



Vidsupra

Órgano de difusión científica y tecnológica del
Centro Interdisciplinario de Investigación
para el Desarrollo Integral Regional Durango
CIIDIR-IPN

visión científica
ISSN:2007-3127

Vol. 8 Núm. 1
enero-junio 2016





www.ciidirdurango.ipn.mx

Vidsupra

Órgano de difusión científica y tecnológica del
Centro Interdisciplinario de Investigación
para el Desarrollo Integral Regional Durango
CIIDIR-IPN

visión científica
ISSN: 2007-3127



Directorio

Instituto Politécnico Nacional

- **Enrique Fernández Fassnacht.** Director General
- **Julio Gregorio Mendoza Álvarez.** Secretario General
- **Miguel Ángel Álvarez Gómez.** Secretario Académico
- **José Guadalupe Trujillo Ferrara.** Secretario de Investigación y Posgrado
- **Francisco José Plata Olvera.** Secretario de Extensión e Integración Social
- **Mónica Rocío Torres León.** Secretaria de Servicios Educativos
- **Gerardo Quiroz Vieyra.** Secretario de Gestión Estratégica
- **Francisco Javier Anaya Torres.** Secretario de Administración
- **Cuauhtémoc Acosta Díaz.** Secretario Ejecutivo de la COFAA
- **José Luis Ausencio Flores Ruiz.** Secretario Ejecutivo del POI
- **David Cuevas García.** Abogado General
- **Modesto Cárdenas García.** Presidente del Decanato
- **Raúl Contreras Zubieta Franco.** Coordinador de Comunicación Social

CIIDIR Unidad Durango

- **José Antonio Ávila Reyes.** Director
- **Eduardo Sánchez Ortíz.** Subdirector Académico y de Investigación
- **Agustín Ángel Meré Rementería.** Subdirector Administrativo
- **Néstor Naranjo Jiménez.** Subdirector de Servicios Educativos e Integración Social
- **Amelia Quezada Díaz.** Jefa del Departamento de Posgrado
- **Denise Martínez Espino.** Jefa de la Unidad Politécnica de Integración Social
- **Claudia Elia Soto Pedroza.** Jefa de la Unidad de Tecnología Educativa y Campus Virtual
- **César Israel Hernández Ramírez.** Jefe del Departamento de Investigación y Desarrollo Tecnológico
- **Adán Villarreal Márquez.** Jefe de la Coordinación de Enlace y Gestión Técnica
- **Mayra Edith Burciaga Siqueiros.** Jefa del Departamento de Servicios Educativos
- **Víctor Daniel Ríos García.** Jefe de la Unidad de Informática
- **Diana Carolina Alanís Bañuelos.** Jefa del Departamento de Recursos Financieros y Materiales
- **Dora Ma. Clara Aguilar Reyes.** Jefa del Departamento de Capital Humano

“Vidsupra, visión científica” Vol. 8, No. 1 ENERO-JUNIO de 2016. Es una publicación semestral editada por el Instituto Politécnico Nacional, a través del Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional CIIDIR-IPN Unidad Durango. Calle Sigma Núm. 119, Fracc. 20 de Noviembre II. C.P. 34220. Teléfonos: (618) 8142091 y (618) 8144540. Editor responsable: José Antonio Ávila Reyes. Editores asociados: Rebeca Álvarez Zagoya y Norma Almaraz Abarca. Producción Editorial: Claudia Elia Soto Pedroza. Certificado de reserva de derechos: No. 04-2010-112211305700-102, ISSN: 2007-3127, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Certificado de licitud de título número 14715. Certificado de licitud de contenido número 12288, ambos otorgados por la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación. Impresa por: Carlos Alberto González Cervantes. MGM impresos. Av. División Durango No. 217 Col. Benjamín Méndez C.P. 34020 Durango, Dgo. Este número se terminó de imprimir el 15 de junio de 2016 con un tiraje de 500 ejemplares. Distribución: CIIDIR-IPN Unidad Durango. Distribución gratuita a Instituciones de Educación Superior.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación. Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización del Instituto Politécnico Nacional.

Fotografía de portada: Hongo *Amanita muscaria* (fotografía de Néstor Naranjo Jiménez)

Índice

1

CARACTERIZACIÓN DE LA VARIABILIDAD FENOTÍPICA EN UNA POBLACIÓN DE *Agave durangensis* Y SU COMPARACIÓN CON *Agave tequilana*

Ana Paulina Velasco-Ramírez, Norma Almaraz-Abarca, Alejandro Velasco-Ramírez, Enrique Pimienta-Barrios, Martha Isabel Torres-Morán

6

DIGESTIBILIDAD DE MATERIA SECA DEL VENADO COLA BLANCA (*Odocoileus virginianus*) MEDIANTE EL USO DE CENIZAS ÁCIDO INSOLUBLES

Dania Melissa Vega Hernández, Marcela Verónica Gutiérrez Velázquez

12

EFFECTO DEL PIMIENTO MORRÓN Y CHAMPIÑÓN EN EL PESO Y VOLUMEN DE UN PAN DULCE TIPO FUNCIONAL

Salomón Gómez Ortiz, Vicente Hernández Vargas, Gildardo Orea Lara

17

GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE *Physalis ixocarpa* Y *Physalis angulata* BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO EN EL ESTADO DE DURANGO

Marcos Cobaleda Velasco, Ruth Elizabeth Alanis-Bañuelos, Nancy Shyrley García Rojas

CARACTERIZACIÓN DE LA VARIABILIDAD FENOTÍPICA EN UNA POBLACIÓN DE *Agave durangensis* Y SU COMPARACIÓN CON *Agave tequilana*

Ana Paulina Velasco-Ramírez^a, Norma Almaraz-Abarca^b, Alejandro Velasco-Ramírez^a, Enrique Pimentá-Barríos^a, Martha Isabel Torres-Morán^a

^aInstituto de Manejo y Aprovechamiento de Recursos Fitogenéticos, Universidad de Guadalajara, Km. 15.5 Carretera Guadalajara-Nogales, Zapopan, Jalisco, México.

^bCentro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Durango, Instituto Politécnico Nacional, Sigma 119, Fraccionamiento 20 de Noviembre II, Durango, Durango, México, 34220. Correo electrónico: isabel.torres@cucba.udg.mx

RESUMEN

El agave de Durango (*Agave durangensis*) es un recurso fitogenético con alto potencial industrial. Se ha reportado como una especie endémica de gran variación fenotípica y compuesta posiblemente por diferentes taxa. En comparación con especies similares que se utilizan en forma industrial como el agave tequilero (*Agave tequilana*), muestra una alta variación morfológica en caracteres como la altura de planta, ancho de hojas y número de espinas. En el presente trabajo se muestra un análisis comparativo entre una población silvestre de *A. durangensis*, endémica de Durango, y un cultivo de agave tequilero. Se encontró una gran variación fenotípica entre los individuos de *A. durangensis*, mientras que las mediciones de los mismos caracteres morfológicos en *A. tequilana* mostraron muy poca o nula variación. Las diferencias se estimaron a partir de un análisis de varianza entre las mediciones de las variables morfológicas y una gráfica biplot obtenida mediante análisis de componentes principales.

ABSTRACT

Agave durangensis is a plant genetic resource with high industrial potential. It has been reported as an endemic species of great phenotypic variation and possibly composed of different taxa. In comparison with similar species used actually as industrial resource, *A. durangensis* shows a high variation in morphological traits, as plant height, leaf width and number of theet. In the current study, a comparative analysis of an endemic wild population of *A. durangensis* from Durango and a field culture of *Agave tequilana* was made. A high phenotypic variability among individuals of *A. durangensis* were found, whereas for *A. tequilana*, little or no variation was found. The differences were calculated from an analysis of variance among morphological variables and a biplot graph by principal component analysis.

INTRODUCCIÓN

La importancia de la caracterización fenotípica de un recurso fitogenético reside en la adquisición de conocimiento básico como herramienta para la conservación de la variabilidad de muchas especies endémicas y silvestres. Tal es el caso de *Agave durangensis* Gentry, que se encuentra en peligro de erosión debida a la sobre explotación de sus poblaciones silvestres (Hernández, 2013).

El agave de Durango es un recurso estratégico para ese estado, porque sustenta una industria regional de elaboración de mezcal, actualmente impulsada por diferentes sectores y el Gobierno del Estado.

PALABRAS CLAVE:

Variabilidad genética, *Agave durangensis*, *Agave tequilana*, caracteres morfológicos.

KEY WORDS:

Genetic variability, *Agave durangensis*, *Agave tequilana*, morphological traits.

Esta industria tiene el potencial de desarrollo para convertirse en una manufactura generadora de empleos y de desarrollo estatal, siempre y cuando la materia prima, es decir las plantas de agave, se conserven de manera silvestre, se seleccionen, se establezcan plantaciones con genotipos sobresalientes y se lleve un estricto control de calidad a lo largo de todo el proceso de elaboración. En comparación con la industria tequilera, la industria del mezcal de Durango, joven aún, debe recorrer un camino tendiente a la estandarización de la calidad de su producto, y de la conservación de su materia prima, así como también debe fortalecerse como industria ante la desventaja que representa su producción, en su mayoría artesanal, con los retos y competencia que impone la gran industria del tequila (Altamirano *et al.*, 2009).

Agave durangensis es altamente variable en el tamaño de la planta, el color de las hojas, y en el tamaño y forma de los dientes, de tal modo que se ha sugerido que se trata de un complejo más que de una especie individual. De hecho, existe una controversia importante alrededor de la delimitación taxonómica de esta especie, a consecuencia por una parte, de la alta variación morfológica y por otra al poco esfuerzo dedicado al estudio de este grupo (Almaraz-Abarca *et al.*, 2013).

En Durango, el mezcal es elaborado principalmente a partir de plantas recolectadas de sus poblaciones naturales, esto está provocando la reducción y fragmentación de las mismas, y no se han realizado estudios para confirmar que en todos los casos la materia prima para la elaboración de mezcal sea *Agave durangensis*. Estos aspectos hacen un llamado de atención para dedicar esfuerzos encaminados a realizar estudios que permitan conocer este recurso para elaborar estrategias de conservación y aprovechamiento sostenible.

El objetivo del presente estudio fue analizar caracteres morfológicos para estimar los niveles de variación fenotípica existentes en una población de *A. durangensis* y compararla con una población cultivada de agave tequilero.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las mediciones de caracteres morfológicos se realizaron en 95 individuos de *A. durangensis* de la población de Sierra de Registro, Municipio de Durango, que se encuentra a 1961 msnm, 23° 59' 26" N y 104° 22' 31" O, la cual es la población Tipo (Gentry, 1982). Los caracteres fueron medidos en plantas a punto de cosecha, es decir plantas que estaban emitiendo el escape floral y las cuales fueron seleccionadas por los productores, quienes eliminan el escape para promover la concentración de azúcares en el

tallo y posteriormente las colectan para producir mezcal. Para comparar los parámetros, se hicieron también mediciones de los mismos caracteres morfológicos, en 100 individuos de *A. tequilana* de un cultivo de la localidad de El Arenal, Jalisco, ubicada en los 20° 43' 22" N y 103° 37' 12" O y una altura sobre el nivel del mar de 1450. El cultivo tenía 3 años en campo.

