



Agraria

Vol. 17, núm. 3, septiembre-diciembre 2020 • ISSN 0186 8063



Universidad
Autónoma Agraria
Antonio Narro





Revista científica de la Universidad Autónoma Agraria
Antonio Narro, vol. 17, núm. 3, septiembre-diciembre, 2020.

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.

COMITÉ EDITORIAL

Editor en Jefe

Dr. Armando Robledo Olivo

Editor Ejecutivo

M.C. Víctor M. López González

Editores

Dra. Ana Verónica Charles Rodríguez

Dr. Marcelino Cabrera de la Fuente

Dr. Karim de Alba Romenus

Edición

Delirio. Servicios Editoriales



Cuidado de la edición

Anastacia Rodríguez

Diseño y formación

Magela Crisóstomo

Fotografía de portada: Shutterstock

Agraria 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).

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Dirección de Investigación. Calzada Antonio Narro 1923, Col. Buenavista, C.P. 25315, Saltillo, Coah., México.

<http://www.uaaan.mx/agraria/>

E-mail: revista_agraria@uaaan.edu.mx

Tel. +52 (844) 411 02 12 y 411 02 80, ext. 2003. Fax +52 (844) 411 02 11

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura de la institución editora de la publicación.

Se autoriza la reproducción de artículos si se cita la fuente.

Agraria, vol. 17, núm. 3, septiembre-diciembre, 2020, es una publicación cuatrimestral editada por la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, a través de la Dirección de Investigación. Calzada Antonio Narro 1923, Col. Buenavista, C.P. 25315, Saltillo, Coah., México. <http://www.uaaan.mx/agraria/> E-mail: revista_agraria@uaaan.edu.mx Tels. +52 (844) 411 02 12 y 411 02 80, ext. 2003. Fax: +52 (844) 411 02 11. Editor responsable: Víctor Manuel López González. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo del Título (en trámite); ISSN 0186-8063, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Certificado de Licitud de Título: en trámite. Certificado de Licitud de Contenido: en trámite, que otorga la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas ilustradas de la Secretaría de Gobernación. Impresa en Digital Color: Arteaga Norte núm. 225, zona centro, C.P. 25000, Saltillo, Coah. Tel. +52 (844) 481 58 42. Este volumen se terminó de imprimir en diciembre de 2020, y consta de 200 ejemplares.



CONTENIDO

PÁGINA

- 57** **Análisis bromatológico de una barrita de granola alta en proteína**
Bromatological analysis of a granola bar high in protein
*M. G. Mireles-Vázquez, A. Robledo-Olivo, H. de la Garza-Toledo,
J. F. Hernández-Ángel, G. López-Muños*
- 61** **Efecto de diferentes niveles de salinidad en la fisiología de la variedad de maíz criolla mejorada Jaguan**
Effect of different salinity levels in the physiology of improved variety of maize Creole Jaguan
*Josué Israel García-López, Norma Angélica Ruiz-Torres,
Froylán Rincón-Sánchez, Celestino Flores-López*
- 69** **Deterioro en semilla de maíz (*Zea mays*) y su correlación con la germinación y vigor en condiciones de laboratorio**
Deterioration in seed corn (*Zea mays*) and their correlation with germination and vigor under laboratory conditions
*Antonio Valdez-Dyervides, Malleni B. Pérez-Morales, Federico Facio-Parra,
Alma Patricia García-Villanueva, Luis Rodríguez-Gutiérrez, Leopoldo Arce-González*
- 77** **Propuesta de administración de las unidades y campos experimentales de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro**
Management proposal of the experimental units and fields of Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro
Gabriela González-Moreno, Rubén Chávez-Gutiérrez, Leobardo Bañuelos-Herrera

Análisis bromatológico de una barra de granola alta en proteína

Bromatological analysis of a granola bar high in protein

M. G. Mireles-Vázquez^{*2}; A. Robledo-Olivo¹; H. de la Garza-Toledo¹;
J. F. Hernández-Ángel¹; G. López-Muñoz³

¹Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila. ²Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de Coahuila.

