972	44558.947711	125291.907558	3920956.03000

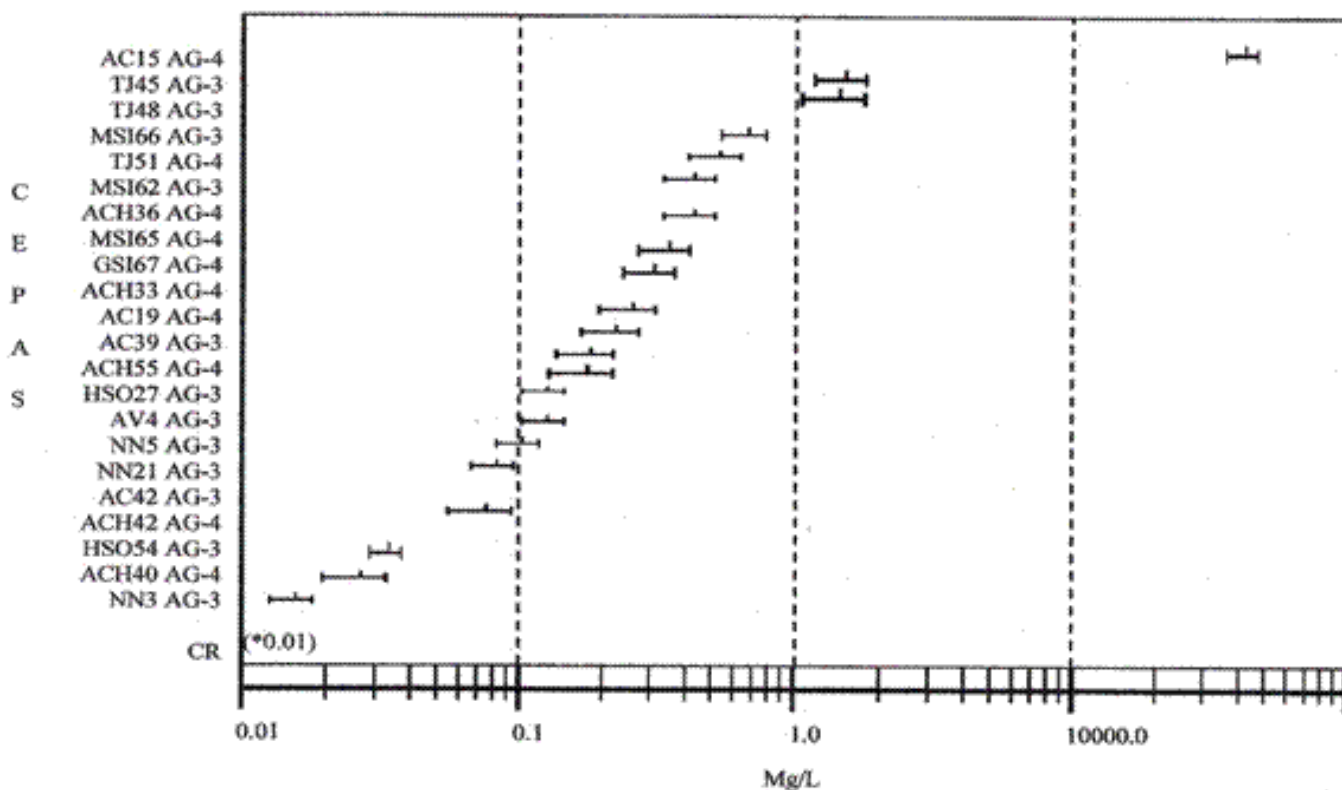


Figura 1. Concentración inhibitoria (CI_{50}) y límites fiduciales de pencycuron para 21 cepas de grupos de anastomosis AG-3 y AG-4 de *R. solani*; CR= cepa de referencia.

AG-4 fueron sensibles en un 20 %; moderadamente sensibles en un 70 %; y muy tolerantes en un 10 %.

En términos generales, los AG-3 son más sensibles al Pencycuron que los AG-4, coincidiendo de esta forma con otros autores (Hernández *et al.*, 2005, Kataria *et al.*, 1991 y Olaya *et al.*, 1994). Sin embargo, aislados de AG-3, principalmente de la zona de Jalisco muestran valores considerables de tolerancia (CI_{50} 1.448 mg i. a./L).

Conclusiones

El biotipo más común en el cultivo de la papa es el AG-3, el cual se encuentra en; Navidad, N. L., Arteaga, Coah., Ayahualulco Ver., Tapalpa Jal. y Huatabampo Sonora. El AG-4 se encuentra en; Arteaga Coah., Aldama, Chih., Mochis, Sin. y Guasave, Sin. La respuesta al Pencycuron de los AG-3 y AG-4 fue heterogénea; ya que el 54.5 % de las cepas AG-3 son sensibles, el resto moderadamente sensibles y tolerantes, el 70 % de las cepas AG-4 son moderadamente sensibles, el resto sensibles y muy tolerantes. El problema de resistencia al Pencycuron se encuentra en Tapalpa, Jal., con aislados del AG-3 y en Arteaga, Coah., con aislados del AG-4.

Literatura Citada

Alonso-Corona, Z., F.D. Hernández-Castillo, G. Frías-Treviño, A. Sánchez-Arizpe. 1994. Grupos de Anastomosis de *Rhizoctonia solani* en papa en Coahuila y Nuevo León, México. Memorias XXXIV Reunión Anual de la Sociedad Americana de Fitopatología, División Caribe. El Zamorano, Tegucigalpa, Honduras. 120 p.

Anguiz, R., C. Martín. 1989. Anastomosis groups, pathogenicity, and other characteristics of *Rhizoctonia solani* isolates from potatoes in Peru. *Plant Dis.* 73: 199-201.

Bains, P.S., V.S. Bisht. 1995. Anastomosis groups identity and virulence of *Rhizoctonia solani* isolates collected from potato plants in Alberta, Canada. *Plant Dis.* 79: 241-242.

Bandy, B.P., S.S. Leach, S.M. Tavantzis. 1988. Anastomosis groups 3 is the major cause of *Rhizoctonia* disease of potato in Maine. *Plant Dis.* 72: 596-598.

Butler, E.E. 1980. A method for long-time culture storage of *Rhizoctonia solani*. *Phytopathol.* 70: 820-821.

Camacho, C.O. 1990. PCPROBIT. Ver. 1. 0 (Programa de cómputo). Centro de Estadística y Cálculo. Colegio de Posgraduados. Chapingo, México.

Carling, D.E., R.H. Leiner. 1986. Isolation and characterization of *Rhizoctonia solani* and binucleate *R. solani*-like fungi from aerial systems and subterranean organs of potato plants. *Phytopathol.* 76(7): 725-729.

Carling, D.E., R.H. Leiner, P.C. Westphale. 1989. Symptoms, signs and yield reduction associated with

Rhizoctonia disease of potato induced by tuberborne inoculum of *Rhizoctonia solani* AG-3. *Amer. Potato J.* 66: 693-701.

Carling, D.E., R.H. Leiner. 1990. Virulence of Isolates of *Rhizoctonia solani* AG-3 collected from potato plant organs and soil. *Plant Dis.* 74: 901-903.

Carling, D.E., C.S. Rothrock., G.C. MacNish., M.W. Sweetingham., K.A. Brainard and S.W. Winters. 1994. Characterization of anastomosis group 11 (AG-11) of *Rhizoctonia solani*. *Phytopathol.* 84: 1387-1393.

González, H.D. 2002. Estado actual de la taxonomía de *Rhizoctonia solani* Kühn. *Rev. Mex Fitopatol.* 20(2): 200-205.