Para la caracterización morfológica de todos los individuos se midieron las siguientes características: Altura de Planta (A_PTA), dosel (DOSEL), Ancho de Tallo (ATALLO), Longitud de la Hoja (LH), Ancho de Hoja en la Base (HBASE), Ancho de Hoja en la Parte Media (HMED), Longitud de la Espina Terminal (LESP) y Número de Espinas en 10 cm de Borde (NESP10). Estos parámetros o variables fueron tomados de acuerdo a lo mostrado en el diagrama de la Figura 1.

Con estos datos se realizaron análisis de varianza para cada variable y la descripción estadística de las dos poblaciones de agave. Se realizó un análisis de componentes principales (CP) utilizando el programa estadístico SAS, y un análisis de correlación y agrupamiento por el método UPGMA con el programa NTSYS versión 2.11. Los resultados se presentaron en una gráfica biplot en cuadros comparativos con los valores de la estadística descriptiva.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La estadística descriptiva permitió establecer un intervalo para las variables medidas y obtener sus valores inferior y superior, los cuales proporcionaron una idea de la variación morfológica de la población de *A. durangensis* de Sierra del Registro (Tabla 1), en comparación con un cultivo de *A. tequilana*, que fue preponderantemente homogéneo (Tabla 2). Dado que se tomaron las medidas de las variables elegidas en plantas a las que ya se les había cortado el escape floral, se analizaron bajo el supuesto de que tenían una edad fisiológica similar y por lo tanto se consideraron como una muestra representativa de la diversidad de la especie.

Los valores que se presentan en la Tabla 1 fueron comparados con la descripción de Gentry (1982) para *Agave durangensis* y se encontró que correspondieron a esa especie, principalmente de acuerdo a la Longitud de la Hoja (LH) y al Ancho de la Hoja en la Parte Basal y en la Parte Media (HMED y HBASE). En la Tabla 1 se puede observar que a pesar de que la mayoría de los individuos de *A. durangensis* poseían el porte de planta reportado por Gentry (1982) y que contaban con el número de espinas también reportado para esta especie por ese mismo autor, se encontraron individuos que presentaron patrones diferentes en la forma de las espinas.

La comparación de los caracteres morfológicos de cada especie se presenta en la Tabla 3.

La estadística descriptiva para *A. tequilana* (Tabla 2) reveló una relativa uniformidad de medidas, comparadas con la variación mostrada para *A. durangensis* (Tabla 1), esto de acuerdo a los rangos de fluctuación que mostró cada variable. Estudios previos han reportado un grado de variación importante para *A. tequilana* (Dávila *et al.*, 2007; Torres-Morán *et al.*, 2010), contrastando con lo reportado por Gil-Vega *et al.* (2006), quienes reportaron una variabilidad genética baja, detectada en ambos casos con marcadores moleculares.

En las Tabla 4 y 5 se muestra la significancia obtenida en los análisis de varianza para cada carácter morfológico medido en las dos especies de agave analizadas. Los resultados indicaron que para *A. durangensis*, la variación encontrada en la medida de las variables, es debida a diferencias fenotípicas entre los individuos y no a errores de medición. Los resultados también sugieren que la población de *A. durangensis* fue unimodal para todas las variables consideradas. Esto puede ser una evidencia que indica que la población en cuestión se generó in situ, es decir son plantas que no provienen de diferentes poblaciones y/o las plantas muestreadas son uniformes en edad fisiológica. Se asumió la distribución normal de las variables medidas.

El análisis de CP efectuado con los datos de la población de *A. durangensis* reveló la presencia de tres grupos. Este análisis estadístico crea nuevas variables (llamadas Componentes) que son combinaciones lineales de las variables originales o variables medidas inicialmente y determina cuál de estos componentes explica el mayor porcentaje de variación que se observa en los datos. Es común que el objetivo de este análisis sea ver si los primeros componentes pueden explicar la mayor parte de la variación de los datos originales. Cuando este es el caso, se supone que la dimensionalidad efectiva del problema es menor que el número total de variables en estudio. La Tabla 6 muestra los valores propios de la matriz de correlación con la que fueron calculados los componentes. Los valores acumulados indican que los dos primeros componentes (CP1 y CP2) explicaron el 79.55% de la variación encontrada en los datos morfológicos de la población Tipo de *A. durangensis* y de la población de *A. tequilana* usada para la comparación.

Los caracteres morfológicos que principalmente separaron la población de *A. durangensis* de la de *A. tequilana* en el Componente 1 (CP1) fueron Longitud de hoja (LH, vector 4), Ancho de hoja en la parte media (HMED, vector 5) y número de espinas en 10 cm (NESP10, vector 8). De acuerdo al componente 2 (CP2), las variables que separaron las muestras fueron Dosel (vector 2) y Ancho de tallo (ATALLO,

esto se representa en una gráfica en dos dimensiones en la que la dimensión horizontal es el CP1 y la vertical es el CP2 (Figura 2).

En la Tabla 7 se presentan los valores de los vectores característicos que fueron utilizados para la elaboración de la gráfica biplot de la Figura 2.

Evidentemente, los individuos de *Agave durangensis* difieren completamente de los de *Agave tequilana* en la longitud de sus hojas, el ancho de las mismas y el número de espinas que poseen (Tabla 3); sin embargo, la dispersión mostrada por las muestras individuales dentro de cada especie (gráfica biplot, Figura 2) indicó que hay mayor variación en la población del agave de Durango que en la del agave tequilero. Esto puede ser debido, en parte, a la uniformidad que ha provocado en este último la intensa selección que se le ha practicado y el método predominante de reproducción, el cual es vegetativo, efecto que algunos autores (Nei, 1973; Nei, 1978) han reportado que provocan esas condiciones (selección y reproducción vegetativa).

La Figura 2 muestra la clara discriminación entre las dos especies. La dispersión de las muestras individuales de *Agave tequilana* en la gráfica biplot indica que existe cierta uniformidad en las medidas de las variables que conforman el CP1 al igual que las que ubican las muestras en el CP2 en esa especie de *Agave*; mientras que en *Agave durangensis* la dispersión de las muestras individuales es mayor.

Los individuos pertenecientes a los grupos de *Agave durangensis* comparten características fenotípicas; sin embargo, existen individuos separados claramente del resto del grupo (Figura 2). El análisis de los fenotipos individuales en cada población muestra individuos que tuvieron características de color, forma de las espinas, ancho de hojas, forma de hojas y color de espinas muy diferentes a lo descrito por Gentry (1982) para esta especie. Los resultados del presente estudio indican que la mayoría de los individuos analizados de *A. durangensis* se ajustaron a la descripción de Gentry (1982) dada para esta especie, ya que los análisis de agrupamiento ubicaron el mayor porcentaje de individuos dentro de uno de los tres grupos que se formaron (grupo principal en la Figura 2); sin embargo, dos grupos se separaron claramente del principal. El grupo representado por los cuadros rojos (Grupo 2) y los del representado en la gráfica por triángulos color naranja (Grupo 3), difirieron principalmente por las características asociadas al CP1, es decir Longitud de Hoja (LH); Ancho de Hoja en la Parte Media (HMED) y Número de Espinas en 10 cm (NESP10), lo que explica la variedad de formas de individuos encontrados en el sitio de recolección y muestreo. El grupo que tuvo las características morfológicas similares las descrito por Gentry (1982) para *A. durangensis* fue el Grupo 1, representado por

círculos amarillos en la gráfica biplot. Sin embargo, dentro de ese grupo, están representados algunos individuos que se separan a nivel 5 del eje del CP2, lo que involucra a las variables Ancho de la Hoja en la Parte Media (HMED) y Ancho de Tallo (ATALLO). Esto quiere decir que los individuos del grupo amarillo, desfasados hacia la parte superior de la gráfica, son individuos con un dosel mucho mayor a la mayoría de los medidos, y poseen un tallo más ancho. Cabe resaltar que los tres grupos tienen miembros que no comparten características con ninguno de su grupo o de los otros grupos formados.

El estudio de la diversidad, basado en caracteres morfológicos de una población de *Agave durangensis*, objeto del presente estudio, reveló la variabilidad de ese taxon y proporciona información que puede ser utilizada en estudios taxonómicos de delimitación específica de este recurso fitogenético. La utilización de dos o más marcadores genéticos en la caracterización de los recursos fitogenéticos proporciona mayor fidelidad en la identificación de variabilidad, relaciones genéticas y delimitación de grupos taxonómicos (Nei, 1978; Wallace, 2003; Sánchez, 2010; Dávila *et al.*, 2007).

CONCLUSIONES

La estimación de la variación morfológica puede usarse como indicador de la variabilidad en *A. durangensis*. Los altos niveles encontrados apoyan la propuesta de que *A. durangensis* representa un complejo de varios taxa más que una especie individual. La riqueza genética de este recurso debe ser conservada como una fuente potencial de crecimiento industrial para el estado de Durango, ya que representa la posibilidad de obtención de un número importante de alelos para seleccionar genotipos sobresalientes que sustenten e impulsen la industria del mezcal en ese estado. En contraste con lo anterior, el agave tequilero mostró uniformidad de caracteres que indican un grado mucho menor de variabilidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almaraz-Abarca, N., E. A. Delgado-Alvarado, M. I. Torres-Morán, J. Herrera-Corral, J. A. Ávila-Reyes, N. Naranjo-Jiménez, J. N. Uribe-Soto. 2013. Genetic variability in natural populations of *Agave durangensis* (Agavaceae) revealed by morphological and molecular traits. *The Southwestern Naturalist* 58: 314-324.
- Altamirano, G., B. Cárcamo, S. Cruz. 2009. Crisis mezcalera: una agroindustria marginada en investigación y transferencia de tecnología. SIPIG-UNAM. <http://www.nacionmulticultural.unam.mx>.
- Dávila, M., M. Castillo, H. Laurentín. 2007. Uso de marcadores moleculares ISSR para inferir las relaciones genéticas y la variabilidad intraespecífica en *Agave*. *Revista Facultad Agronomía (Maracay)* 33: 93-111.
- Gentry, H.S. 1982. *Agaves of Continental North America*. The University of Arizona Press. USA.
- Gil-Vega, K., C. Díaz, A. Nava-Cedillo, J. Simpson. 2006. AFLP analysis of *Agave tequilana* varieties. *Plant Science* 170: 904-909.
- Hernández, A. 2013. Caracterización morfológica de recursos fitogenéticos. *Bio Ciencias* 2: 113-118.
- Nei, M. 1973. Analysis of gene diversity in subdivided populations. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 70: 3321-3323.
- Nei, M. 1978. Estimation of average heterozygosity and genetic distance from a small number of individuals. *Genetics* 89: 583-590.
- Sánchez, G. J. J. 2010. *Apuntes de la clase: Genética de Conservación de Recursos Fitogenéticos*. Universidad de Guadalajara. México.
- Torres-Morán, M. I., M. Escoto-Delgadillo, S. Molina-Moret, D. Rivera-Rodríguez, A. Velasco-Ramírez, D. Infante, L. Portillo. 2010. Assessment of genetic fidelity among *Agave tequilana* plants propagated asexually via rhizomes versus in vitro culture. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* 103: 403-409.
- Wallace, L. 2003. *Methods Available for the Analysis of Data from Dominant Markers*. Notes from Department of Biology. University of South Dakota. USA.