³Tres Espigas Panadería S.A. de C.V. Saltillo, Coahuila. Email: mar_mir10@hotmail.com (*Autor responsable)

RESUMEN

Las barras nutritivas son productos especialmente diseñados para contribuir a optimizar el rendimiento físico de las personas. En su composición llevan granola, la cual se considera uno de los alimentos más completos que existen, ya que contiene una mezcla de componentes ricos en vitaminas, minerales y antioxidantes que aportan al organismo los nutrientes indispensables para su óptimo funcionamiento. Normalmente la granola está compuesta de avena, salvado, cacahuate, nuez, pasas y coco, lo que le permite aportar grandes beneficios para la salud: brinda una gran cantidad de energía, disminuye el peso, aumenta las defensas, no aporta colesterol al organismo y sus azúcares son totalmente naturales. En el presente trabajo se realizó un análisis bromatológico general de una barra de granola, de la que se evaluaron tres repeticiones de la muestra, en las que se pudo observar un bajo porcentaje de humedad (1.08%), lo cual alarga su vida en anaquel; en cuanto al contenido calórico, la barra mostró 150 kcal por 30 g, que comparada con otras barras comerciales es menor: Nature Valley cuenta con 90 a 190 kcal (42 g), Granvita Mordy con 140 (35 g) y Energy up, de Marinela, con 121 (30 g). Respecto a los carbohidratos, las barras de Nature Valley tienen entre 13 y 26 g de carbohidratos, mientras que la barra que se analizó contiene 16.8 g de carbohidratos por porción (30 g). En grasas, la muestra estudiada contiene 24.5 g por 100 g que, comparada con las barras mencionadas anteriormente, se puede observar que se encuentran en los rangos comerciales, como en el caso de Granvita Mordy con 23.3 por 100 y de Energy up con 16.6 por 100 g. Para el caso de proteína (13.2%), la barra estudiada se encuentra en niveles más altos, comparada con las barras comerciales, según se muestra a continuación: la barra Granvita Mordy cuenta con 10% y Energy up, de Marinela, con 10.2.

Palabras Clave: granola, energía, proteína, nutrición.

ABSTRACT

Nutrition bars are products specially designed to help optimize physical performance. In its composition they carry granola, which is considered one of the most complete foods, since it contains a mixture of components which are rich in vitamins, minerals and antioxidants that provide the body with the essential nutrients for its optimal functioning. Normally, granola is composed of oats, bran, peanuts, walnuts, raisins and coconut, which allows it to bring great health benefits: it provides a lot of energy, decreases weight, increases defenses, does not provide cholesterol to the body and its sugars are totally natural. In this work a general bromatological analysis of a granola bar was carried out, of which three repetitions of the sample were evaluated, in which a low percentage of humidity (1.08%) was observed, which extends its shelf life; in terms of calorie content, the bar showed 150 Kcal per 30 g, which compared to other commercial bars is lower: Nature Valley has 90 to 190 kcal (42 g), Granvita Mordy with 140 (35 g) and Marinela's Energy up with 121 (30 g). Regarding carbohydrates, Nature Valley bars have between 13 and 26 g of carbohydrates, while the bar that was analyzed contains 16.8 g of carbohydrates per serve (30 g). In fats, the sample studied contains 24.5 g per 100 g which, compared to the bars mentioned above, can be observed to be in the trading ranges, as in the case of Granvita Mordy with 23.3 per 100 and Energy up with 16.6 per 100 g. For protein (13.2%), the bar studied is at higher levels, compared to commercial bars, as shown below: the Granvita Mordy bar has 10% and Marinela's Energy up, at 10.2.

Key words: granola, energy, protein, nutrition.

INTRODUCCIÓN

Las barras nutrimentales son productos especialmente diseñados para contribuir a optimizar el rendimiento físico y proporcionar energía.

Trabajos recientes muestran que en la mayoría de los productos comerciales el promedio del contenido de proteínas es de tan sólo 5.5%, y su calidad proteica es pobre, en la medida que provienen principalmente de cereales como arroz, avena, maíz (Olivera *et al.*, 2009). Las grasas que se utilizan se encuentran lejos de las recomendaciones actuales, con ausencia de ácidos grasos poliinsaturados y frecuente presencia de grasas saturadas y aceites vegetales hidrogenados. Éstos últimos pueden aportar, en algunos casos, ácidos grasos trans cuyos niveles en una sola unidad pueden cubrir un elevado porcentaje del máximo admisible establecido por la Organización Mundial de la Salud (OMS) para la dieta: 1% de la energía total (Giacomino *et al.*, 2011).