Hernández, F.D., C.R. Carvajal, E. Guerrero, A. Sánchez, G. Gallegos, R.H. Lira. 2005. Susceptibilidad a fungicidas de grupos de anastomosis del hongo *Rhizoctonia solani* Kühn colectados en zonas paperas de Chihuahua, México. *Rev. Int. Bot. Exp.* 259-269.

Hooker, J.W. 1990. Compendium of potato diseases. American Phytopathological Society. St. Paul, MN, USA. 141 p.

Kataria, H.R., H. Singh, U. Gisi. 1989. Interaction of fungicide-insecticide combination against *Rhizoctonia solani* in vitro and in soil. *Crop Prot.* 8(6): 399-404.

Kataria, H.R., P.R. Verman and G. Ulrich. 1991. Variability in the sensitivity of *Rhizoctonia solani* anastomosis groups to fungicides. *Phytopathol.* 133:121-133.

Köller, W., H. Scheinpflug. 1987. Fungal resistance to sterol biosynthesis inhibitors: A new challenge. *Plant Dis.* 71(12): 1066-1074.

Liu, Z.L., J.B. Sinclair. 1992. Genetic diversity of *Rhizoctonia solani* anastomosis group 2. *Phytopathol.* 82(7): 778-787.

Munsell Soil Color Charts. 1975. Munsell color. Macbeth Division of Kollomorgen Corporation, Baltimore, MD. USA. 10 p.

Ogoshi, A. 1987. Ecology and pathogenicity of anastomosis and intraspecific groups of *Rhizoctonia solani* Kühn. *Annu. Rev. Phytopathol.* 25:125-143.

Olaya, G., G. Abawi. 1992. *In vitro* sensitivity of *Rhizoctonia solani* isolates to fungicides and control of pocket rot of table beets with foliar sprays. *Plant Dis.* 82: 1069 (Abstract).

Olaya, G., G.S. Abawi, J. Barnard. 1994. Response of *Rhizoctonia solani* and binucleate *Rhizoctonia* to five fungicides and control of pocket rot of table beets with foliar sprays. *Plant Dis.* 78: 1033-1037.

Parmeter, J.R., Sherwood and Platt. 1969. Anastomosis grouping among isolates of *Thanatephorus cucumeris*.

- Phytopathol. 59: 1270-1278.
- Rosenbaum, J. and M. Shapovavilov. 1917. A new strain of *Rhizoctonia solani* on the potato. J. Agr. Res. 9: 413-423.
- Sneh, B., Burpee, L. and Ogoshi, A. 1991. Identification of *Rhizoctonia* species. APS Press. American Phytopathological Society. Saint. Paul, MN, USA. 133 p.
- Virgen, C.G. 2003. Variabilidad genética de *Rhizoctonia solani* en papa y su importancia en el manejo químico y biológico. Tesis de Doctorado. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAP-IPN), Irapuato, Gto., México. 41 p.
- Walker, J.C. 1965. Patología Vegetal. Tercera Edición. Ed. Omega, S. A. Barna, España. 818 p.
-

Utilización de Zeolita en la Alimentación de Cerdos para Abasto

Bulmaro Méndez Argüello^{1*}, Ramiro López Trujillo¹, Roberto García Elizondo², Eduardo García Martínez¹, Fernando Ruiz Zarate²

¹Departamento de Nutrición y Alimentos, ²Departamento de Producción Animal, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Calzada Antonio Narro 1923, Colonia Buenavista, 25315, Saltillo, Coah., México. E-mail: mendez_arguello@hotmail.com (*Autor responsable).

Abstract

Use of Zeolite in Diets of Swine for Slaughter. An experiment was conducted to evaluate the effect of addition of three levels of clinoptilolite -zeolite type- in the diet of pigs in a feeding program designed in three stages, based on productive behavior and metabolic profiles. A group of 42 pigs was selected: 24 barrows and 18 females of the commercial crossbred Yorkshire, Hampshire and Landrace with a live weight between 13 and 99 kg. The treatments were designed according to the combination of factor levels: Production stage (initiation, growth, completion) and Level of inclusion of zeolite in the diet (0, 2, 4%). An experimental randomized block design was applied. The experiment lasted 114 days and was held at the Granja Porcina (pig farm) of the Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), located in Saltillo, Coah., Mexico. There were no differences ($P > 0.05$) for Weight gain, but differences showed up for Consumption and Feed conversion ($P < 0.05$). Zeolite at 4% increased Consumption, but reduced Feed efficiency, while at 2% improved Feed conversion without increasing Food intake. The glucose concentration in serum increased in the growing and finishing stages, but remained constant at initiation ($P < 0.05$). The concentration of urea and creatinine decreased in all three stages of production ($P < 0.05$). The total protein had a tendency to decrease in the initiation, and rise in growth and completion ($P < 0.05$). Cholesterol and minerals were not affected ($P > 0.05$). It may be concluded that the addition of zeolite in the diet neither improves weight gain, nor affects the metabolism of minerals and fat, but it does affect the feed intake, feed conversion, and enzymatic processes involved in the metabolism of carbohydrates and proteins.

Keywords: swine diets, nutrition, behavior, weight gain, metabolites, minerals.

Resumen

Se realizó un experimento con el objetivo de evaluar el efecto de la incorporación de tres niveles de zeolita tipo clinoptilolita a la dieta de cerdos en un programa de alimentación de tres etapas, en base a su comportamiento productivo y perfiles metabólicos. Se utilizaron 42 cerdos: 24 machos castrados y 18 hembras de cruza tipo comercial Yorkshire, Hampshire y Landrace de 13 a 99 kg de peso vivo. Los tratamientos se diseñaron de acuerdo a la combinación de niveles de los factores: etapa de producción (inicio, crecimiento, finalización) y nivel de inclusión de zeolita en la dieta (0, 2, 4 %). Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar. El experimento tuvo una duración de 114 días y se realizó en la Granja Porcina de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), localizada en Saltillo, Coah., México. No se encontraron diferencias ($P > 0.05$) para Ganancia de peso, pero si para Consumo y Conversión alimenticia ($P < 0.05$). La zeolita al 4 % incrementó el consumo, pero redujo la Eficiencia alimenticia, en tanto que al 2 % mejoró la Conversión alimenticia sin aumentar el consumo de alimento. La concentración de glucosa en suero aumentó en las etapas de crecimiento y finalización, pero se mantuvo constante en iniciación ($P < 0.05$). La concentración de urea y creatinina disminuyó en las tres etapas de producción ($P < 0.05$). Las proteínas totales tuvieron una tendencia a disminuir en la iniciación y a elevarse en crecimiento y finalización ($P < 0.05$). El colesterol y los minerales no fueron afectados ($P > 0.05$). Se concluye que la adición de zeolita en la dieta no mejora el aumento de peso, ni afecta el metabolismo de minerales y grasas, pero si al consumo de alimento, la conversión alimenticia y los procesos enzimáticos involucrados con el metabolismo de carbohidratos y proteínas.

Palabras clave: Dietas para cerdos, alimentación, comportamiento, aumento de peso, metabolitos, minerales.

Introducción

En la producción porcina la alimentación es la actividad que genera mayor gasto, ya que representa alrededor del 55 % en el sistema tecnificado, y el 62 % en el semitecnificado (SAGARPA, 2006). La búsqueda de alternativas para disminuir éstos costos ha conducido a utilizar aditivos no nutricionales que mejoren el comportamiento productivo. La inclusión en la dieta de agentes antimicrobianos, enzimas, agentes enmascarantes, antioxidantes, absorbentes y agentes de control de olor es una práctica común (NRC, 1998). Las zeolitas son aluminosilicatos hidratados altamente cristalinos, formados principalmente por hidrógeno, oxígeno, aluminio y silicio, que poseen infinitas estructuras tridimensionales (poros) que le dan la capacidad de ganar y perder agua reversiblemente y de intercambiar algunos cationes constituyentes (Mumpton, 1999); se les atribuyen propiedades para mejorar la productividad de los animales cuando son mezcladas con el alimento, y se han aplicado en experimentos de nutrición de cerdos con resultados satisfactorios. Se afirma que las zeolitas mejoran los procesos enzimáticos involucrados en el metabolismo de proteínas, carbohidratos y grasas (Malagutti *et al.*, 2002; Alexopoulos *et al.*, 2007).