Tabla 1. Estadística descriptiva basada en caracteres morfológicos de *Agave durangensis*.

VARIABLE	Media	Moda	Desviación Estándar	Varianza	Límite inferior	Límite superior
A_PTA	102.263	100	20.08	403.20	82.18	122.34
DOSEL	141.879	105	33.85	1145.68	108.03	175.73
ATALLO	33.974	28	11.13	123.82	22.85	45.10
LH	69.612	67	15.22	231.69	54.39	84.83
HMED	19.114	20	3.41	11.63	15.70	22.52
HBASE	16.111	14	4.36	19.00	11.75	20.47
LESP	5.105	5	1.25	1.56	3.86	6.35
NESP10	4.611	4	1.28	1.64	3.33	5.89

A_PTA=Altura de Plantas, DOSEL=Dosel, ATALLO=Altura de Tallo, LH= Longitud de Hoja, HMED= Ancho de Hoja en la Parte Media, HBASE= Ancho de Hoja en la Base, LESP= Longitud de Espina Terminal, NESP10= Número de Dientes en 10 cm.

Tabla 2. Estadística descriptiva basada en caracteres morfológicos de *Agave tequilana*.

VARIABLE	Media	Moda	Desviación Estándar	Varianza	Límite inferior	Límite superior
A_PTA	135.60	125	0.12719	0.01618	135.47	135.727
DOSEL	160.0	154	32.47	1054.85	127.53	192.470
ATALLO	28.57	27	4.567	20.8562	24.003	33.1370
LH	98.5	105	9.6646	93.4057	88.835	108.164
HMED	7.55	8	0.69629	0.48483	6.85	8.246
HBASE	7.50	8	0.5323	28.33	6.96	8.03
LESP	4.12	5	1.0303	1.061	3.08	5.15
NESP10	8.37	8	1.0977	1.20515	7.27	10.34

A_PTA=Altura de Plantas, DOSEL=Dosel, ATALLO=Altura de Tallo, LH= Longitud de Hoja, HMED= Ancho de Hoja en la Parte Media, HBASE= Ancho de Hoja en la Base, LESP= Longitud de Espina Terminal, NESP10= Número de Dientes en 10 cm.

Tabla 3. Cuadro comparativo de la medida en cm, de las variables morfológicas de *Agave durangensis* y *A. tequilana*.

Variable	Media estadística	
	<i>A. durangensis</i>	<i>A. tequilana</i>
A_PTA	102.263	135.60
DOSEL	141.879	176.95
ATALLO	33.974	28.57
LH	69.612	98.5
HMED	19.114	7.55
HBASE	16.111	7.50
LESP	5.105	4.12
NESP10	4.611	8.37

A_PTA=Altura de Plantas, DOSEL=Dosel, ATALLO=Altura de Tallo, LH= Longitud de Hoja, HMED= Ancho de Hoja en la Parte Media, HBASE= Ancho de Hoja en la Base, LESP= Longitud de Espina Terminal, NESP10= Número de Dientes en 10 cm.

DIGESTIBILIDAD DE MATERIA SECA DEL VENADO COLA BLANCA (*Odocoileus virginianus*) MEDIANTE EL USO DE CENIZAS ÁCIDO INSOLUBLES

Dania Melissa Vega Hernández*, Marcela Verónica Gutiérrez Velázquez
Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Durango, Instituto Politécnico Nacional, Sigma 119, Fraccionamiento 20 de Noviembre II, Durango, Durango, México, 34220. Tel/Fax: (618)8142091.
*Correo electrónico: daniavega12@gmail.com

RESUMEN

Diversos factores alteran el consumo y digestibilidad de los alimentos por los animales. La medición de la digestibilidad de un ingrediente o dieta es de gran importancia pues refleja el aprovechamiento que hacen los animales del alimento. Medir la digestibilidad implica cuantificar los nutrientes consumidos y los nutrientes que se eliminan en las heces. Las cenizas ácido-insolubles (CAI) están formadas por minerales no digeribles. Para estimar la digestibilidad, se calcula la diferencia del contenido de CAI de los alimentos y el de las heces de los animales que consumieron ese alimento. El objetivo del presente trabajo fue evaluar la digestibilidad de la materia seca de tres dietas con diferente contenido de fibra, en venado cola blanca, mediante la determinación de los niveles de las CAI. El estudio se llevó a cabo de enero a junio de 2013, en la UMA "Módulo de Producción de Venados La Huerta", ubicada en Salinas, San Luis Potosí, México. Se utilizaron nueve venados cola blanca adultos asignados aleatoriamente a cada uno de los tres tratamientos (dietas Baja en Fibra, Media en Fibra y Alta en Fibra). Se determinaron los contenidos de CAI tanto en las dietas como en los grupos fecales y se estimó la digestibilidad de la materia seca. No hubo diferencia estadística entre el porcentaje de digestibilidad entre dietas ($P=0.8847$); sin embargo, la época del año afectó significativamente ($P<0.0001$) la digestibilidad de la materia seca del venado cola blanca.

ABSTRACT

Several factors alter the food intake and digestibility of dry matter by animals. The measure of digestibility of an ingredient or diet is very important because it reflects the food utilization by animals. The measurement of the digestibility involves obtaining the quantity of nutrients consumed and the amounts of those nutrients eliminated in the stool. Non-digestible minerals form the acid insoluble ashes (AIA). To estimate digestibility, the difference between the AIA content in food and the AIA content in the faeces of the animals consuming that food is calculated. The aim of the current study was to evaluate dry matter digestibility of three diets, with different fiber content, in white-tailed deer, determining the acid insoluble ash levels. The study was carried out from January to June 2013 in the UMA (Unit of Environmental Management) "Modulo de Producción de Venados La Huerta", located in Salinas, San Luis Potosi, Mexico. Nine adult white-tailed deers were randomly assigned to each treatment (Low-Fiber, Media Fiber and High Fiber diets). AIA contents were calculated for both the diets and fecal groups, to estimate dry matter digestibility. No significant differences between diets were found for the diet digestibility ($P = 0.8847$); however, the month of the year significantly ($P < 0.0001$) modified the dry matter digestibility of white-tailed deer.

PALABRAS CLAVE:

Venado cola blanca, digestibilidad de la materia seca, cenizas ácido insolubles

KEY WORDS:

White tailed deer, dry matter digestibility, acid insoluble ash.

INTRODUCCIÓN

Diversos factores alteran el consumo y la digestibilidad del alimento por los animales, entre estos están ciertos trastornos digestivos, la frecuencia de alimentación, el proceso de elaboración del forraje, efectos asociados al alimento, factores ambientales, y en algunas especies, como los venados, el comportamiento reproductivo (Vega, 2014). Existen importantes variaciones en la capacidad de diferentes especies de animales para digerir un forraje, en particular el fibroso (Clemente, 2005; Church *et al.*, 2010).

En nutrición animal, el término fibra se refiere a los componentes de los alimentos provenientes de las plantas que no son digeribles por los sistemas enzimáticos de los mamíferos. Los mamíferos no poseen las enzimas para hidrolizar los polisacáridos que forman parte de la pared celular y dependen de los microorganismos del tracto digestivo para fermentarlos y convertirlos en nutrientes absorbibles (Jung, 1997). Según Barnes *et al.* (1991) el venado digiere más fácilmente la hemicelulosa que la celulosa ya que la población microbiana está mejor adaptada para digerirla. La celulosa es el principal polisacárido depositado en la pared celular (Jung, 1997) y la lignina es un componente integral de las células de la pared celular (Moore y Jung, 2001).

La medición de la digestibilidad de un ingrediente es de gran importancia pues refleja el aprovechamiento que hacen los animales del alimento. Medir la digestibilidad implica cuantificar los nutrientes consumidos y las cantidades de esos nutrientes que se eliminan en las heces (Pinos *et al.*, 2002). Desde que se conoce la indigestibilidad de algunas sustancias naturales presentes en varios alimentos, como la lignina y las cenizas insolubles en ácido (CAI), se ha propuesto a estas sustancias como marcadores, debido a que tienen la ventaja de ser constituyentes naturales de los alimentos. Estos marcadores se han usado principalmente en rumiantes. Otro método de medir la digestibilidad es determinar la diferencia del peso de alimento ingerido por un animal y el peso de las heces del mismo animal. Entre ambos métodos, Amman *et al.* (1973) encontró una alta correlación. Las CAI están formadas por minerales no digeribles, como el sílice, o bien por minerales que se encuentran formando compuestos muy estables (quelatos) que no pueden ser liberados por el medio predominante en el aparato digestivo. Por la razón anterior, para estimar la digestibilidad de ciertos alimentos "in vivo", se mide el contenido de CAI que existe en el alimento, así como en las heces de los animales que consumen ese alimento (Van Keulen y Young, 1977).

Kotb y Luckey (1972) revisaron el uso de marcadores

naturales (marcadores que están naturalmente en la dieta) y marcadores externos (marcadores que se agregan a la dieta) en estudios de digestibilidad y concluyeron que los métodos que usan marcadores naturales ofrecen buenos resultados a bajo costo. Shrivastava y Talapatra (1962) usaron los niveles CAI del alimento y de las heces como marcadores naturales en ensayos de digestibilidad para rumiantes. El objetivo del presente trabajo fue evaluar la digestibilidad de la materia seca de tres dietas con diferente contenido de fibra para venado cola blanca en diferentes épocas del año, mediante la cuantificación de CAI en alimento y en heces fecales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

La presente investigación se llevó a cabo durante los meses de enero a junio de 2013, dentro de la UMA "Módulo de Producción de Venados La Huerta" clave de registro DGVS-CR-IN-1305-SLP/11, que cuenta con una superficie de 1,800 m² ubicada en el municipio de Salinas, San Luis Potosí, México. Se encuentra a una altura de 2090 msnm, bajo un clima BsOKw(e), semiárido con lluvias en verano, con una precipitación anual que oscila entre los 330 y 400 mm y una temperatura media anual entre los 12° y 18°C.

Animales y tratamientos

Se utilizaron nueve venados cola blanca adultos (3 machos y 6 hembras). Tres individuos se asignaron aleatoriamente a cada uno de los tratamientos establecidos (Tabla 1). Los venados fueron colocados en corrales individuales donde se adaptaron durante una semana a las dietas empleadas en el estudio.