La granola es un alimento sumamente nutritivo, ya que aporta al organismo una gran cantidad de carbohidratos, grasas, proteínas, vitaminas y minerales, indispensables para su óptimo funcionamiento.

Investigaciones revelan que la combinación leguminosa-cereal es indispensable al complementar los requerimientos de proteína en la dieta (Goldberg, 2006).

La granola es uno de los alimentos más completos que existen, ya que consta de una mezcla de componentes ricos en vitaminas, minerales y antioxidantes, los cuales aportan al organismo los nutrimentos indispensables para su funcionamiento óptimo. Generalmente es una combinación de avena, salvado, cacahuate, nuez, pasas y coco (Aubourg, 2008). Debido a su composición, la granola aporta una gran cantidad de beneficios para la salud del organismo: su desintoxicación, ya que le brinda mucha energía, ayuda a la disminución de peso, aumenta sus defensas, no aporta el colesterol y sus azúcares son totalmente naturales (Medina, 2006).

Los cereales precocidos, diseñados para ser consumidos en el desayuno, son considerados alimentos funcionales (Iñarritu *et al.*, 2001). Una barra de cereales está compuesta típicamente de avena, trigo entero o combinaciones de varios cereales, miel, aceite (maíz, soya o palma), suero deslactosado y saborizantes (Shaheen *et al.*, 2013). Los cereales también se usan expandidos con masas azucaradas que favorecen al ligamento de las partículas. En general, las barras de

entre 25 a 30 gramos de cereales proporcionan entre 110 y 154 kilocalorías (Iñarritu *et al.*, 2001).

Durante los años noventa, algunos fabricantes de cereales introdujeron la granola baja en grasas, como una alternativa a la granola tradicional, lo cual se alinea a la tendencia contemporánea de producir todo bajo en grasas. La granola baja en grasas tiende a ser más seca que la típica, y de hecho puede ser más saludable.

El objetivo del presente trabajo fue obtener una barra con más proteína, en comparación con las comerciales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la producción de la barra, se utilizaron los siguientes ingredientes básicos: miel, crema de cacahuate, azúcar, vainilla, avena, coco, cacahuate, arándano chabacano y margarina. Primero se mezclaron los ingredientes secos, y posteriormente se adicionaron los líquidos –derretidos previamente– como la margarina, vainilla, crema de cacahuate y azúcar.

La humedad se determinó por secado hasta peso constante a 100-105° C, la grasa con el método Soxhlet, mientras que las cenizas se determinaron en mufla a 600° C hasta peso constante. Para establecer el contenido de proteínas de las muestras, con el método de Macrokjeldahl se utilizó 6.35 como factor de conversión de nitrógeno a proteínas. Se utilizaron 2 g de fibra cruda para determinar los carbohidratos, y el contenido calórico se obtuvo mediante el uso de reglas de tres, tomando en cuenta 9 Kcal/g para la grasa, y 4 Kcal/g para proteína y carbohidratos, respectivamente. Enseguida se sumaron las Kcal que se obtuvieron de la grasa, proteína y carbohidratos y, finalmente, se multiplicó por 100 el resultado. En general, las técnicas analíticas se basaron en el AOAC (1983).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Dado que esta barra es un producto que ya está a la venta en la panadería Tres Espigas, se realizó un análisis con un solo tratamiento con tres repeticiones, del que se obtuvo el siguiente resultado (Cuadro 1).

En el estudio puede observarse que la barra cuenta con un bajo porcentaje de humedad (1.08%), por lo que su vida de anaquel sería más duradera; los datos relacionados con la proteína (13.2%) son altos, comparados con los de las barras comerciales

Cuadro 1. Análisis nutrimental.

Parámetro	Resultado
Humedad	1.08 %
Cenizas	1.53%
Grasa	24.5%
Fibra	1.30%
Proteína	13.2%
Carbohidratos	56.6%
Kilocalorías	500.32 kcal /100 g

mencionadas por Iñarritu *et al.* (2001), en los cuales se muestra que una barrita Granvita Mordy cuenta con 10 g de un 100% y Energy up, de Marinela, con 10.2 por cada 100 gramos.