Diversos estudios señalan que la adición de zeolita a las dietas de cerdos mejora el aumento de peso, el crecimiento, la eficiencia alimenticia y la calidad de la carne; reduce la mortalidad y aumenta la resistencia a enfermedades. Además mejora las funciones en el tracto digestivo de los animales (Hossain *et al.*, 1995; Kim *et al.*, 2005; Meléndez y Rodríguez, 2005). Las zeolitas secuestran toxinas, tanto en los alimentos como en el aparato digestivo de los animales, lo que permite disminuir la mortalidad por intoxicación por micotoxinas (Ramos *et al.*, 1996; Ramos y Hernández, 1997). Estos resultados hacen de este aluminosilicato una alternativa esperanzadora, porque mejora el comportamiento productivo y permite una mayor eficiencia alimenticia de las dietas de menor calidad.

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la incorporación de tres niveles de zeolita (0, 2 y 4 %) tipo clinoptilolita en dietas de cerdos de 13 a 99 kg de peso vivo (PV) en un programa de alimentación de tres etapas, en base a su comportamiento productivo (aumento de peso, consumo y conversión alimenticia) y perfiles metabólicos.

Materiales y Métodos

El experimento se llevó a cabo en la Granja Porcina y en los laboratorios de Nutrición y Alimentos, Reproducción Animal y Fitomejoramiento de la UAAAN en Saltillo, Coah., México.

Las unidades experimentales consistieron de cerdos en tres etapas de producción: iniciación, crecimiento y finalización. Estas etapas estuvieron determinadas por el tipo de dieta (20.5, 17.3 y 15.5 % de proteína cruda respectivamente) y por el peso de los animales. Se utilizaron 42 cerdos (24 machos castrados y 18 hembras) de cruza tipo comercial: Yorkshire, Hampshire y Landrace con un peso promedio inicial de 13 kg para la etapa de iniciación, 25 kg para la de crecimiento y 56 kg para la de finalización que concluyó con un peso promedio de 99 kg. Se evaluaron las siguientes variables: Consumo de alimento en base a materia seca (MS), Incremento de peso, Conversión alimenticia, Concentración de glucosa en suero sanguíneo, Urea, Creatinina, Colesterol, Proteínas totales, Calcio, Fósforo y Magnesio.

Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con submuestreos para el análisis estadístico del incremento de peso y determinación de metabolitos, y minerales, en tanto que para consumo y conversión alimenticia se utilizó el modelo de bloques al azar. Los animales se distribuyeron en nueve corraletas bloqueando por época de nacimiento, sexo, tipo racial y balanceado por peso inicial.

El experimento duró 114 días más cinco días de adaptación al manejo y a la dieta. Los animales fueron desparasitados y vitaminados antes de iniciar la prueba; se pesaron al inicio y al final de cada etapa. El alimento incluyó maíz o sorgo y soya como ingredientes base y se ofreció a libre acceso. La mezcla de zeolita y la dieta se hizo con la ayuda de palas. El consumo diario de alimento se calculó por la diferencia entre el alimento ofrecido y el rechazado, dividida entre el número de animales y días de la etapa.

Resultados y Discusión

Comportamiento Productivo

La ganancia de peso, el consumo de materia seca (MS) y la conversión alimenticia de los cerdos se muestran en el Cuadro 1. La inclusión de zeolita en la dieta no tuvo efecto sobre el incremento de peso ($P > 0.05$). Sin embargo, se observó un aumento en el consumo de MS en animales que recibieron 4 % de zeolita en comparación con el testigo. Los cerdos que recibieron 2 % de zeolita mostraron consumos similares al testigo. Se encontró mayor eficiencia de conversión alimenticia con la adición de 2 % y menor con 4 % de zeolita ($P > 0.05$).

Alexopoulos *et al.* (2007) y Prvulovic *et al.* (2007) señalan que el tipo de zeolita, pureza, especie y tamaño de partícula junto con la fase de crecimiento de los animales y las condiciones ambientales influyen para que se obtengan, o no, efectos favorables. La humedad en las

corraletas y el poco tiempo de adaptación de los animales a la dieta sólida de iniciación pudieron haber influido en los resultados de éste estudio. En un experimento reportado por Prvulovic *et al.* (2007), en se donde probaron dos niveles de clinoptilolita (0 y 5 %) en un programa de alimentación de tres fases, encontraron efectos positivos sólo en la etapa de crecimiento; en finalización la zeolita afectó negativamente el incremento de peso.

Cuadro 1. Comportamiento productivo de cerdos alimentados con dietas suplementadas con diferentes niveles de zeolita en tres etapas de producción.

Etapa	Zeolita (%)			P > F
	0	2	4	
	Incremento de peso (kg d ⁻¹)			
Inicio	0.547	0.575	0.542	
Crecimiento	0.672	0.629	0.640	
Finalización	1.000	1.030	0.968	
Total	0.738 ^a	0.743 ^a	0.716 ^a	0.705
	Consumo MS (kg d ⁻¹)			
Inicio	1.222	1.166	1.340	
Crecimiento	2.319	2.167	2.357	
Finalización	3.599	3.669	3.903	
Total	2.380 ^a	2.333 ^a	2.533 ^b	0.003*
	Conversión alimenticia			
Inicio	2.245	2.056	2.474	
Crecimiento	3.438	3.441	3.699	
Finalización	3.650	3.589	4.036	
Total	3.110 ^{ab}	3.028 ^a	3.403 ^b	0.018*

^{a,b}Valores con igual literal dentro de hilera, son estadísticamente iguales ($P > 0.05$).

Shurson *et al.* (1984) al probar cuatro niveles de zeolita (0, 1, 3 y 5 %) en tres etapas de producción no encontraron efectos significativos en ninguna de las etapas. De igual manera, Tiwari (2007) al trabajar con 0 y 4 % de zeolita no encontró diferencia significativa. Por otra parte, Defang y Nikishov (2009) reportan un alto incremento de peso con 4 % de zeolita en las etapas de crecimiento y finalización, pero no en iniciación. Los efectos benéficos de la zeolita se han atribuido a su intervención en los mecanismos relacionados con la remoción y adsorción de componentes nocivos derivados de la actividad microbiana, específicamente del amoníaco y la reducción de la velocidad de paso del alimento en el intestino, lo cual incrementa la actividad microbiana, dando como resultado una mejor utilización de los nutrientes, sobre todo del N.

Los consumos de materia seca obtenidos en éste estudio son ligeramente superiores a los reportados por NRC

(1998). El mayor consumo de alimento en los tratamientos con zeolita se deben a que hay una dilución de la dieta cuando se añade este mineral (Malagutti *et al.*, 2002). Shurson *et al.* (1984) observaron que en la etapa de finalización los cerdos elevaron el índice de conversión con 5 % de zeolita. Leung (2004) al trabajar con cerdos de la fase de inicio a finalización con niveles de 0, 2, 4 y 6 % de zeolita no encontró efecto significativo en conversión alimenticia, pero si observó una tendencia a incrementar el consumo de alimento cuando se añade zeolita. Alexopoulos *et al.* (2007) observaron incremento en el consumo al incluir 2 % de zeolita en la dieta. Meléndez y Rodríguez (2005) reportan un estudio con cerdos de 18 kg de peso PV inicial, en el que suplementaron 0, 2, 4 y 6 % de zeolita en la dieta; encontraron que la inclusión de 2 y 4 % de zeolita aumenta el consumo de materia seca y disminuye la eficiencia en la conversión alimenticia de los cerdos, sin embargo con dietas con 6 % de este mineral, se logra una mejor eficiencia de conversión alimenticia.