Obtención de CAI

Se pesaron 5 g de muestra de cada uno de los grupos fecales y de cada una de las dietas. Las muestras se colocaron en un crisol para cenizas de 50 mL, previamente pesado. Primero se secaron las muestras durante toda la noche a 100°C y se pesaron los crisoles. Después, se metieron en una mufla a 450°C durante 5 horas para obtener las cenizas. Estas se combinaron con 100 mL de HCL 2N, se calentaron, y se dejaron en ebullición durante 5 minutos. El hidrolizado caliente se filtró con papel filtro Whatman 541 y se lavó una vez con abundante agua destilada caliente. El papel filtro, conteniendo las cenizas lavadas en ácido, se pasaron de nuevo a crisoles ya pesados y se introdujeron a la mufla por 5 horas a 450°C. Después de este periodo se volvieron a pesar los crisoles y se realizaron los cálculos para obtener el porcentaje de CAI. Todas las determinaciones se realizaron por duplicado.

Análisis estadístico

Se llevó a cabo un análisis de varianza bajo un diseño de bloques completamente al azar, en el que los tratamientos correspondieron a cada una de las dietas y los bloques al mes del año estudiado. También se realizó un análisis de discriminación de medias de Tukey para los contenidos de CAI en diferentes meses. Se utilizó el programa estadístico SAS para Windows versión 9.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No se encontraron diferencias estadísticas entre el porcentaje de digestibilidad de las diferentes dietas por los venados ($P=0.8847$). En cada uno de los seis meses analizados, la dieta alta en fibra presentó la menor digestibilidad (Tabla 2). El porcentaje medio de digestibilidad durante los seis meses de estudio, de la dieta baja en fibra fue de 69.60%, para la dieta media en fibra fue de 63.10%, mientras que para la dieta alta en fibra fue de 55.08% (Tabla 2). A pesar de que no hubo diferencias significativas entre los valores de CAI de los tres tipos de dieta, se pudo observar la reducción del porcentaje de materia seca digerida conforme al aumento de la cantidad de fibra en la dieta, esto puede deberse a que el contenido de fibra en la dieta afecta directamente la cantidad de alimento consumido por el animal y por lo tanto su digestibilidad. Las diferencias encontradas en los contenidos de CAI a diferentes épocas del año fueron significativas ($P<0.0001$). En el mes de junio se registró el valor más alto de digestibilidad de materia seca con cualquiera de los tres tipos de dieta (valor medio: 70.66%), mientras que en los meses de marzo y abril se registraron los valores más bajos (valores medios: 58.51 y 57.54%, respectivamente) (Figura 1). Las variaciones encontradas en la digestibilidad podrían estar asociadas a las diferencias en la composición química del alimento, como puede apreciarse en la Tabla 1. La variación en la composición del alimento puede deberse principalmente a la alfalfa utilizada, la cual fue conseguida en diferente época del año, y se ha reportado que la composición química de las plantas presenta cambios asociados a las condiciones ambientales predominantes en distintas épocas del año (Vandigler *et al.*, 1982; Clemente *et al.*, 2005; Dastaler *et al.*, 2011). Sin embargo, las variaciones en la digestibilidad pueden deberse a otros factores. Ha sido reportado por algunos autores, como Short *et al.* (1969), que una pronunciada reducción en el consumo y la digestibilidad de venados ocurre durante los meses de octubre y noviembre, y un incremento de las mismas variables se puede presentar durante la primavera y el inicio del otoño. Allison (1985) también reportó variaciones en el consumo y la digestibilidad de materia seca de los venados a través del año, y sugirió que

esas variaciones están determinadas sobre todo por mecanismos del comportamiento, pero también por los cambios morfológicos y fisiológicos ligados al fotoperiodo donde intervienen cambios a nivel endócrino. Los venados de ambos sexos necesitan acumular energía para el invierno, la hembra requiere estar en condiciones para la ovulación, implantación, desarrollo embrionario, y desarrollo del feto, y el macho para el crecimiento de astas y aumento de la masa corporal principalmente del cuello (Galindo y Weber, 1998).

Al final del verano la vegetación comienza a declinar en su calidad nutritiva (Clemente *et al.*, 2005; Dastaler *et al.*, 2011). Por lo que los venados también presentan un cambio en la digestibilidad de materia seca de acuerdo a como varía la cantidad de fibra en la dieta, ya que conforme las plantas maduran, su digestibilidad, cantidad de proteína, minerales y contenido de carbohidratos solubles disminuyen, mientras que los constituyentes de la pared celular (fibras y lignina) aumentan (Vandigler *et al.*, 1982). Al respecto, Johnson *et al.* (1998) encontraron una declinación lineal en la proteína y MO (materia orgánica) conforme la FDN (fibra detergente neutra) y FDA (fibra detergente ácida) incrementaron en la dieta. Resultados semejantes a los reportados en el presente estudio se han observado en rumiantes domésticos, en los cuales también la FDN y FDA incrementaron linealmente conforme avanzó la estación del año, y así su digestibilidad se reduce. Dado que en invierno los arbustos están más lignificados y con mayor cantidad de fibra, el consumo y la tasa de pasaje (tiempo que tarda el alimento en recorrer el tracto digestivo) y digestibilidad se reducen considerablemente (Rogers, 1987).

CONCLUSIONES

La digestibilidad de la materia seca del venado cola blanca varía dependiendo de la cantidad de fibra que contenga la dieta, entre mayor sea el contenido de ésta, la digestibilidad se verá disminuida. La época del año también afecta la digestibilidad, lo cual puede estar relacionado con la variación de la calidad de los forrajes. Para dietas preparadas con alfalfa, en los meses de marzo y abril la digestibilidad de materia seca del venado cola blanca se puede ver reducida.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Fernando Clemente Sánchez, profesor investigador del Colegio de Postgraduados, encargado del Módulo de Producción de Venados La Huerta, por las facilidades brindadas para la realización de la presente investigación.

Tabla 1. Composición de materia seca (MS), proteína cruda (PC), fibra detergente neutra (FDN) y fibra detergente ácida (FDA) de las tres diferentes dietas proporcionadas al venado cola blanca.

Composición de la dieta		Composición nutricional de la dieta					
		Análisis Enero 2012					
		%MS	%Ceniza	%PC	%FDN	%FDA	%Lignina
Baja en fibra	100% Alimento comercial para Venado Trophy Maker®	92.95	4.68	20.51	33.11	10.84	2.82
Media en fibra	70% Alimento comercial para Venado Trophy Maker® y 30% alfalfa molida	98.47	4.32	19.71	42.13	17.11	6.26
Alta en fibra	30% Alimento comercial para Venado Trophy Maker® y 70% alfalfa molida	98.14	6.24	18.65	48.39	24.93	5.05
		Análisis Abril 2012					
		%MS	%Ceniza	%PC	%FDN	%FDA	%Lignina
Baja en fibra	100% Alimento comercial para Venado Trophy Maker®	-	-	-	-	-	-
Media en fibra	70% Alimento comercial para Venado Trophy Maker® y 30% alfalfa molida	95.28	1.47	19.45	35.00	21.45	3.17
Alta en fibra	30% Alimento comercial para Venado Trophy Maker® y 70% alfalfa molida	95.51	0.87	16.48	42.82	22.32	5.05
		Análisis Junio 2012					
		%MS	%Ceniza	%PC	%FDN	%FDA	%Lignina
Baja en fibra	100% Alimento comercial para Venado Trophy Maker®	92.94	0.02	19.74	32.17	14.80	2.21
Media en fibra	70% Alimento comercial para Venado Trophy Maker® y 30% alfalfa molida	95.65	0.67	20.65	33.95	14.09	1.71
Alta en fibra	30% Alimento comercial para Venado Trophy Maker® y 70% alfalfa molida	96.27	0.86	15.83	34.87	18.25	3.32

Tabla 2. Porcentaje de digestibilidad media mensual de venados cola blanca alimentados con una dieta baja en fibra (BF), dieta media en fibra (MF), y dieta alta en fibra (AF). La digestibilidad se estimó a partir del contenido de cenizas ácido insolubles.

Mes	Tratamientos		
	BF	MF	AF
Enero	67.02	65.63	46.28
Febrero	68.78	66.07	53.52
Marzo	70.98	54.43	50.14
Abril	66.03	54.27	52.32
Mayo	71.16	67.31	60.82
Junio	73.65	70.93	67.41
Media	69.60	63.10	55.08

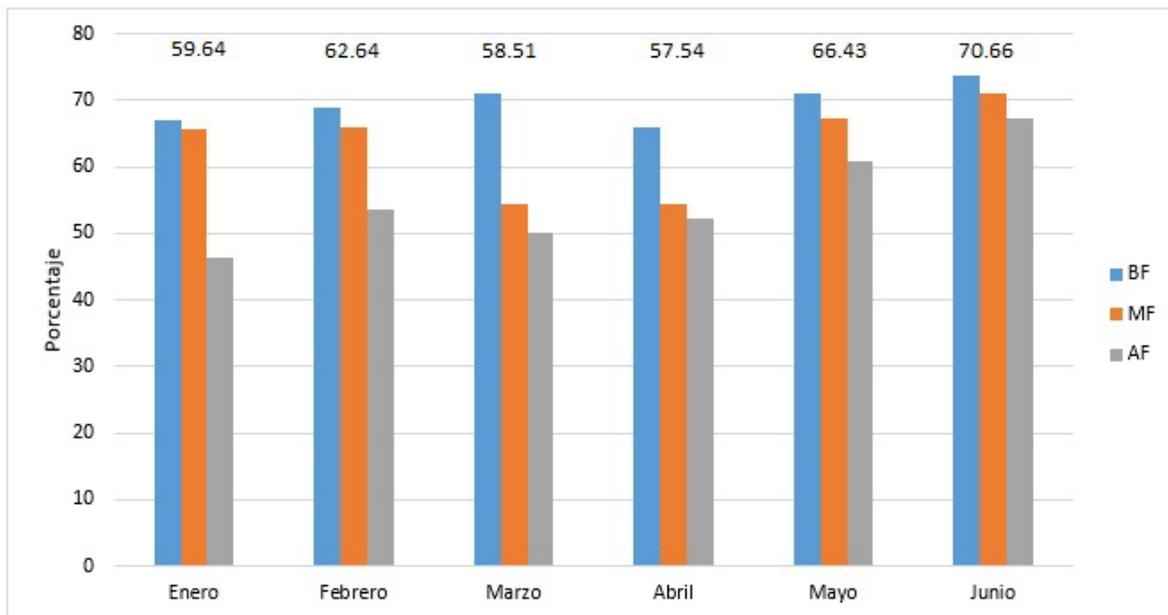


Figura 1. Porcentaje medio mensual de digestibilidad de la materia seca por venado cola blanca, estimado a partir de los contenidos de cenizas ácido insolubles. BF: dieta baja en fibra, MF: dieta media en fibra, AF: dieta alta en fibra. Los valores en la parte superior de cada mes representan la media de los tres tipos de dieta..