En cuanto al contenido calórico, la barrita analizada cuenta con 150 Kcal por 30 g, comparada con la barrita Nature Valley que cuenta con 90 a 190 Kcal por una unidad de 42 g, Granvita Mordy con 140 Kcal por barrita de 35 g y Energy up de Marinela con 121 Kcal por cada barrita de 30 gramos.

Ocasionalmente, las barras de granola tienen muchos azúcares añadidos, lo que da como resultado un alto porcentaje de carbohidratos. Las barras de Nature Valley tienen entre 13 y 26 g de carbohidratos, mientras que la que se analizó contiene 16.8 g de carbohidratos por porción de 30 gramos.

En cuanto al contenido de grasas, la muestra analizada contiene 24.5 g en 100 g que, comparada con las barras mencionadas anteriormente, sus re-

sultados se encuentran en los rangos comerciales, según se puede apreciar en Granvita Mordy con 23.3 g por 100 g y en Energy up con 16.6 g por 100 gramos.

CONCLUSIONES

La barra de granola analizada se encuentra en los rangos comerciales y, además, su porcentaje de contenido proteico es más alto, en comparación al de las barras comerciales con las que se comparó.

LITERATURA CITADA

- GIACOMINO S. M., Pellegrino N., Olivera-Carrión M. Perfil Nutricional de Barras de Cereales Comerciales según distribución energética de la grasa. *Aceites y Grasas* 2011; 82 (1): 104-7.
- GOLDBERG, K. 2006. Por una mayor calidad de Vida. Disponible en: <http://www.obesidad.net/spanish2002/default.htm>.
- IÑARRITU, 2001. Estudio de las características Nutricionales de barras de cereales para niños. México, 2001. *Arch Lat Nutr* 20011; 41:222-97.
- MEDINA Herrera Margory Daniela. Desarrollo de una barra nutricional a base de granola y frijol rojo (*Phaseolus vulgaris*). 2006.
- NORMA Oficial Mexicana, NOM-O51-SCFI/2010. Especificaciones generales de etiquetado para alimento y bebidas no alcohólicas preenvasado, información comercial y sanitaria. En Línea http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5137518&fecha=05/04/2010. Consultado el día 30 de agosto del 2015.
- OLIVERA-Carrión M., Giacomino S. M., Pellegrino N., Sambucetti M E. Composición y Perfil Nutricional de Barras de Cereales Comerciales. *Actualización Nutr* 2009; 10(4): 275-84.

Efecto de diferentes niveles de salinidad en la fisiología de la variedad de maíz criolla mejorada Jaguan

Effect of different salinity levels in the physiology of improved variety of maize Creole Jaguan

Josué Israel García-López¹, Norma Angélica Ruiz-Torres^{*2},
Froylán Rincón-Sánchez³, Celestino Flores-López⁴

¹Maestría en Tecnología de Granos y Semillas, ²Centro de Capacitación de Tecnología de Granos y Semillas, ³Departamento de Fitomejoramiento
⁴Departamento Forestal. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Calzada Antonio Narro 1923. Buenavista, C.P. 25315. Saltillo, Coahuila, México.
Tel. (844)4110377 y 78. Email: n_nruiz@hotmail.com (*Autor responsable)

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue medir el efecto que tiene la salinidad (NaCl) sobre la calidad fisiológica de la semilla de maíz, variedad criolla mejorada Jaguan, bajo condiciones de laboratorio e invernadero. Se utilizó semilla de maíz de la variedad Jaguan, tolerante a condiciones de temporal y altas densidades de siembra; es una variedad prolífica, de ciclo intermedio, adaptada a áreas de transición y alturas arriba de los 1800 msnm). Se llevaron a cabo dos estudios: uno de pruebas de salinidad en laboratorio en el que se aplicaron 15 tratamientos: testigo, -2.68, 5.11, 7.52, 9.79, 12.07, 14.25, 16.46, 18.57, 22.80, 26.18, 29.90, 34.5, 42.1 y 48.8 mS/cm para evaluar la germinación, el vigor, el peso seco de plúmula y de la radícula, longitud de plúmula y de radícula; el otro sobre efecto de la salinidad en la tasa de asimilación de CO₂ y conductancia estomática en diferentes etapas fenológicas: hoja 5, 8, 12 y 16, en el que se aplicaron cuatro tratamientos: 18.57, 34.50 y 48.80 mS/cm) en las soluciones de riego, además de un testigo tratado con agua destilada. Las variables que se evaluaron fueron: tasa de asimilación de CO₂, conductancia estomática, concentración de CO₂ intercelular y tasa de transpiración. En el estudio I se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.01$) para todas las variables, mientras que en el estudio II hubo diferencias ($P \leq 0.05$) entre tratamientos para la variable [C_i]; para las demás variables evaluadas, las diferencias fueron ($P \leq 0.01$). Para la etapa fenológica se encuentran diferencias ($P \leq 0.01$) para todas las variables. En la interacción tratamiento x etapa fenológica, hubo diferencias significativas en la tasa de transpiración ($P \leq 0.05$), mientras que para las demás variables se encontraron diferencias al ($P \leq 0.01$). Los resultados indican que los incrementos en los niveles de salinidad afectan la germinación de las semillas y la tasa de asimilación de CO₂ en plantas.