Castro e Iglesias (1989) obtuvieron efectos positivos en cerdos alimentados con dietas enriquecidas con 3 y 6 % de zeolitas. Castro y Mas (1989) sugieren emplear 3 % de zeolita en la dieta. Poulsen y Oksbjerg, (1995) y Trckova *et al.* (2009) señalan que la adición de zeolita aumenta la materia mineral en la dieta y reduce el coeficiente de digestibilidad de la materia seca, lo que ocasiona que los cerdos no compensen el consumo y la eficiencia de conversión y el crecimiento se reduzcan.

Perfil Bioquímico

La concentración de los metabolitos en suero sanguíneo de los animales experimentales (Cuadro 2) se encuentran dentro de los límites normales (Merck, 2000). Sin embargo, en el análisis estadístico de los mismos se encontró que la concentración de glucosa, urea, creatinina y proteínas totales fue afectada por el nivel de zeolita en la dieta.

Los niveles de glucosa no se alteraron con la adición de zeolita en la etapa de iniciación, pero en crecimiento y finalización aumentó su concentración, principalmente en los cerdos de finalización ($P < 0.05$).

La concentración de urea disminuyó en las etapas de iniciación y finalización con la adición de zeolita; pero en la etapa de crecimiento se observó una tendencia a aumentar. Las proteínas totales mostraron una disminución en la etapa de iniciación y un aumento en las etapas de crecimiento y finalización. La concentración de creatinina disminuyó ($P < 0.05$) con la adición de zeolita. Por otro lado, no se encontró diferencia ($P > 0.05$) en la interacción. El colesterol y los minerales: calcio, fósforo y magnesio no mostraron diferencia ($P > 0.05$) para los factores etapa de crecimiento y nivel de zeolita

ni en su interacción (Cuadro 3).

Cuadro 2. Concentración de metabolitos en suero sanguíneo de cerdos alimentados con diferentes niveles de zeolita en tres etapas de producción.

Etapa	Zeolita (%)			P > F
	0	2	4	
Glucosa (mg dL ⁻¹)				
Inicio	60.41	57.74	59.20	
Crecimiento	48.44	58.81	61.27	
Finalización	60.22	89.74	92.85	
Total	56.35 ^b	69.07 ^a	70.82 ^a	0.001*
Urea (mg dL ⁻¹)				
Inicio	14.55	14.31	12.49	
Crecimiento	11.40	12.06	12.98	
Finalización	16.85	8.94	10.26	
Total	14.27 ^b	11.76 ^a	11.94 ^a	0.026*
Creatinina (mg dL ⁻¹)				
Inicio	2.98	2.52	2.06	
Crecimiento	1.78	1.34	1.25	
Finalización	1.38	1.05	1.31	
Total	2.05 ^b	1.65 ^a	1.53 ^a	0.001*
Proteínas totales (mg dL ⁻¹)				
Inicio	6.94	6.10	6.18	
Finalización	4.47	6.68	6.24	
Total	5.61 ^b	6.42 ^a	6.18 ^a	0.001*
Colesterol (mg dL ⁻¹)				
Inicio	105.77	96.55	94.47	
Crecimiento	91.63	106.99	105.13	
Finalización	73.95	86.66	84.83	
Total	90.45 ^a	96.41 ^a	95.11 ^a	0.288

^{a,b}Valores con igual literal dentro de hilera son estadísticamente iguales ($P > 0.05$).

Shurson *et al.* (1984), Malagutti *et al.* (2002) y Alexopoulos *et al.* (2007) señalan que la reducción en la concentración de urea y creatinina en sangre se debe a que la zeolita tiene una alta afinidad por los iones de amonio, es decir, posee una alta capacidad de capturar iones de amonio producidos en la desaminación de las proteínas de la dieta durante el proceso digestivo, impidiendo así su absorción e incrementando la actividad microbiana, dando como resultado una mejor utilización de los nutrientes especialmente del N. Una mejora significativa en la retención de N en cerdos de 12 a 35 kg de PV alimentados con una dieta comercial diluida con 2 % de zeolita ha sido señalada por Parisini *et al.* (1999). En el mismo sentido, Poulsen y Oksbjerg (1995) señalan que la inclusión de zeolita en la dieta de cerdos aumenta la excreción de nitrógeno en las heces y la reduce a nivel

urinario. Tanto Shurson *et al.* (1984) como Uygongco y Bundy (1999) mostraron que hay una reducción del 7 % en la emisión de nitrógeno en la orina como efecto de la dilución de la dieta con 2 % de zeolita.

Cuadro 3. Concentración de minerales en suero sanguíneo de cerdos alimentados con diferentes niveles de zeolita en tres etapas de producción.

Etapa	Zeolita (%)			P > F
	0	2	4	
Calcio (mg dL ⁻¹)				
Inicio	5.98	6.50	6.31	
Crecimiento	6.71	6.92	6.67	
Finalización	6.43	7.66	6.74	
Total	6.37 ^a	7.03 ^a	6.58 ^a	0.108
Fósforo (mg dL ⁻¹)				
Inicio	8.26	7.88	8.59	
Crecimiento	7.62	8.14	8.13	
Finalización	7.32	8.00	8.64	
Total	7.74 ^a	8.00 ^a	8.45 ^a	0.311
Magnesio (mg dL ⁻¹)				
Inicio	1.81	1.81	1.75	
Crecimiento	1.79	1.81	1.86	
Finalización	1.70	1.93	1.82	
Total	1.77 ^a	1.85 ^a	1.81 ^a	0.847

^{a,b}Valores con igual literal dentro de hilera son estadísticamente iguales ($P > 0.05$).

Respecto a la glucosa Nestorov (1984) reportó que, con la inclusión de 4 % de zeolita en la dieta de cerdos en crecimiento, se incrementa su concentración; también indicó que al observar las células epiteliales del intestino delgado presentaron un alto desarrollo del aparato de Golgi y una actividad de pinositosis (proceso biológico que permite a determinadas células obtener líquidos orgánicos del exterior para ingresar nutrientes como azúcares y proteínas) bien marcada. Señala que estos cambios pueden estar relacionados con una mayor absorción de nutrientes por parte de la zeolita. Alexopoulos *et al.* (2007) indican que los incrementos son más marcados en las etapas de crecimiento y finalización, y quizás se debe, principalmente, a la mejora gradual en la utilización de los carbohidratos de la dieta con la edad debido a la maduración correcta de los sistemas enzimáticos de la mucosa duodenal y el páncreas. Sin embargo, Prvulovic *et al.* (2007) no encontraron diferencia significativa en ninguno de los metabolitos al adicionar zeolita a la dieta.

Las proteínas totales comprenden dos grandes grupos del plasma: las albúminas y las globulinas, estas son sintetizadas en el hígado. Una disminución en los niveles de las proteínas totales se debe a un nivel bajo de la

albúmina (Fenner, 1999) que se relaciona con la falta de ingestión de cantidades adecuadas de proteínas en la dieta (Church *et al.*, 2006), quizás esto esté relacionado con la captura, por parte de la zeolita, lo que provoca poca absorción intestinal, debido a que la zeolita tiene una interacción potencial con los ingredientes de la dieta y posee una propiedad poco específica de adsorción e intercambio iónico (Alexopoulos *et al.*, 2007). El incremento en las proteínas totales puede deberse a un aumento en el nivel de globulinas (inmunoglobulinas y diversas proteínas de transporte). La producción de anticuerpos puede ocasionar algunos cambios en la concentración de gammaglobulinas (Fenner, 1999), esto puede deberse a que la zeolita favorece el control de las diarreas y se reduce la mortalidad por esta causa, debido a la propiedad antibiótica y al efecto desintoxicante que posee este material al arrastrar al exterior del tracto digestivo las toxinas y ciertos metales pesados tóxicos como Pb, Cu y Cd, lo que ayuda a que los cerdos tengan un buen estado de salud y una mejor producción de anticuerpos (Prieto *et al.*, 2004). En este estudio el efecto benéfico solo se observó en las etapas de crecimiento y finalización. Es importante señalar que los niveles encontrados están dentro del rango normal y no puede haber daño hepático en los animales. Papaioannou *et al.* (2004), Leung (2004) y Alexopoulos *et al.* (2007) reportaron que la adición de zeolita no altera la concentración de minerales ni afecta el metabolismo de las grasas. Pond *et al.* (1989) y Castro y Savón (1998) señalan que no hay peligro potencial a niveles de hasta 10 % de zeolita.