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Allison, C. D. 1985. Factors affecting forage intake by range ruminants: A review. *Journal of Range Management* 38: 305-311.
- Amman, A. P., L. Cowan, C. L. Mothershead, B. R. Baumgardt. 1973. Dry matter and energy intake in relation to digestibility in white-tailed deer. *Journal of Wildlife Management* 37: 195-201.
- Barnes, T. G., H. B. Lyttle, L. W. Varner, F. G. James. 1991. Digestibility of guajillo for white tailed deer. *Journal of Range Management* 44: 606-610.
- Clemente, F., E. Riquelme, G. D. Mendoza, R. Bárcena, S. González, R. Ricalde. 2005. Digestibility of forage diets of white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*, Hays) using different ruminal fluid inocula. *Journal of Applied Animal Research* 27: 71-76.
- Church, D. C., W. G. Pond, K.R. Pond. 2010. *Fundamentos de nutrición y alimentación de animales*. Editorial Limusa-Wiley. Segunda Edición. México.
- Dastaler, S., J. P. Quillet, J. F. Therrien, S. D. Côte. 2011. Are feeding preferences of white tailed deer related to plant constituents? *Journal of Wildlife Management* 75: 913-918.
- Galindo, C., M. Weber. 1998. *El Venado de la Sierra Madre Occidental, Ecología Manejo y Conservación*. EDICUSA-CONABIO. México, D. F., México.
- Johnson, J. A., J. S. Caton, W. Poland, D. R. Kirby, D. V. Dhuyvetter. 1998. Influence of season on dietary composition, intake and digestion by beef steers grazing mixed grass prairie in the northern Great Plains. *Journal of Animal Science* 76: 1682-1690.
- Jung, H.J.G. 1997. Analysis of forage fiber and cell walls in ruminant nutrition. *Journal of Nutrition* 127: 810S-813S.
- Kotb, A., T. Luckey. 1972. Markers in nutrition. *Nutrition Abstracts and Reviews* 42: 813-845.
- Moore, K. J., H. J. G. Jung. 2001. Lignin and Fiber Digestion. *Journal of Range Management* 54: 420-430.

- Pinos, J., S. González, G. Mendoza, R. Bárcena, M. Cobos, A. Hernández, M. Ortega. 2002. Effect of exogenous fibrolytic enzyme on ruminal fermentation and digestibility of alfalfa and rye grass hay fed to lambs. *Journal of Animal Science* 51: 3016-3020.
- Rogers, L. L. 1987. Seasonal changes in defecation rates of free ranging white tailed deer. *Journal of Wildlife Management* 51: 330-333.
- Short, H. L., J. D. Newsom, G. L. McCoy, J. F. Fowler. 1969. Effects of nutrition and climate on southern deer. *Transactions North America Wildlife Nature Resources Conference* 34: 137.
- Shrivastava, V., S. Talapatra. 1962. Pasture studies in Nuttar Padesh. Use of some natural indicators to determine the plane of nutrition of grazing animal. *Indian Journal of Dairy Science* 15: 154-160.
- Vandigler, L. D., O. Torgeson, W. R. Parath. 1982. Factors influencing diet selection by white tailed deer. *Journal of Wildlife Management* 46: 711-718.
- Van Keulen, J., B. A. Young. 1977. Evaluation of acid-insoluble ash as a natural marker in ruminant digestibility studies. *Journal of Animal Science* 44:282-287.
- Vega, D. 2014. Tasas de defecación de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) a partir del contenido de fibras. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Estado de México, México.

EFECTO DEL PIMIENTO MORRÓN Y CHAMPIÑÓN EN EL PESO Y VOLUMEN DE UN PAN DULCE TIPO FUNCIONAL

Salomón Gómez-Ortiz, Vicente Hernández-Vargas, Gildardo Orea-Lara
Laboratorio de Biotecnología y Alimentos, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Durango, Instituto Politécnico Nacional, Calle Sigma 119, Fraccionamiento 20 de Noviembre II, Durango, Durango, México, CP 34220. Correo electrónico: salgo5@hotmail.com

RESUMEN

La disponibilidad de alimentos que contengan probióticos, prebióticos y antioxidantes, es la prioridad de la industria panadera, debido a la demanda del consumidor por productos que contribuyan a mejorar su salud. Por lo que en este trabajo se determinó el efecto que tiene la adición de pimienta morrón y champiñón en el peso y volumen de pan dulce tipo barra. Se utilizó un diseño central compuesto con tres repeticiones en el punto central. La concentración de pimienta morrón se evaluó entre 2 y 4% y la de champiñón entre 8 y 16%. Las características evaluadas fueron peso y volumen del pan. La adición de 2.3 % de pimienta morrón y 7.4% de champiñón proporcionaron al pan características similares a las del pan dulce tradicional del tipo barra.

ABSTRACT

The availability of foods that contain probiotics, prebiotics and antioxidants, is the priority of the baking industry, due to consumer demands for products that help improve health. So, in the current study the effect of the addition of red pepper and mushrooms on the weight and volume of fresh stick type bread was determined. A central composite design with three replications at the center point was used. Proportions of pimento between 2 and -4% and of mushroom between 8 and 16% were added. The bread features evaluated were weight and volume. The addition of 2.3% of sweet pepper and 7.4% of mushroom gave to bread similar features to those of traditional stick type bread.

INTRODUCCIÓN

La disponibilidad de alimentos saludables es la prioridad de todo empresario, debido a la gran competencia por el mercado y a la demanda del consumidor de alimentos funcionales, nutracéuticos y específicos para personas con problemas de salud y prevención de enfermedades crónicas no transmisibles como las cardiovasculares, el cáncer, la obesidad, la diabetes, y el déficit de micronutrientes (Best, 1997; FAO/WHO, 2003).

Los alimentos funcionales proporcionan un efecto benéfico para la salud aunado a su función básica nutricional son el resultado de la adición o sustitución de ingredientes con la finalidad de atenuar o reducir el riesgo de padecer enfermedades crónicas no transmisibles (Hollingworth, 1997; Robertfroid, 2000). Por lo anterior, ha surgido el interés en el desarrollo de nuevos productos en la línea de panificación, ya que el pan representa una alternativa interesante por ser un alimento de alto consumo en diversos países. Los productores de pan buscan el desarrollo de nuevas formulaciones en las cuales se incluyan ingredientes no tradicionales con funciones de prebióticos, probióticos, antioxidantes o que incrementen la calidad nutricia y organoléptica del pan (Best, 1997; Gibson y Robertfroid, 1995; Hollingworth, 1997).

PALABRAS CLAVE:

Reología, saludable, antioxidante.

KEYWORDS:

Rheology, healthy, antioxidant.

Entre los ingredientes que pueden ser utilizados en la panadería y que confieren algunas de las características antes mencionadas, se encuentran el pimiento morrón y el champiñón. El primero es viable para utilizarse en panificación, debido a que es fuente importante de betacarotenos y vitamina C (131 mg/100 g). El pimiento verde contiene el doble de vitamina C que las naranjas y el rojo, el triple. Además, contiene fibra soluble, calcio, hierro, potasio, sodio, fósforo, vitamina A, B₁, B₂, PP y B₅. El pimiento es de sabor dulce, por lo que mejora el sabor del pan, presenta propiedades de antioxidante, confiere color a la masa panadera y es un alimento ligeramente alcalinizante (Ávila, 1979).

Se ha catalogado al champiñón como alimento que contiene antioxidantes (Ren *et al.*, 2008; Bernas *et al.*, 2006). Ren *et al.* (2008) investigaron el efecto antioxidante de los champiñones (*Agaricus bisporus*) y mencionaron que el consumo de los mismos potencia la inmunidad frente a infecciones y cáncer. Ren *et al.* (2008) también mencionaron que tras alimentar ratas de laboratorio durante 10 semanas con polvo blanco de champiñón (0.2 a 10%), éstas fueron más resistentes a las infecciones, observándose un aumento en la actividad de las células NK (llamadas células asesinas, que pertenecen al sistema inmunológico y se encargan de destruir células infectadas o tumorales); estos mismos autores también mencionan que la ergotioneína producida por los hongos tiene propiedades antioxidantes las cuales no disminuyen durante la cocción. El champiñón tiene sabor neutro, es de bajo contenido calórico (20 calorías/100 g), contiene fibra dietaria, así como vitamina C, D, B6, niacina y potasio, aporta zinc y selenio, éste último es un oligoelemento con propiedades antioxidantes, que ayuda a prevenir enfermedades degenerativas y tumores, además de beneficiar la salud de piel, cabello y uñas (Ren *et al.*, 2008).

El objetivo del presente estudio fue determinar el efecto de la adición de pimiento rojo o dulce y de champiñones sobre el peso y el volumen de pan dulce tipo barra.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las materias primas utilizadas fueron harina marca Turbo Remix 40 de Molinera de México S.A. de C.V, levadura fresca marca Golondrina, sal yodatada marca Ada, azúcar estándar, mejorante Toupan, grasa Flex Dorella, grasa vegetal marca Tapatía, huevo Sanfandila, agua potable, pimiento morrón (*Capsicum annuum L.*) y Champiñón (*Agaricus bisporus*).

Se realizaron los siguientes análisis fisicoquímicos a la harina de panificación: Humedad 44-15A, cenizas 08-01,

proteínas 46-109, gluten 38-10, y determinaciones reológicas 54-30A (AACC, 2001). Se elaboró pan dulce tipo biscocho en forma de barra, utilizando una fórmula base por el método directo de panificación.

Se utilizó un diseño central compuesto con tres repeticiones en el punto central 22 (Montgomery y Runger, 2004). El pimiento morrón se adicionó a la fórmula base entre 2 y 4% y el champiñón entre 8 y 16%. El análisis se realizó utilizando los paquetes Statgraphics Centurión 15 y Statistica 7. Las variables evaluadas fueron peso y volumen del pan.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se presentan los valores de las características fisicoquímicas de la harina utilizada. Con base en el contenido de cenizas y considerando la escala de Mohs la extracción corresponde a un 65%; los datos de humedad, gluten, cenizas y proteína se encuentran dentro de lo especificado en la Norma Oficial Mexicana (SECOFI, 1982) y se puede afirmar que es de buena calidad panificable. Es muy tenaz, de baja extensibilidad, el grado de hinchamiento (G) o volumen de la masa es de 18, lo que indica una aptitud normal para dar un pan con buen desarrollo de volumen. Al comparar los valores de fuerza (W) con los reportados por Calaveras (1996), la harina utilizada se puede clasificar como fuerte.

Tabla 1. Análisis fisicoquímico de la masa utilizada.

Determinación	HTR40
Gluten* (%)	10.90 ± 0.05
Humedad (%)	10.50 ± 0.01
Cenizas* (%)	0.50 ± 0.02
Proteína f=5.7* (%)	12.80 ± 0.04
W (10 ⁻⁴ julios)	309.67 ± 0.03
P (mm)	116.33 ± 0.06
L (mm)	66.67 ± 0.03
G	18 ± 0.05
P/L	1.73 ± 0.10

*Base seca.

W=Fuerza, P=Tenacidad, L=Extensibilidad, G=Grado de hinchamiento.

HTR40=Harina Turbo Remix 40.

La metodología de superficie de respuesta, es una colección de técnicas matemáticas y estadísticas útiles en el modelado y análisis de problemas, en la que una respuesta de interés recibe influencia de diversas variables y el objetivo es optimizar una determinada respuesta.