Palabras clave: maíz, Jaguan, conductividad eléctrica, fisiología.

ABSTRACT

The objectives of this study were to measure the effect of salinity (NaCl) on the physiological quality of the seed maize landrace Jaguan under laboratory and greenhouse conditions. Maize seed variety Jaguan, tolerant to rainfed conditions and high sowing densities, is a prolific variety of intermediate cycle adapted to transition areas and height above 1800 m. Treatments are expressed in electrical conductivity using sodium chloride (NaCl). Two studies were carried out: The first one was a laboratory test to determine the effect of salinity on germination using 15 treatments: control, -2.68, 5.11, 7.52, 9.79, 12.07, 14.25, 16.46, 18.57, 22.80, 26.18, 29.90, 34.5, 42.1 and 48.8 mS/cm were applied to evaluate germination, vigor, plumule and radicle dry weight and plumule and radicle. The second study measured the effect of salinity on CO₂ assimilation rate, and stomatal conductance at different growth stages: 5th, 8th, 12th, and 16th leaves. Four treatments were used: 18.57, 34.50 and 48.80 ms/cm and a control were applied in irrigation solutions to measure CO₂ assimilation rate, stomatal conductance, intercellular CO₂ concentration and transpiration rate. In the first study, significant differences ($p \leq 0.01$) for all variables were found. In the second one, differences ($P \leq 0.05$) among treatments for variable [C_i] was found. For other variables, differences ($P \leq 0.01$) they were found. For the phenological stages, differences ($P \leq 0.01$) for all variables were found. Interaction between treatments and phenological stages were found too. There were significant differences in the transpiration rate ($P \leq 0.05$) and for other variables ($P \leq 0.01$) too. The results indicate that salinity increase affects seed germination and CO₂ assimilation rate in plants.

Key words: maize, Jaguan, electrical conductivity, physiology.

INTRODUCCIÓN

La salinización de los suelos se ha convertido en un problema mundial que se concentra especialmente en zonas áridas y semiáridas, las cuales presentan una acumulación paulatina de sal debido a procesos naturales o a la intervención humana. Este problema aparece, principalmente, por la pérdida de agua del suelo (evaporación), la contaminación industrial, la aplicación de grandes concentraciones de fertilizantes y/o por el uso indebido del agua de riego. De acuerdo con Ronen (2015), el proceso de salinización de suelos cultivados es resultado, también, de la evaporación y la transpiración, lo que aumenta la concentración de solutos.

La salinidad –que se representa como conductividad eléctrica (CE)– ocasiona en la planta un estrés hídrico, lo cual se debe a que el potencial osmótico disminuye a medida que se incrementan los niveles de sal; esto trae como consecuencia una reducción del crecimiento de la planta, necrosis foliar, disminución en el crecimiento del cultivo, pérdida de la capacidad de la germinación, limitación en la producción de etileno y reducción del peso del fruto (Martínez *et al.*, 2011).