Conclusiones

La inclusión de 2 y 4 % de zeolita no afecta la ganancia diaria de peso. La inclusión de 2 % no aumenta el consumo pero mejora el índice de conversión. En tanto que con el 4 % se incrementa el consumo y el índice de conversión se ve afectado negativamente.

Con la adición de zeolita se reducen significativamente los niveles de urea y creatina en sangre, lo cual indica una mejor utilización del N de la dieta. La concentración de glucosa se incrementa solo en las etapas de crecimiento y finalización, lo que permite una mejora gradual en la utilización de nutrientes, principalmente de carbohidratos a partir de los 25 kg de PV.

En las etapas de crecimiento y finalización los cerdos son favorecidos con la suplementación de zeolita, la mayor concentración en suero indica una mejora significativa en la salud y una adecuada utilización de la proteína de la dieta. No se afectó el metabolismo de las grasas y de los minerales.

Literatura Citada

- Alexopoulos, C., D.S. Papaioannou, P. Fortomaris, C.S. Kyriakis, T. Goussi, A. Yannakopoulos y S.C. Kyriakis. 2007. Experimental study on the effect of in feed administration of a Clinoptilolite rich tuff on certain biochemical and hematological parameters of growing and fattening pigs. *Livestock Sci.* 111: 230-241.
- Castro, M. y M. Iglesias. 1989. Efecto de la zeolita en dietas tradicionales para cerdos en ceba. *Rev. Cubana Cienc. Agríc.* 23: 273.
- Castro, M. y E. Mas. 1989. Efecto de diferentes niveles de zeolita en el balance de algunos nutrimentos en el pienso para la preceba porcina. *Rev. Cubana Cienc. Agríc.* 23: 49.
- Castro, M. y L. Savón. 1998. Efecto acumulativo de la zeolita en carne y vísceras de cerdos. *Rev. Cubana Cienc. Agríc.* 32: 59.
- Church, D.C., W.G. Pond y K.R. Pond. 2006. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. 2ª edición. Editorial Limusa, México. pp. 146-149.
- Defang, H.F. and A.A. Nikishov. 2009. Effect of dietary inclusion of zeolite on performance and carcass quality of grower-finisher pigs. *Livestock Res. Rural Develop.* 21: 6.
- Fenner, R.W. 1999. Manual de medicina veterinaria de pequeñas especies. 2ª. Ed. Limusa. México. pp. 535-545.
- Hossain, S.M., M.J. Almeida and G.A. Filho. 1995. Effect of natural zeolite on performance of finishing pigs. *Arch. Brasileño de Med. Vet. y Zootec.* 47: 217-227.
- Kim, J.H., S.C. Kim and Y.D. Ko. 2005. Effect of dietary zeolite on the performance and carcass characteristics of finishing pigs. *J. Anim. Sci. and Tech.* 47: 555-564.
- Leung, S. 2004. The effect of Clinoptilolite properties and supplementation levels on swine performance. A thesis submitted to the Faculty of Graduate and Postdoctoral Studies in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science. McGill University Montreal. pp. 131.
- Malagutti, L., M. Zannotti and F. Sciaraffia. 2002. Use of clinoptilolite in piglet diets as a substitute for Colistine. Italy. *J. Anim. Sci.* 1: 275-280.
- Merck, 2000. Guía de referencia: Bioquímica Sérica (criterios de valoración). Manual de Merck de veterinaria. 5ª edición. Grupo editorial océano, S. A. Barcelona España. pp. 2454-2455.
- Mumpton, F.A. 1999. La roca magica: Uses of Natural zeolites in agriculture and industry. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 96: 3463-3470.

- Meléndez, V.M. y A.J. Rodríguez. 2005. Evaluación de tres niveles de zeolita como promotor natural de crecimiento en dietas en las fases de inicio y acabado de cerdos confinados. Tesis de grado. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Ecuador.
- NRC. 1998. National Research Council. Nutrient requirements of swine. 10th Ed. National Academy Press, Washington, D.C.
- Nestorov, N. 1984. Possible applications of natural zeolites in animal husbandry. In: Mumpton, F. A y P. H. Fishman, 1977. The application of natural zeolites in animal science and aquaculture. J. Anim. Sci. 45: 5.
- Parisini, P., G. Martella, L. Sardi and F. Escribano. 1999. Protein and energy retention in pigs fed diets containing sepiolite. Anim. Feed Sci. and Tech. 79: 155-162.
- Papaioannou, D.S., C.S. Kyriakis, C. Alexopoulos, E.D. Tzika, Z.S. Polizopoulou and S.C. Kyriakis. 2004. A field study on the effect of the dietary use of a clinoptilolite-rich tuff, alone or in combination with certain antimicrobials, on the health status and performance of weaned, growing and finishing pigs. Res. Vet. Sci. 76: 19-29.
- Poulsen, H.D. and N. Oksbjerg. 1995. Effects of dietary inclusion of a zeolite (clinoptilolite) on performance and protein metabolism of young growing pigs. Anim. Feed Sci. Tech. 53: 297-303.
- Pond, W.G., J.T. Yen y J.D. Crouse. 1989. Tissue Mineral element content in swine fed clinoptilolite. Environ. Contam. Toxicol. 42:735-742.
- Prieto, P., D. Rodríguez y A. Rubio. 2004. Una nota sobre la utilización de una zeolita natural cubana en el tratamiento de la diarrea en cerditos lactantes. Universidad Agraria de la Habana, Cuba. Rev. Comp. Prod. Porcina. 11: 1
- Prvulovic, D., A.J. Galovic, B. Stanitic, M. Popovic and G. GruborLajsic. 2007. Effects of a clinoptilolite supplement in pig diets on performance and serum parameters. Czech J. Anim. Sci. 52: 159-164.
- Ramos, A.J., J.F. Gremmels and E. Hernández. 1996. Prevention of toxic effects of mycotoxins by means of nonnutritive adsorbent compounds. J. Food Protect. 59: 631-641.
- Ramos, A.J. and E. Hernández. 1997. Prevention of aflatoxicosis in farm animals by means of hydrated sodium calcium aluminosilicate addition to feedstuffs: A review. J. Anim. Feed Sci. and Tech. 65: 197-206.
- SAGARPA. 2006. Situación actual y perspectiva de la producción de carne de porcino en México. Boletín electrónico. Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/Dgg>. (Enero 15, 2009).
- Shurson, G.C., P.K. Ku, E.R. Miller and M.T. Yokoyama. 1984. Effects of zeolite A or Clinoptilolite in diets of growing swine. J. Anim. Sci. 59: 6.
- Tiwari, J. 2007. Zeolite as natural feed additives to reduce environmental impacts of swine manure. MSc Thesis. McGill University, Montreal.
- Trckova, M., H. Vondruskova, Z. Zraly, P. Alexa, J. Hamrik, V. Kummer, J. Maskova, V. Mrlik, K. Krizova, I. Slana, L. Leva y I. Pavlik. 2009. The effect of kaolin feeding on efficiency, health status and course of diarrhoeal infections caused by enterotoxigenic Escherichia coli strains in weaned piglets. Vet. Med., 54. 2: 47-63.
- Uyongco, G. and D. Bundy. 1999. Effects of reduced nitrogen content and clinoptilolite supplementation of diets on growth performance, nitrogen excretion, and odor production. Thesis of graduate. Iowa State University.