En las Figuras 1 y 2 se muestra la superficie de respuesta del peso y volumen del pan, respectivamente, en función de la adición de pimienta morrón y champiñón.

Aplicando la ecuación de regresión: $\text{peso (g)} = 46.61 - 0.425119 * X - 0.409111 * Y - 0.0116404 X^2 + 0.189531 X Y - 0.295626 Y^2$, y considerando únicamente la característica de peso del pan, se determinó que el valor óptimo es de 43.96 g cuando se adiciona 1.58% de pimienta morrón y 6.34% de champiñón. Con base en el análisis de varianza, el hongo es el que tiene mayor efecto en la determinación del peso. La adición del champiñón hace que la masa sea pegajosa difícil de moldear, lo cual probablemente se deba a que contiene una proteasa que rompe la red proteica o a que retiene más agua.

Con base en la metodología de superficie de respuesta y aplicando la ecuación de regresión ajustada: $V o l u m e n (c m ^ 3) = 5 2 5 . 6 5 8 - 3 5 . 1 6 2 3 X - 28.4346 Y + 1.03613 X^2 + 2.78125 X Y - 0.85934 Y^2$, se obtuvo el valor óptimo de volumen, el cual fue de 325.03 cm³, al adicionar 1.58% de pimienta morrón y 6.34% de champiñón.

Para los óptimos de los dos parámetros evaluados las cantidades de pimienta y champiñón coinciden.

Considerando que para el consumidor es más importante el volumen del producto que el peso se le asignó un factor de tres al primero y de uno al segundo. Considerando esta condición se analizaron los datos con base en la interacción de los efectos, maximizando la función de deseabilidad.

La Figura 3 muestra la superficie de respuesta del factor de deseabilidad considerando peso y volumen del pan dulce. En función de lo anterior se encontró que el valor óptimo de peso fue de 43.6 g y de volumen 301.3 cm³; esto se logró cuando se agregó 2.28% de pimienta morrón y 7.4% de champiñón a la harina de preparación.

Comparando el peso óptimo y el obtenido mediante el factor de deseabilidad se observó que no existe diferencia significativa; de igual manera sucede con el testigo. Con respecto al volumen, éste disminuye al incrementarse la cantidad de pimienta y champiñón. Sin embargo, aunque este parámetro es menor comparado contra el testigo, se puede afirmar que es viable el uso de pimienta morrón y champiñón en la elaboración de pan tipo bizcocho en forma de barra.

En este trabajo se buscaba encontrar la máxima cantidad posible a adicionar de los ingredientes en prueba sin que afectara considerablemente las variables de volumen y peso del producto. Cantidades superiores al 8% de champiñón provocaron que la masa se hiciera pegajosa, difícil de trabajar y el volumen del pan disminuyera significativamente, esto coincide con lo reportado por Almazán (1990), quien encontró que al adicionar progresivamente mayores porcentajes de harina de Cassava el volumen del pan disminuye. Cuando se elaboran panes como concha, se forman alveolos grandes que no retienen el CO₂ producido durante la fermentación. Por lo que la presentación más adecuada del producto cuando se usa champiñón es en forma de barra (Figura 4).

CONCLUSIONES

La adición de champiñón y pimienta morrón a la masa panaria es una alternativa viable en la elaboración de pan dulce tipo barra, el pimienta le confiere color natural, no confiere sabor picante ya que es un producto dulce, mientras que el champiñón confiere elasticidad a la masa. No es recomendable utilizar champiñón y pimienta morrón en bizcochos con forma semiesférica similares a la concha o iguales a la misma, ya que presenta en su estructura interna alveolos muy abiertos y volumen reducido.

Con base en los resultados se concluye que en la elaboración de pan dulce tipo barra se puede adicionar como máximo 2.3% de pimienta morrón y 7.4% de champiñón, sin que cambien significativamente las características de peso y volumen del pan comparado con el pan tradicional de este tipo.

La adición de ingredientes no tradicionales en productos de panificación es una alternativa potencial debido a la gran variedad de panes dulces que existen en el mercado nacional.

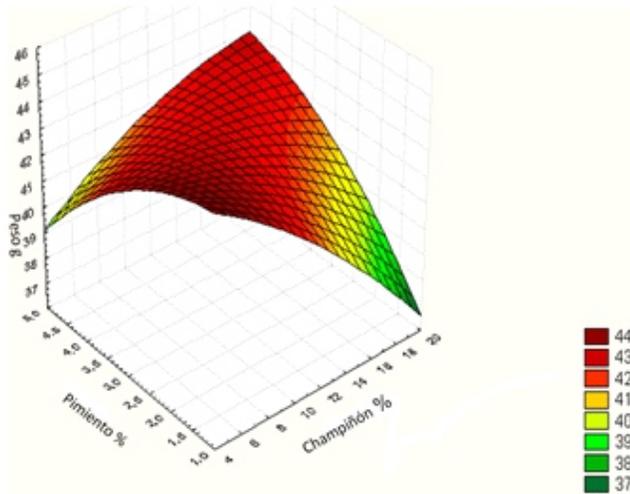


Figura 1. Superficie de respuesta del peso de pan en función del porcentaje de pimienta morrón y champiñón.

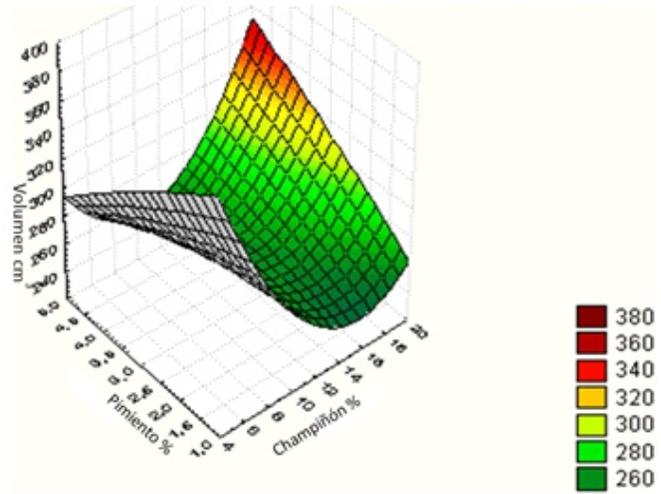


Figura 2. Superficie de respuesta del volumen de pan en función del porcentaje de pimienta morrón y champiñón.

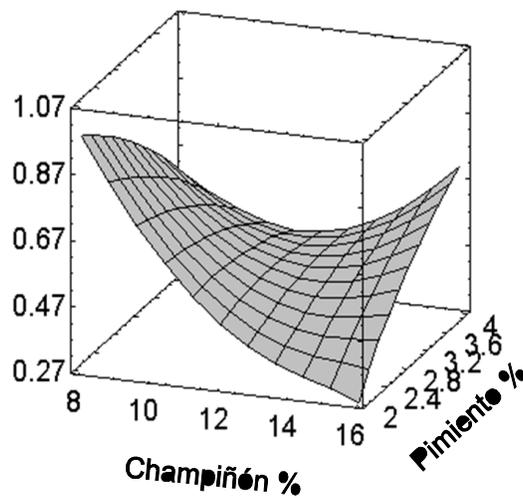


Figura 3. Superficie de respuesta estimada de deseabilidad

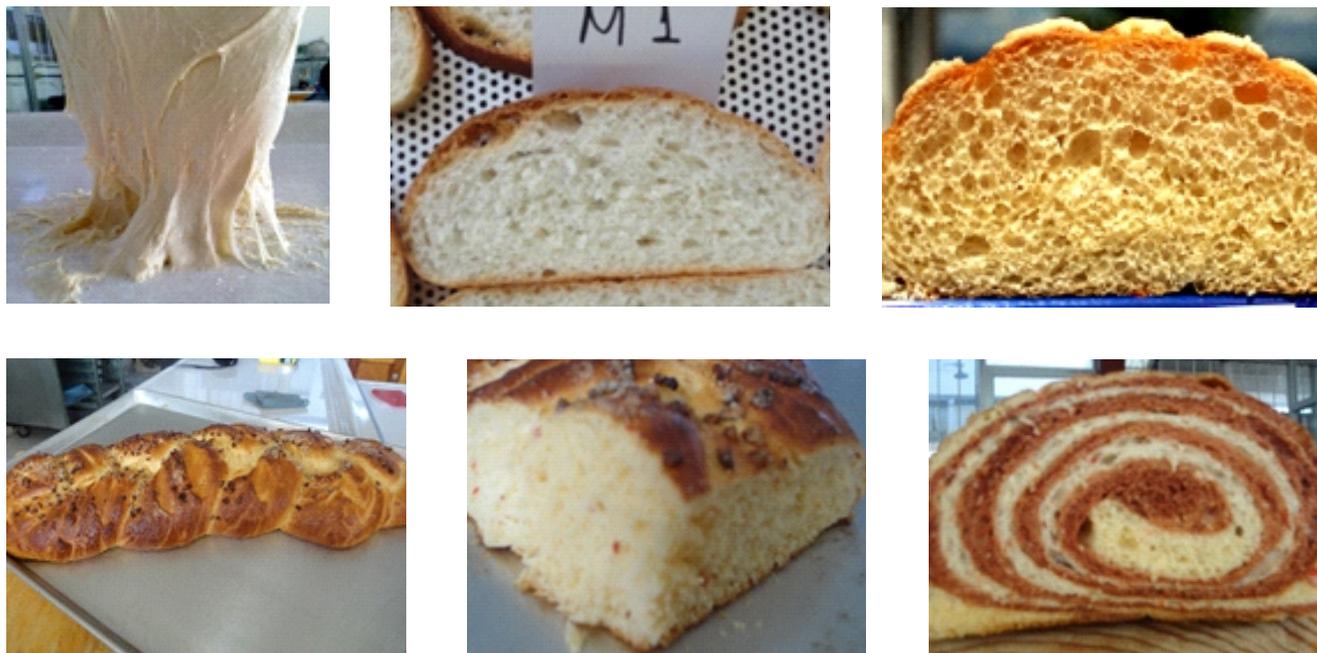


Figura 4. Aspectos de la masa (arriba, izquierda), alveolos (arriba centro y derecha), en pan tipo concha y barras (arriba derecha).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AACC (American Association of cereal Chemists). 2001. Approved Methods of Analysis, 10 edición, USA.
- Almazan, A. 1990. Effect of Cassava flour variety and concentration on bread loaf quality. *Cereal Chemistry* 67: 97-99.
- Ávila, M. 1979. Diccionario de los Alimentos. 2ª edición, CEDEL, España.
- Bernas, E., J. Grazna, L. Sofia. 2006. Edible mushrooms as a source of valuable nutritive constituents. *Acta Scientiarum Polonorum, Tecnología Alimentaria* 5: 5-20.
- Best, D. 1997. All natural and nutraceutical. *Prepared Foods* 166: 32-38.
- Calaveras, J. 1996. Tratado de Panificación y Bollería. Mundi-Prensa, España.
- FAO/WHO (World Health Organization/Food and Agriculture Organization). 2003. Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. WHO Technical Report Series 916: 147-149.
- Gibson, G. R., M. B. Robertfroid. 1995. Dietary modulation of the human colonic microbiota, introducing the concept of prebiotics. *Journal of Nutrition* 125: 1401-1412.
- Hollingworth, P. 1997. Mainstreaming healthy foods. *Food Technology* 51: 55-58.
- Montgomery, D., G. Runger. 2004. Diseño y Análisis de Experimentos. 2ª edición, Limusa, México.
- Ren, Z., G. Zhuyan, N. M. Simin, W. Dayong. 2008. White button mushroom enhances maturation of bone marrow-derived dendritic cells and their antigen presenting function in mice. *The Journal of Nutrition* 138: 544-550.
- Robertfroid, M. B. 2000. Defining functional foods. In: *Functional Foods: Concept to Product*. (Eds. Gibson, G. R.; C. M. Williams). CRC Press, Washington DC, pp. 9-25.
- SECOFI. 1982. NMX-F-007, Alimento para Humanos. Harina de Trigo. México.