Doria (2010) menciona que la germinación es el comienzo del desarrollo del embrión, después de la cual se inician los procesos fisiológicos de crecimiento en los que intervienen actividades metabólicas como el incremento de la humedad en la semilla y su actividad respiratoria. Sin embargo, el proceso de germinación puede verse afectado por diferentes factores, tales como: la humedad, la temperatura y las propiedades del sustrato. En relación con lo anterior, Herranz *et al.* (2004) mencionan que al examinar el aumento de las concentraciones salinas en diferentes sustratos se observó un efecto negativo sobre la germinación de aclanera (*Arthrocnemum macrostachyum*) y berro amargo (*L. cardamine hirsuta*), lo cual permite deducir que este tipo de factores son inadecuados para obtener una buena germinación de la semilla y un favorable desarrollo de las plántulas.

Gupta y Sharma (1990) comentan que las plantas sometidas a salinización se ven afectadas desde la germinación hasta estados más avanzados de desarrollo, y en semillas, la salinización inhibe o reduce el proceso de germinación por el efecto osmótico. Sin embargo, el efecto principal de la salinidad en los cultivos es la reducción de su productividad, lo que afecta principalmente el rendimiento.

El efecto de las sales sobre la germinación y emergencia ha sido estudiado también en la especie

fanerógama arbustiva malvavisco (*Sphaeralcea bonariensis*); al respecto, Sobrero *et al.* (2014) indican que en trabajos realizados en laboratorio encontraron que, al aumentar las concentraciones salinas de NaCl de 0 a 150 mM, la germinación de esta especie decreció de manera exponencial. En pastos (*Kochia scoparia*), García *et al.* (2008) encontraron que las soluciones salinas de KCl afectan directamente el vigor y la germinación.

Dodd y Donovan (1999) señalaron que, debido al efecto osmótico, un aumento en los niveles de salinidad comúnmente causa una reducción en la germinación, lo que se atribuye a una reducción del potencial de los solutos en el suelo.

Por otro lado, las plantas poseen la capacidad de transformar la energía solar en energía química. Dicha cualidad puede verse afectada por diversos factores, tales como: el estrés edáfico, el climático y el hídrico, el cual, a su vez, puede ocasionarse por la elevada cantidad de sales en el agua que se emplea para el riego.

El estrés ambiental de salinidad provoca, también, una inhibición en la fotosíntesis, debido a las elevadas concentraciones de Na⁺ y/o Cl acumuladas en los cloroplastos. Por otra parte, es conocido que el transporte de electrones del mecanismo fotosintético es indeterminadamente insensible al efecto atribuido a la salinidad, lo cual permite deducir que los mecanismos dañados pueden ser el metabolismo del carbono o de la fosforilación. La ribulosa 1,5-bifosfato carboxilasa/oxigenasa (Rubisco) es una enzima bifuncional que tiene la capacidad de utilizar de manera eficiente el CO₂ y el O₂. En diversos estudios se ha encontrado que la salinidad puede disminuir la función de esta enzima, a la vez que reducir la actividad de la fosfoenolpiruvato carboxilasa, la cual cataliza las reacciones de conversión del oxaloacetato en fosfoenolpiruvato y dióxido de carbono (CO₂) (Pesqueira, 2008).

Eliosa (2010) menciona que la fotosíntesis juega un papel clave en el suministro de energía para el desarrollo de la planta, y su eficacia puede disminuir debido al efecto de la salinidad y la sequía, ya que influyen en la difusión de CO₂, en la eficiencia del PSII, en el transporte de electrones, en la formación de especies reactivas de oxígeno, en el contenido de la ribulosa- 1,5 bifosfato (RuBP) dependiente de ATP, en el suministro de NADPH y en la actividad de la ribulosa-1-bifosfato carboxilasa, 5/oxigenasa (Rubisco) y, además, en la fotorespiración.

Una respuesta fisiológica de las plantas al estrés salino se da a través de la disminución de la conduc-

tancia estomática, en la cual hay una reducción de la transpiración que impide una sequía fisiológica y permite mantener una turgencia celular. Esta disminución en la conductancia estomática conlleva el cierre de estomas y se vincula con otros factores: la luz, CO₂, temperatura y corrientes de aire. De esta manera hay una reducción del ingreso de CO₂, lo que provoca una disminución en la síntesis de fotosintatos y propicia una reducción en la producción de biomasa (Carranza *et al.*, 2009). De acuerdo Pérez (2006), la disminución en la transpiración que se da a través del cierre estomático es un proceso que se mide por el ABA en plantas expuestas a estrés. Este proceso impide una disminución en el potencial hídrico, e implica aspectos fisiológicos y metabólicos.