Subproductos de Cervecería en la Suplementación Alimenticia de Toretos Charolais

Alberto Guerrero Rodríguez^{1*}, Jesús Manuel Fuentes Rodríguez¹, José Eduardo García Martínez², Ramiro López Trujillo²

¹Departamento de Producción Animal, ²Departamento de Nutrición Animal, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Calzada Antonio Narro 1923, Col. Buenavista, 25315, Saltillo, Coah., México. E-mail: bet_886@yahoo.com (*Autor responsable).

Abstract

Brewer byproducts in Feed of Yearling charolais Bulls. The effect of dietary supplementation on charolais bulls with brewery by-products on productive behavior was assayed. Eighteen bulls were dewormed and vitaminated and then distributed in six treatments on the basis of the application of three levels of wet brewery putty (MC), and two levels of inactive brewer yeast (LC) during three growth stages. The variables to evaluate were: Daily intake of dry matter (CDMS), Average daily gain (GDP) and Feed conversion (CA). A completely randomized design with factorial arrangement A x B was applied, where A = MC levels (0, 10 and 20%) and B = LC levels (0 and 10%). In the first stage a significant difference ($P < 0.05$) was found only in CDMS, in the interaction MC x LC, it was observed a reduction with the combination 20% MC and 10% LC. The cholesterol concentration decreased ($P < 0.05$) with LC. During the second stage there was an interaction effect MC x LC on CDMS and on GDP: both variables decreased ($P < 0.05$) with the combination of 20% MC and 10% LC. CA and blood profile were not affected ($P > 0.05$) with supplementation of both products during the second and third stages. However, in the third stage appeared a higher CDMS ($P < 0.05$) with the inclusion of 10% LC in the feed ration. From the above it may be concluded that the association between the possible effect of brewery sub-products lies in the regulatory effect exerted by LC on the decrements of CDMS caused by the MC, yet these by-products are an option for feeding fattening bulls.

Keywords: Beef cattle, food agro-industrial by-products, feed efficiency, daily dry matter intake, daily gain, feed conversion.

Resumen

Se evaluó el efecto de la suplementación alimenticia de toretes charolais con subproductos de cerveza sobre su comportamiento productivo. Se utilizaron 18 toretes, los cuales se desparasitaron, vitaminaron y se distribuyeron en seis tratamientos que resultaron de la aplicación de tres niveles de Masilla húmeda de cerveza (MC), y dos niveles de levadura inactiva de cerveza (LC) durante tres etapas de crecimiento. Las variables evaluadas fueron: Consumo diario de materia seca (CDMS), Ganancia diaria de peso (GDP) y Conversión alimenticia (CA). Se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo factorial A x B, en donde A = niveles de MC (0, 10 y 20 %) y B = niveles de LC (0 y 10 %). En la primera etapa solo se encontró diferencia significativa ($P < 0.05$) en el CDMS con la interacción de MC x LC; se observó una disminución con la combinación de 20 % de MC y 10 % de LC. La concentración de colesterol disminuyó ($P < 0.05$) con la LC. Durante la segunda etapa se observó un efecto de interacción MC x LC sobre el CDMS y sobre la GDP: ambas variables disminuyeron ($P < 0.05$) con la combinación de 20 % de MC y 10 % de LC. La CA y el perfil sanguíneo no se afectaron ($P > 0.05$) con la suplementación de ambos subproductos durante la segunda y tercera etapa. Sin embargo, en la tercera etapa se registró un mayor CDMS ($P < 0.05$) con la inclusión de 10 % de LC en la ración. De lo anterior se concluye que el posible efecto asociativo entre los subproductos de cerveza radica en el efecto regulador que ejerce la LC sobre los decrementos en el CDMS provocado por la MC, aún así, los subproductos representan una opción para la alimentación de toretes de engorda.

Palabras clave: Ganado de carne, subproductos agroindustriales alimenticios, eficiencia alimenticia, ingesta diaria de materia seca, ganancia diaria de peso, conversión alimenticia.

Introducción

En la producción de carne de bovino en corral de engorda, la alimentación representa un factor de gran impacto sobre los costos de producción que, en ocasiones, puede alcanzar hasta el 70 % de ellos. Así, los productores buscan con frecuencia alternativas de bajo costo para la alimentación del ganado (Perdomo y Campos, 2004). Una opción puede ser la utilización de subproductos agroindustriales alimenticios con precios accesibles, como son los productos de desecho de la transformación de diversos productos alimenticios y residuos de cultivos.

En la industria cervecera se generan subproductos como la masilla y la levadura que pueden ser utilizados, secos o húmedos en la alimentación de rumiantes (Besong *et al.*, 1996). Estos subproductos, además de ser apetecibles al animal, son, debido al proceso a que es sometida la materia prima, una buena fuente de proteína no degradable en el rumen (Satter y Whitlow, 1997; Miazzo y Kraft, 1998), la cual es relevante en animales con altos niveles de productividad. Preston *et al.* (1973) reportaron evidencias de que estos subproductos promueven buen desarrollo muscular en toretes de engorda y le atribuyeron a la adición de masilla en la dieta de ganado de engorda, efectos productivos muy aceptables.

Sin embargo, existen pocos reportes sobre el efecto nutricional asociativo entre la masilla de cervecía (MC) y la levadura de cervecía (LC) en ganado bovino de engorda, por lo que el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la suplementación de MC en forma húmeda y LC inactiva en la dieta de toretes charolais, sobre la ganancia diaria de peso (GDP), consumo diario de materia seca (CDMS), conversión alimenticia (CA), y metabolitos sanguíneos (glucosa, colesterol, proteínas totales, creatinina y urea).

Materiales y Métodos

El trabajo se realizó en los corrales de alimentación y evaluación de sementales de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), en Saltillo, Coah., México.

Se utilizaron 18 toretes de la raza charolais de ocho meses de edad, en promedio. Los animales se alojaron en corraletas individuales y se sometieron a una etapa de 31 días de adaptación. En el primer día sólo recibieron forraje (heno de avena molido), los días restantes la dieta correspondiente a la primera de las tres etapas de la prueba. Las etapas tuvieron una duración de 37, 28 y 31 días.

Se evaluaron seis tratamientos con tres niveles (0, 10 y 20 %) de MC en forma húmeda y dos niveles (0 y 10 %) de LC inactiva en la ración, formando el siguiente arreglo: T1 = testigo sin MC ni LC; T2 = 10 % de MC sin LC; T3

= 20 % de MC sin LC; T4 = 10 % de LC sin MC; T5 = 10 % de MC con 10 % de LC; y T6 = 20 % de MC y 10 % de LC. El contenido nutricional de las dietas se calculó en base a las tablas de NRC (2000).

Las variables evaluadas en cada una de las etapas fueron: CDMS, GDP, CA y metabolitos sanguíneos (glucosa, colesterol, proteínas totales, creatinina y urea). Para las primeras tres variables se utilizó el peso inicial (Pi) como covariable.

Se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo factorial A x B (con tres niveles de MC y dos de LC). Se utilizó el procedimiento del modelo lineal generalizado (GLM), con apoyo del paquete Minitab (versión MES3.3.0).

Resultados y Discusión

Primera Etapa

La inclusión de MC y LC durante la primera etapa no produjo diferencias sobre la GDP ni sobre la CA ($P > 0.05$). Sin embargo, si se observaron diferencias ($P < 0.05$) en interacción MC x LC sobre el CDMS (Cuadro 1).