*ESTE TRABAJO SE INCLUYE COMO COMUNICACIÓN CORTA

GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE *Physalis ixocarpa* Y *Physalis angulata* BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO EN EL ESTADO DE DURANGO

Marcos Cobaleda-Velasco^{1*}, Ruth Elizabeth Alanis-Bañuelos², Nancy Shyrley García-Rojas³

¹Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Instituto Politécnico Nacional, Sigma 119, Fraccionamiento 20 de Noviembre II, Durango, Dgo., México, C.P. 34220. ²Instituto Iberoamericano de Investigación en Biomedicina y Tecnología. Lázaro Cárdenas 220 interior 104, Durango, Dgo. México, C.P. 34080. ³Facultad de Ciencias Químicas Campus Durango. Universidad Juárez del Estado de Durango. Prol. Chihuahua s/n, Col. Valle del sur. Durango, Dgo., México. C.P. 34120. * Correo electrónico: marcoscove@yahoo.es

RESUMEN

En México *Physalis ixocarpa* Brot. y *Physalis angulata* L. son parte de la cultura gastronómica, además de ser utilizados en la medicina tradicional. Para esas especies se han reportado propiedades anti-inflamatorias, anticancerígenas, y antioxidantes, entre otras. *Physalis ixocarpa* es de las pocas especies domesticadas del género, mientras que *P. angulata* es silvestre. La germinación de las semillas de *P. angulata* ha sido poco estudiada, a pesar de que la germinación es un paso clave para explotar el potencial de esta especie. En el presente estudio se sembraron en condiciones de invernadero, almácigos de 100 semillas de *P. ixocarpa* var. Premier y 100 semillas nativas del estado de Durango, México para evaluar la germinación durante 45 días. La germinabilidad fue diferente para cada una de las especies. *Physalis ixocarpa* tuvo valores de germinación del 30% en los primeros cuatro días, mientras que *P. angulata* tuvo 1% de germinación en ese mismo periodo de tiempo. A los 15 días se registró el 93% de germinación para *P. ixocarpa*, mientras que para *P. angulata* el 37%. Conforme aumentaron las temperaturas máximas y mínimas diarias, se observó un incremento de la germinación en *P. angulata*, hasta alcanzar el 81% a los 45 días después de la siembra. La germinación de las semillas de *P. ixocarpa* fue homogénea, debido a su condición de especie domesticada y cultivada, mientras que la germinación de la especie silvestre, *P. angulata*, fue heterogénea. La temperatura fue un factor importante que tuvo mayor impacto en la germinación de *P. angulata*.

ABSTRACT

In Mexico *Physalis ixocarpa* Brot. and *Physalis angulata* L. are part of gastronomic culture and are used in traditional medicine. Anti-inflammatory, anticarcinogen and antioxidant properties, among others, have been reported for these both species. *Physalis ixocarpa* is one of the few domesticated species of the genus, while *P. angulata* is a wild one. The seed germination of *P. angulata* have been little studied, despite germination is a key step to exploit the potential of this species. In the current study, 100 seedlings of *P. ixocarpa* var. Premier and 100 seedlings of *P. angulata* from Durango state, Mexico were planted under greenhouse conditions, to evaluate germination through 45 days. Germinability was different for each species. *Physalis ixocarpa* had germination values of 30% in the first four days, whereas *P. angulata* had 1% germination. After 15 days, 93% germination was registered for *P. ixocarpa*, while for *P. angulata* 37%.

When maximum and minimum temperatures increased, germination of *P. angulata* increased as well, reaching 81% after 45 planting. Seed germination of *P. ixocarpa* was homogeneous, because of its condition of domesticated and cultivated species, while the germination of *P. angulata* was heterogeneous. Temperature was an important factor affecting mainly *P. angulata* germination.

PALABRAS CLAVE:

Physalis ixocarpa,
Physalis angulata,
germinación, tomatillo,
tomate de cáscara.

KEY WORDS:

Physalis ixocarpa,
Physalis angulata,
germination, tomatillo,
husk tomato.

INTRODUCCIÓN

México es un país con una gran diversidad de especies de plantas y animales. Un número elevado de familias vegetales se encuentran distribuidas a lo largo del país. Solanaceae es una familia de tamaño medio dentro de las dicotiledóneas. A ella pertenecen especies económicamente relevantes como el tomate o jitomate (*Solanum lycopersicum* L.), el chile (*Capsicum spp.*), la papa (*Solanum tuberosum* L.), el tabaco (*Nicotiana tabacum* L.), y el tomate de cáscara (*Physalis spp.*).

Diferentes especies del género *Physalis* crecen de manera natural en el continente americano, se han reportado entre 75 y 120 especies para este género (Vargas *et al.*, 2001). En México existen alrededor de 50 especies descritas de *Physalis*, de las cuales existen varias endémicas (Martínez *et al.*, 2011). En el estado de Jalisco se han reportado 39 especies (Cuevas-Arias *et al.*, 2008) y en Durango 20 (González-Elizondo *et al.*, 2007). La riqueza de especies de *Physalis* que existe en México es una de las razones por las que a este país se le considera el centro de diversidad del género (Martínez *et al.*, 2011).

Physalis cuenta con dos especies de importancia comercial, *P. ixocarpa* Brot. y *P. peruviana* L. En el norte del continente americano se cultivan principalmente variedades derivadas de *P. ixocarpa*, teniendo especial relevancia en México las variedades Rendidora, Salamanca y Tamazula, mientras que en centro y Suramérica se cultiva principalmente *P. peruviana* (Fischer *et al.*, 2005).

Los frutos, conocidos como tomate verde, tomatillo, tomate de cáscara, entre otros, de *P. ixocarpa* se utilizan esencialmente en la elaboración de salsa. Los de *P. peruviana* se consumen de manera directa como bocadillo, o en mermeladas y dulces (Fischer *et al.*, 2014).

Se han realizado estudios de rendimiento en *P. ixocarpa* utilizando cultivos con acolchado plástico, en los que se ha obtenido un rendimiento de hasta 80 ton/h (López-López *et al.*, 2008). En los frutos de *P. ixocarpa* y de *P. peruviana* se han reportado compuestos con importantes actividades biológicas. Ibañez-González y Ochoa (2007) reportaron folatos en los frutos de *P. ixocarpa*, esos compuestos son importantes para prevenir neuropatías en la gestación. Entre los carbohidratos presentes en los frutos de *P. peruviana* predominan la sacarosa, la glucosa y la fructosa (Fischer y Lüdders, 1997). Alrededor de 50 witanolidos se han reportado en los frutos de *P. philadelphica* (Maldonado *et al.*, 2010), esta última es otra especie cultivada de acuerdo al Catálogo Nacional de Variedades Vegetales (2016).

El género *Physalis* cuenta con especies silvestres, las cuales en México tienen un elevado reconocimiento en el ámbito culinario y en la medicina tradicional.

Existen alrededor de 11 especies silvestres comestibles (Santiaguillo y Blas, 2009), al fruto de éstas se les denomina de manera general "tomatillo milpero", debido a su alta proliferación en zonas alejadas a los sembradíos. De entre las especies silvestres comestibles, *P. angulata* L. destaca por su ubicuidad, ya que de manera natural se encuentra distribuida ampliamente en América, y como especie introducida se encuentra en África y Asia (Bastos *et al.*, 2006). Pese a ser una especie predominantemente silvestre, existen reportes de cultivos locales de esta planta (Vargas-Ponce *et al.*, 2015), aunque está lejos de estar domesticada.

Entre las propiedades atribuidas a *P. angulata* están las anticancerígenas, antiinflamatorias, antioxidantes, las cuales se han asociado a la presencia de compuestos secundarios como las fisangulinas, withanolidos y compuestos fenólicos (Bastos *et al.*, 2006).

Los frutos de las especies de *Physalis* producen número variables de semillas, por ejemplo, los frutos de *P. angulata* puede llegar a contener más de 300 semillas, y los de *P. ixocarpa* pueden contener hasta 10 veces menos semillas (determinaciones hechas durante la realización del presente estudio). La germinación de las semillas de *P. angulata* ha sido poco estudiada, entre los reportes publicados se encuentra el de Thomson y Witt (1987), Souza *et al.* (2014), y Carvalho *et al.* (2014). La germinación, sus condiciones y aspectos relacionados con ésta han sido mucho más estudiados en la especie comercial *Physalis ixocarpa*, dos de los estudios hechos son el de Martínez-Solís *et al.* (2006) y el de Pérez-Camacho *et al.* (2012). El objetivo del presente trabajo fue determinar las diferencias de germinabilidad entre *Physalis angulata* y *Physalis ixocarpa*, bajo condiciones de invernadero en el Estado de Durango.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en el invernadero del Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional unidad Durango, del Instituto Politécnico Nacional (CIIDIR IPN Durango), durante los meses de febrero a mayo de 2014. Se utilizaron 100 semillas de *Physalis ixocarpa* variedad Premier y 100 de *Physalis angulata*. Las semillas de *P. ixocarpa* fueron obtenidas del CIIDIR-IPN unidad Oaxaca, en agosto de 2013. Las de *P. angulata* fueron recolectadas de plantas con fruto, creciendo en una población natural del Estado de Durango (24° 08' 15.4" N, 104° 31' 58.5" O, 1864 m de altitud), en agosto de 2013. Las semillas de *P. angulata* fueron lavadas con una solución de hipoclorito de sodio al 4%, durante 5 min, para evitar la aparición de hongos.

La siembra de semillas se realizó en almácigos de 2 por 2 cm, usando Peat Moss previamente humedecido, como sustrato.

Las semillas se depositaron en la parte superior y se cubrieron con vermiculita. Para evitar la exposición a la luz y la pérdida de humedad, los almácigos se cubrieron con plástico negro. Después de 4 días, se retiró el plástico para permitir el crecimiento de las plantas germinadas. Se registraron diariamente la temperatura máxima y mínima, la humedad relativa. Se evaluó el número de semillas germinadas (número de plántulas).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al día 4 (96 horas), se registró el 30% de semillas germinadas para *P. ixocarpa*, y el 1% para *P. angulata*. Esa importante diferencia puede deberse al proceso de domesticación que ha sufrido *P. ixocarpa*, ya que la germinación homogénea y temprana bajo condiciones ambientales conocidas es uno de los criterios de selección de semillas (Santos-Antunes *et al.*, 2005).