Con el propósito de mantener una eficiencia fotosintética a un nivel alto y/o óptimo e impedir un desbalance de energía resultado de un estrés abiótico en su proceso evolutivo, las plantas han desarrollado habilidades para adaptarse a los diferentes cambios ambientales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación consta de dos estudios: el de pruebas de salinidad en laboratorio, y el de efecto de la salinidad en la tasa de asimilación de CO₂ y conductancia estomática.

El ensayo de germinación llevó a cabo en el laboratorio de fisiología de semillas del Centro de Capacitación y Desarrollo en Tecnología de Semillas (CCDTS), y el estudio de efecto de la salinidad en la tasa de asimilación de CO₂, conductancia estomática, se realizó en invernadero, en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro de Buenavista, Saltillo.

Para el trabajo se utilizó material genético de semilla de maíz de la variedad Jaguan (Rincón-Sánchez *et al.*, 2014), registrada como MAZ-1213-240511, en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales, perteneciente al Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS).

Para las pruebas de salinidad en laboratorio, el experimento se estableció en un diseño completamente al azar; los tratamientos aplicados constaron de 15 conductividades eléctricas: testigo, -2.68, 5.11, 7.52, 9.79, 12.07, 14.25, 16.46, 18.57, 22.80, 26.18, 29.90, 34.5, 42.1 y 48.8 mS/cm. Los tratamientos salinos fueron calculados con base en la ecuación establecida por Van't Hoff. Donde, $Y_{os} = MiRT$ en unidades de (MPa); Y_{os} = potencial osmótico; M = molalidad de

la solución (moles disoluto/1000 g H₂O); i = constante que indica la ionización del producto, cloruro de sodio (NaCl); R = constante de los gases = (0.00831 LMPa mol⁻¹ k⁻¹); T = temperatura absoluta (°K) = 25° C + 273 = 298° K. Se sembraron en papel Anchor tres repeticiones de 25 semillas por tratamiento, las cuales se humedecieron con NaCl, y posteriormente se regaron cada tercer día; se enrollaron en forma de "taco" y se colocaron de manera aleatoria dentro de una bolsa de polietileno, para enseguida acomodarlos en una canastilla. Éstas se mantuvieron en una cámara germinadora Lab-Line Instruments, a una temperatura de 25° C y a 80% de humedad relativa.

La primera evaluación se realizó al cuarto día, en la que se contaron las plántulas normales; posteriormente, al séptimo día se contó el número de plántulas normales (PN) para evaluar el porcentaje de germinación, y, finalmente, se determinó el número de plántulas anormales (PA) y semillas sin germinar (SSG). Todos los resultados fueron expresados en porcentaje.

Por otra parte, se evaluó la longitud de plúmula y de radícula de las plántulas normales, y los datos se expresaron en cm. Asimismo, después de colocar las plántulas normales (PS) dentro de bolsas de papel de estraza con perforaciones, se sometieron a un secado continuo dentro de una estufa Lab-Line modelo 3478M, por 24 h a 70° C para determinar su peso seco. Una vez cumplido el tiempo, las bolsas se colocaron en un desecador por 15 minutos, para posteriormente tomar el peso de las plántulas en una balanza analítica (Precisa Instruments Ltd. /Switzerland); este dato se reportó en miligramos por plántula (mg/plántula).

Para el efecto de la salinidad en la tasa de asimilación de CO₂ y conductancia estomática, se estableció en un diseño completamente al azar con arreglo factorial 4 x 4, considerando el factor A, concentraciones de salinidad: testigo, 18.57, 34.50 y 48.80 mS/cm, y el factor B, etapa fonológica del cultivo: hoja 5, 8, 12 y 16. Las conductividades eléctricas se aplicaron en el riego como soluciones salinas, las cuales se prepararon de acuerdo a la ecuación de Van't Hoff, que determina la cantidad en g de NaCl y su aforo a un litro de agua, para ajustar los potenciales osmóticos deseados. Para establecer las plantas, se sembraron dos semillas por maceta, para lo cual se utilizaron bolsas de polietileno negro de 10 L, y una mezcla de perlita, vermiculita y peatmost (1: 0.5: 0.25) como sustrato. Posterior a la emergencia de las plántulas, se realizó un raleo a cada maceta para de-

jar una sola planta. La aplicación de los tratamientos se inició quince días después de la siembra, cuando las plántulas se establecieron.