Cuadro 1. Comportamiento productivo de toretes charolais alimentados con diferentes niveles de masilla y levadura de cervecía en la dieta, durante la primera etapa de alimentación.

	Masilla de Cerveza			
	(0 %)	(10 %)	(20 %)	Total
	Consumo Diario de Materia Seca (kg)			
Levadura de Cerveza (0 %)	10.99 ^a	10.10 ^{ab}	9.36 ^b	10.15
Levadura de Cerveza (10 %)	10.16 ^{ab}	9.75 ^{ab}	10.98 ^a	10.30
Total		10.56	9.93	10.17
	Ganancia Diaria de Peso (kg)			
Levadura de Cerveza (0 %)	2.38	2.82	2.61	2.60
Levadura de Cerveza (10 %)	2.69	2.63	2.92	2.75
Total		2.53	2.72	2.76
	Conversión Alimenticia			
Levadura de Cerveza (0 %)	4.68	3.58	3.60	3.95
Levadura de Cerveza (10 %)	3.80	3.71	3.82	3.78
Total		4.24	3.65	3.71

^{a,b} *Literales diferentes muestran diferencia significativa entre tratamientos ($P < 0.05$)*

Se observó una tendencia a disminuir el CDMS al aumentar los niveles de MC en la ración alimenticia: el CDMS disminuyó significativamente ($P < 0.05$) cuando se suplementó con 20 % de MC. Este resultado difiere con lo mencionado por Miazzo y Kraft (1998) quienes caracterizaron los subproductos cerveceros como ingredientes muy apetecibles por los rumiantes, lo que

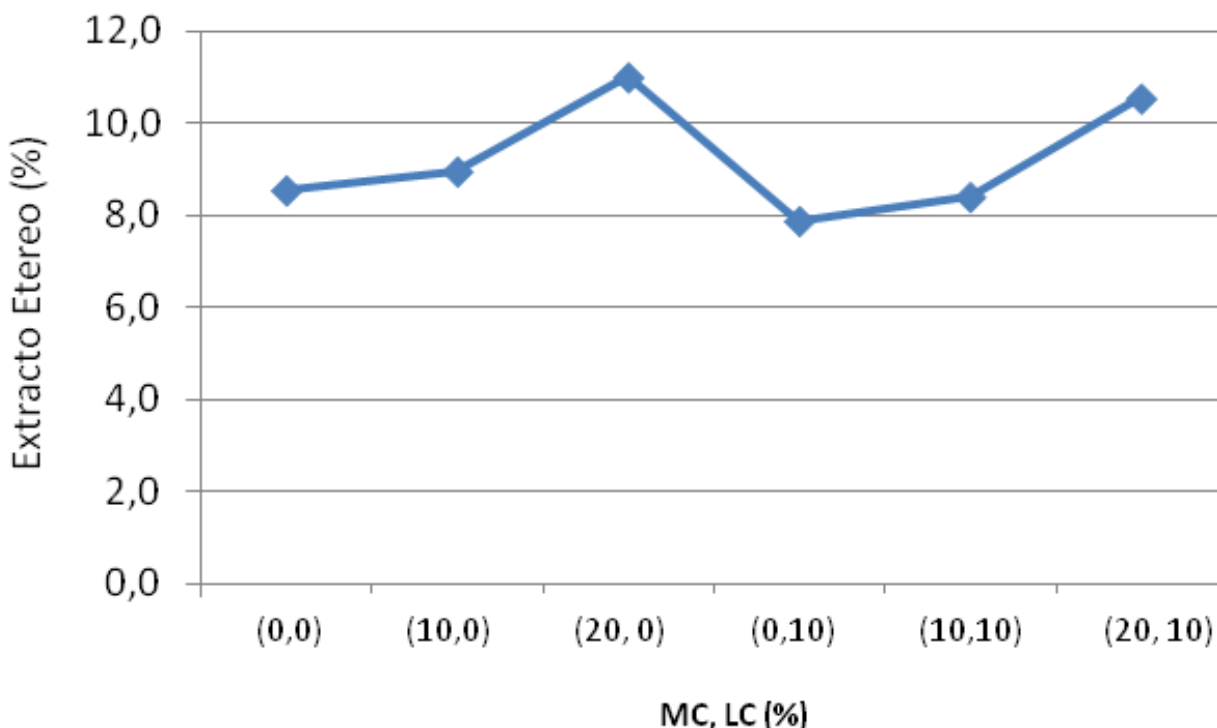


Figura 1. Variación del contenido de extracto etéreo (EE) para cada una de las combinaciones de masilla de cervecería (MC) y levadura de cervecería (LC) dentro de la primera etapa en la alimentación de toretes charolais.

eventualmente puede influir sobre la atracción que muestran los animales a ingerir este tipo de alimentos.

Sin embargo, la relación negativa que se presenta entre la MC y el CDMS cambió con la inclusión de LC en la ración. Esto supone un efecto asociativo entre los subproductos. Se puede señalar que al incluir MC, que es un ingrediente con alto contenido (42 %) de fibra detergente neutro (FDN), se generan incrementos en el contenido total de FDN de la dieta (Preston *et al.*, 2007). Estos aumentos coinciden con Aguilera-Soto *et al.* (2007), quienes encontraron incrementos en las fracciones de FDN, fibra detergente ácido (FDA) y extracto etéreo (EE) en las dietas de corderos, conforme agregaron MC en forma húmeda a la ración, y aún cuando no encontraron diferencias significativas en el CDMS, pudieron observar una tendencia decreciente en la ingesta de alimentos en los corderos.

Por su parte, al combinar LC (ingrediente carente de FDN) con diferentes niveles de MC, se genera un efecto de regulación respecto al contenido de FDN, lo que provoca un aumento del CDMS de las dietas que contienen MC cuando se agrega LC.

En cuanto al perfil sanguíneo solo se encontraron diferencias ($P < 0.05$) en las concentraciones séricas de colesterol, se observó una disminución al incluir 10 % de LC en la ración (Cuadro 2).

Cuadro 2. Concentraciones de metabolitos sanguíneos en toretes charolais alimentados con diferentes niveles de masilla y levadura de cervecería en la ración durante la primera etapa de alimentación.

	Masilla de Cerveza			
	(0 %)	(10 %)	(20 %)	Total
Glucosa (mg dL ⁻¹)				
Levadura de Cerveza (0 %)	95.77	82.63	95.57	91.32
Levadura de Cerveza (10 %)	87.27	93.83	96.43	92.51
Total	91.52	88.23	96.00	
Colesterol (mg dL ⁻¹)				
Levadura de Cerveza (0 %)	250.73	254.63	262.77	256.04 ^a
Levadura de Cerveza (10 %)	189.57	242.93	245.73	226.08 ^b
Total		220.15	248.78	254.25
Proteínas totales (mg dL ⁻¹)				
Levadura de Cerveza (0 %)	6.04	8.54	6.90	7.16
Levadura de Cerveza (10 %)	8.37	9.03	8.30	8.57
Total		7.21	8.79	7.60
Creatinina (mg dL ⁻¹)				
Levadura de Cerveza (0 %)	2.13	2.63	1.71	2.16
Levadura de Cerveza (10 %)	2.32	2.91	4.17	3.13
Total		2.23	2.77	2.94
Urea (mg dL ⁻¹)				
Levadura de Cerveza (0 %)	21.67	21.63	16.27	19.86
Levadura de Cerveza (10 %)	28.40	16.07	19.87	21.45
Total		25.04	18.85	18.07

^{a,b} Literales diferentes muestran diferencia significativa entre tratamientos ($P < 0.05$)

Se observaron cambios en los niveles de colesterol con la inclusión de la LC en la dieta, sin embargo, estos cambios podrían deberse al nivel de MC en la ración. Al suplementar con MC aumentó el porcentaje total de EE presente en la dieta. Por lo tanto, la inclusión de 10 % de MC en la dieta incrementó la cantidad de EE con respecto a los tratamientos que no la incluyeron, este aumento fue mayor con el 20 % de MC (Figura 1).