Al noveno día, la germinación de *P. ixocarpa* aumentó hasta un 76%, mientras que en *P. angulata* tan sólo el 6% de las semillas había germinado. Durante ese tiempo, en el interior del invernadero, la temperatura mínima registrada durante la noche fue de $11^{\circ}\text{C} \pm 1.1^{\circ}\text{C}$, mientras que durante el día se alcanzaron los $34^{\circ}\text{C} \pm 2.1^{\circ}\text{C}$.

Catorce días después de la siembra, se registró el 93% de germinación para *P. ixocarpa*, valor que se mantuvo hasta el final del estudio, este dato concuerda con los índices de germinación obtenidos por Martínez-Solís *et al.*, (2006), quienes reportaron valores de germinación superiores al 90% para 3 variedades de *Physalis ixocarpa*. El registro de germinación para *P. angulata* a los 14 días aumentó a 37%. La temperatura mínima promedio a ese tiempo aumentó a $13.2 \pm 1.5^{\circ}\text{C}$ y la máxima a 36°C . Estos datos son consistentes con el trabajo de Thomson y Witt (1987), quienes observaron una germinación del 20% para *P. angulata* a una temperatura constante de 20°C . La época de germinación en vida silvestre de *P. angulata* es a partir de los meses de abril y puede continuar durante mayo y junio, cuando la temperatura en campo se asemeja a la obtenida en las condiciones de invernadero en febrero-marzo. El crecimiento de las plántulas de *P. ixocarpa* también fue homogéneo, característica asociada a la domesticación de la especie.

A los 30 días después de la siembra, la germinación de *P. angulata* alcanzó el 60%, cuando la temperatura máxima llegó a $37.5 \pm 1.8^{\circ}\text{C}$. El aumento de la germinación con el aumento de la temperatura es consistente con los datos de Thomson y Witt (1987), quienes reportaron para *P. angulata* nula germinación a 5 y 10°C , la cual se elevó al 20% a los 20°C , y al 75% a los 30°C .

Se debe tener en cuenta que los valores de germinación del reporte de Thompson y Witt (1987) correspondieron a temperaturas constantes, mientras que en el presente trabajo se dependía de las condiciones ambientales amortiguadas por el invernadero.

A los 45 días, el 81% del total de las semillas de *P. angulata* habían germinado. A ese tiempo, las temperaturas máxima y mínima no cambiaron significativamente de las registradas a los 30 días. Estos datos no coinciden con los resultados de Carvalho *et al.* (2014), quienes reportaron que la germinación de las semillas de *P. angulata* disminuye al 24% 135 días después de la cosecha. Estas diferencias pueden deberse a las condiciones de germinación, o a las diferencias genéticas entre las poblaciones de *Physalis angulata*. Nuestros resultados coinciden parcialmente con los de Thompson y Witt (1987), quienes reportaron que la germinación de las semillas de *P. angulata* se reduce a 0% a temperaturas entre 5 y 10°C , y que la germinación ocurre entre 20 y 30°C .

CONCLUSIONES

Existe una importante diferencia en los valores de germinabilidad entre la variedad Premier de *P. ixocarpa* y *P. angulata*. La germinabilidad de la primera fue 2.5 veces más alta que la de la segunda, alcanzada en un periodo de tiempo 3.2 veces más corto, lo que implicó una germinación heterogénea para *P. angulata*. Determinar las condiciones de cultivo para *P. angulata* es un aspecto importante para la domesticación de esta especie, debido a la variabilidad intrapoblacional que se puede encontrar en esta planta silvestre. Se requieren más estudios para determinar las condiciones de germinación en campo y en invernadero de *P. angulata*, para poder aprovechar el potencial de esta especie.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bastos, G. N. T., A. R. S. Santos, V. M. M. Ferreira, A. M. R. Costa, C. I. Bispo, A. J. A. Silveira, J. L. M. Do Nascimento. 2006. Antinociceptive effect of the aqueous extract obtained from roots of *Physalis angulata* L. on mice. *Journal of Ethnopharmacology* 103: 241-245.
- Catálogo Nacional de Variedades Vegetales. 2016. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), México.
- Carvalho, T. C., J. W. A. Oliveira, G. S. Nunes, L. A. J. Saes, F. L. Cuquel. 2014. Germinação de sementes de *Physalis angulata* L.: estágio de maturação do cálice e forma de armazenamento. *Pesquisa Agropecuária Tropical* Goiânia 44: 357- 362.

- Cuevas-Arias, C. T., O. Vargas, A. Rodríguez. 2008. Solanaceae diversity in the state of Jalisco, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 79: 67-69.
- Fischer, G, Lüdders P. 1997. Developmental changes of carbohydrates in cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.) fruits in relation to the calyx and the leaves. *Agronomía Colombiana* 14: 95–107.
- Fischer, G., D. Miranda, W. Piedrahíta, J. Romero. 2005. Avances en cultivo, poscosecha y exportación de la Uchuva (*Physalis peruviana* L.) en Colombia. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía, Sede Bogotá. Colombia
- Fischer, G., P. J. Almanza-Merchán, D. Miranda. 2014. Importancia y cultivo de la uchuva (*Physalis peruviana* L.) *Revista Brasileira de Fruticultura* 36: 1-15.
- González-Elizondo, M. S., M. González-Elizondo, M. A. Márquez-Linares. 2007. Vegetación y Ecorregiones de Durango. Plaza y Valdés-CIIDIR IPN. México.
- Ibave-González J. L., M. Ochoa. 2007. Cuantificación de los diferentes folatos presentes en tomatillo (*Physalis ixocarpa*) por cromatografía de líquidos de alta resolución. *Tecnociencia Chihuahua* 1: 9-16.
- López-López, R., R. Arteaga-Ramírez, M. A. Vázquez-Peña, I. L. López-Cruz, I. Sánchez-Cohen. 2008. Producción de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) basado en láminas de riego y acolchado plástico. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 15: 83-89.
- Maldonado, E., A. L. Pérez-Castorena, C. Garcés, M. Martínez. 2010. Philadelphicalactones C and D and other cytotoxic compounds from *Physalis philadelphica*. *Steroids* 76: 724-28.
- Martínez-Solis, J., N. M. Mendoza-Vega, J. E. Rodríguez-Pérez, A. Peña-Lomelí, M. G. Peña-Ortega. 2006. Efecto de la temperatura en la germinación de semillas de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). *Interamerican Society for Tropical Horticulture* 50: 7-12.
- Martínez, M., A. Rodriguez, A. Vargas, O. Chiang. 2011. Catálogo nomenclatural de las Solanaceae de México. Informe Final SNIB-CONABIO Proyecto HS004. México.
- Pérez-Camacho, I., V. A. González-Hernández, O. J. Ayala-Garay, J. A. Carrillo-Salazar, G. García de los Santos, A. Peña-Lomelí, E. Cruz-Crespo. 2012. Calidad fisiológica de semillas de *Physalis ixocarpa* en función de madurez a cosecha y condiciones de almacenamiento. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 1: 67-78.
- Santiaguillo, J. F., Y. S. Blas. 2009. Aprovechamiento tradicional de las especies de *Physalis* en México. *Revista de Geografía Agrícola* 43: 81-86.
- Santos-Antunes, F., L. Leon, R. de la Rosa, J. Alvarado, A. Mohedo, I. Trujillo, L. Rallo. 2005. The lenght of the juvenile period in olive as influenced by vigor of the seedlings and the precocity of parents. *American Journal for Horticultural Science* 40: 1213-1215.
- Souza, M. O., C. L. M. Souza, N. S. Barroso, C. R. Pelacani. 2014. Preconditioning of *Physalis angulata* L. to maintain the viability of seeds. *Acta Amazonica* 44: 153-156.
- Thomson, C. E., W. W. Witt. 1987. Germination of cutleaf groundcherry (*Physalis angulata*), smooth groundcherry (*Physalis virginiana*) and Eastern Black Nightshade (*Solanum ptycanthum*). *Weed Science* 35: 58-62.
- Vargas, O., M. Martínez, P. Dávila A. 2001. Two new species of *Physalis* (Solanaceae) endemic to Jalisco, Mexico. *Brittonia* 53: 505-510.
- Vargas-Ponce O., J. Sánchez-Martínez, M. D. P. Zamora-Tavares, L. E. Valdivia-Mares. 2015. Traditional management of a small-scale crop of *Physalis angulata* in Western Mexico. *Genetic Resources Crop Evolution*, DOI 10.1007/s10722-015-0326-3.



CENTRAL DE INSTRUMENTACIÓN

Tercero Autorizado COFEPRIS: TA-58-15
Acreditación ema: A-0553-050/14

Ofrece los servicios de:

ANÁLISIS DE ALIMENTOS Y AGUA PARA CONSUMO HUMANO COMO LABORATORIO TERCERO AUTORIZADO ANTE COFEPRIS:

- Determinación de dureza total en agua NMX-AA-072-SCFI-2001
- Determinación de cloruros totales en agua NMX-AA-073-SCFI-2001
- Determinación de metales pesados en aguas naturales y potables (As, Cd, Cr, Pb). NMX-AA-051-SCFI-2001
- Determinación de fluoruros en agua. NOM-201-SSA1-2002
- Determinación de bacterias coliformes totales. Técnica del número más probable. NOM-112-SSA1-1994
- Detección de coliformes totales, coliformes fecales y *Escherichia coli* por NMP. CCAYAC-M-004.
- Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa. NOM-092-SSA1-1994
- Método para la cuenta de microorganismos coliformes totales en placa. NOM-113-SSA1-1994
- Método para la determinación de *Salmonella* en alimentos. NOM-114-SSA1-1994
- Método para la determinación de *Staphylococcus aureus* en alimentos. NOM-115-SSA1-1994

ANÁLISIS DE ALIMENTOS Y AGUA PARA CONSUMO HUMANO CON ACREDITACIÓN ANTE LA ema:

- Determinación de bacterias coliformes totales. Técnica del número más probable. NOM-112-SSA1-1994
- Determinación de cloruros totales en agua. NMX-AA-073-SCFI-2001
- Determinación de fluoruros en agua. NOM-201-SSA1-2002
- Determinación de metales pesados en agua potable y agua purificada (As, Cd, Pb). NOM-117-SSA1-1994

INFORMES:

DRA. LAURA SILVIA GONZÁLEZ VALDEZ

Coordinadora de la Central de Instrumentación

CIIDIR IPN Unidad Durango

Calle Sigma Núm. 119 Fracc. 20 de Nov. II

Durango, Dgo. México. C.P.34220

Tel (618) 814-20-91 Y 814 45 40 Extensiones: 82615 Y 82601

Correo electrónico: ci_dgo@ipn.mx