Segunda Etapa

La inclusión de MC y LC durante la segunda etapa no afectó ($P>0.05$) la CA. Sin embargo, se detectaron diferencias ($P<0.05$) para la MC y para la interacción MC x LC sobre el CDMS. La interacción MC x LC solo presentó diferencias ($P<0.05$) para la GDP (Cuadro 3).

Cuadro 3. Comportamiento productivo de toretes charolais alimentados con diferentes niveles de masilla y levadura en la ración durante la segunda etapa de alimentación.

	Masilla de Cerveza			
	(0 %)	(10 %)	(20 %)	Total
Consumo Diario de Materia Seca (kg)				
Levadura de Cerveza (0 %)	10.02 ^a	7.59 ^b	5.31 ^c	7.64
Levadura de Cerveza (10 %)	6.60 ^{b,c}	9.12 ^a	7.02 ^b	7.58
Total	8.31 ^a	8.36 ^a	6.17 ^b	
Ganancia Diaria de Peso (kg)				
Levadura de Cerveza (0 %)	1.84 ^a	1.59 ^a	0.92 ^b	1.45
Levadura de Cerveza (10 %)	1.10 ^{ab}	1.89 ^a	1.51 ^a	1.50
Total		1.47	1.74	1.22
Conversión Alimenticia				
Levadura de Cerveza (0 %)	5.48	5.07	5.78	5.44
Levadura de Cerveza (10 %)	6.88	4.95	4.87	5.57
Total	6.18	5.01	5.33	

^{a,b,c} Literales diferentes muestran diferencia significativa entre tratamientos ($P<0.05$)

Independientemente del uso de los subproductos, se observó una marcada disminución del CDMS en esta etapa con respecto a los consumos en la primera. Se puede decir que, la elevada humedad en los corrales, además del crecimiento compensatorio, fue el principal factor de impacto sobre el CDMS durante la segunda etapa.

El CDMS mostró una tendencia a disminuir al agregar MC o LC. El contenido de humedad tanto de la MC como de la LC tuvo un efecto similar, ya que a mayor contenido de humedad, disminuyó su atracción para ser consumidos. Con el 20 % de MC sin LC, disminuyó la GDP. Se esperaba este resultado, debido a que el CDMS fue muy bajo con este tratamiento.

En el perfil sanguíneo no se encontraron diferencias ($P>0.05$) en las concentraciones séricas de glucosa, colesterol, proteínas totales, creatinina ni urea, con la inclusión de MC y LC.

Tercera Etapa

La MC y la LC no afectaron ($P>0.05$) la GDP ni la CA. Sin embargo, el CDMS aumentó ($P<0.05$) con la LC. Los resultados se muestran en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Comportamiento productivo de toretes charolais alimentados con diferentes niveles de masilla y levadura de cervecería en la ración durante la tercera etapa de alimentación.

	Masilla de Cerveza			
	(0 %)	(10 %)	(20 %)	Total
Consumo Diario de Materia Seca (kg)				
Levadura de Cerveza (0 %)	10.54	10.81	10.22	10.52 ^b
Levadura de Cerveza (10 %)	11.18	11.08	11.31	11.19 ^a
Total		10.86	10.95	10.77
Ganancia Diaria de Peso (kg)				
Levadura de Cerveza (0 %)	1.48	1.37	1.75	1.53
Levadura de Cerveza (10 %)	1.22	1.18	1.24	1.21
Total		1.35	1.28	1.50
Conversión Alimenticia				
Levadura de Cerveza (0 %)	7.46	8.43	6.02	7.30
Levadura de Cerveza (10 %)	9.42	9.64	9.32	9.46
Total		8.44	9.04	7.67

^{a,b} Literales diferentes muestran diferencia significativa entre tratamientos ($P<0.05$)

La MC no aumentó el CDMS, sin embargo, la de LC sí. Yoon y Stern (1996) propusieron la probable existencia de un mecanismo de acción para levadura y hongos mediante el cual el aumento del pH ruminal y la disminución de la disponibilidad de oxígeno estimulan el aumento del crecimiento de las bacterias celulolíticas. Como consecuencia, aumenta la degradabilidad de la fibra, disminuye el llenado ruminal, y aumenta la ingestión de materia seca y la producción, sin que mejore necesariamente la eficacia de utilización de nutrientes.

En relación al perfil sanguíneo no se encontraron diferencias en las concentraciones séricas de glucosa, colesterol, proteínas totales, creatinina ni urea, al suplementar con MC y LC ($P>0.05$).

Conclusiones

El consumo diario de materia seca disminuye al aumentar los niveles de masilla de cervecería en la ración alimenticia de toretes charolais en la primera etapa de

crecimiento. Al combinar levadura de cervecería con diferentes niveles de masilla de cervecería, se genera un efecto de regulación respecto al contenido de fibra detergente neutro, lo que provoca un aumento en el consumo diario de materia seca de las dietas que contienen masilla cuando se agrega levadura de cervecería. Los pocos efectos de la suplementación con estos subproductos sobre el comportamiento productivo se compensan con su bajo costo, además de que no producen efectos adversos sobre el metabolismo, crecimiento y desarrollo de los toretes, cuando se utilizan de forma adecuada, por lo que pueden representar una opción para la reducción de costos de producción en la alimentación de bovinos en corrales de engorda.

Literatura Citada

- Aguilera-Soto, J.I., R.G. Ramírez, C.F. Arechiga, M.A. Lopez, R. Banuelos, M. Duran and E. Rodriguez. 2007. Influence of wet brewers grains on rumen fermentation, digestion and performance in growing lambs. *J. Animal Vet. Adv.* 6(5): 641-645.
- Besong, S., J.A. Jackson, C.L. Hicks and R.W. Hemken. 1996. Effects of a supplemental liquid yeast product on feed intake, ruminal profiles, and yield, composition, and organoleptic characteristics of milk from lactating Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 79:1654-1668
- Miazzo, R.D. and S. Kraft. 1998. Yeast growth promoter for broilers. 10th European Poultry Conference. *Rev. Arg. Prod. Animal* 18(1): 20-21.
- NRC, 2000. Nutrient requirements of beef cattle (7th Ed.). Natl. Academy Press, Washington, D.C., USA. 115 p.
- Perdomo, R.E.V. y G.J. Campos, 2004. Valor nutritivo de levadura de cervecería (*Saccharomyces cerevisiae*) y sus derivados, extracto y pared celular, en la alimentación animal. *Arch. Latin. Prod. Anim.* 12(3): 89-95.
- Preston, R.L., R.D. Vance and V.R. Cahill. 1973. Energy evaluation of brewers grains for growing and finishing cattle. *J. Anim. Sci.* 37: 174-178.
- Satter, L.D. and L.W. Whitlow. 1977. Resistance of protein in brewers dried grains to microbial degradation in the rumen. U.S. Brewers Assoc. Feed Conf. Proc. Distillers Feed Res. Conf. 32: 63-72.
- Yoon, I.K. and M.D. Stern. 1996. Effects of *Saccharomyces cerevisiae* and *Aspergillus aryzae* cultures on ruminal fermentation in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 79: 411-417.
-

Colofón

Esta edición de la Revista Agraria –*Nueva Epoca*– se terminó de imprimir en la Dirección de Investigación de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Buenavista, Saltillo Coah., el 5 de enero de 2012.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

www.uaaan.mx - (844) 411-02-00; Fax (844) 411-02-00, Ext. 2041

e-mail: investigacion@uaaan.mx