Con el fin de realizar mediciones en diferentes etapas fenológicas: hoja 5, 8, 12 y 16, la evaluación de las variables se realizó con un equipo portátil Licor-6400, durante el desarrollo de las plantas, hasta llegar a la etapa de madurez fisiológica; de esta manera se determinaron los siguientes parámetros asociados con la fisiología de la planta: la tasa de asimilación de CO₂ (μmol de CO₂ m⁻² s⁻¹), conductancia estomática (gs) en mol H₂O m⁻² s⁻¹, concentración de CO₂ intercelular (Ci) en μmol CO₂ m⁻² s⁻¹ y la tasa de transpiración (Tr) en mmol H₂O m⁻² s⁻¹. Para determinar el contenido de clorofila, se utilizó un medidor portátil Spad 501 (Minolta Corp., Ramsey, NJ, EEUU), con el cual se tomaron dos datos por hoja de cada planta, para ello se empleó un método no destructivo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para las pruebas de salinidad en laboratorio, se encontraron diferencias significativas (P ≤ 0.01) para las siguientes variables: vigor, germinación, plántulas anormales (PA), semillas sin germinar (SSG), peso seco de plúmula (PSP), peso seco de radícula (PSR), longitud de plúmula (LP) y longitud de radícula (LR), (Cuadro 1). Lo anterior coincide con los resultados presentados por Ramírez *et al.* (1999), ya que encon-

traron diferencias significativas para las mismas variables, al evaluar la calidad fisiológica de la semilla de Campanilla *Centrosema pubescens* cv. CIAT-438 y de Stylo *Stylosantes guianensis* cv. CIAT-184, bajo diferentes niveles de NaCl. Esto permite deducir que las elevadas concentraciones de salinidad afectan la calidad fisiológica de la semilla.

La comparación de medias para el ensayo de germinación bajo diferentes niveles de salinidad (Cuadro 2), indica que al incrementar la conductividad eléctrica hay una reducción en el vigor y en la germinación; es importante mencionar, que a partir de una conductividad eléctrica de 22.80 mS/cm se presentó una disminución drástica, lo que evidencia el efecto que tiene el NaCl en los procesos metabólicos relacionados con la germinación, ya que al incrementarse el potencial osmótico, hubo un retraso en el proceso de imbibición de la semillas, el cual se atribuye a que acumulan iones tóxicos, lo que afecta el desarrollo de las plántulas. Respecto a la acumulación de materia seca (peso seco), de igual manera se presentó una reducción al aumentar los valores en la conductividad eléctrica, lo que evidencia el efecto negativo de las sales a nivel celular debido a un desbalance de hormonas, y una disminución de la síntesis de proteínas y ácidos nucleicos, lo que dio como resultado un menor aprovechamiento de las reservas. De la misma manera, se observó el efecto negativo del NaCl en el desarrollo de la longitud de la plúmula y la radícula, debido a una deficiencia nutricional causada por la reducción en el potencial

Cuadro 1. Cuadrados medios del análisis de varianza para las variables evaluadas en el ensayo de germinación en estudios de salinidad en laboratorio.

FV	GL	Vigor (PC)	Germinación (%)	PSP (%)	PSR (%)	GL	LP	LR
Tratamiento	14	5752.99 **	6329.04 **	348.71 **	329.81 **	14	1521.35 **	2531.94 **
Error	30	46.57	48.71	34.18	15.66	14	4.13	10.80
CV (%)		14.87	11.86	23.11	144.08	23.11	29.10	23.54

*, **= Niveles de significancia al 0.05 y 0.01 de probabilidad respectivamente; GL Grados de libertad; Vigor = Plántulas normales al primer conteo; Germinación = Plántulas normales al segundo conteo; PSP = Peso seco de plúmula; PSR = Peso seco de radícula; LP = Longitud de plúmula; LR = Longitud radícula.

osmótico, pero principalmente por el daño a nivel de mitosis, ya que las altas concentraciones de salinidad inhibieron el proceso de división celular. Es importante mencionar que con una conductividad eléctrica de 2.68 mS/cm, se obtuvo 100% de vigor y de germinación, lo que indica que se llevó a cabo un proceso de osmocondicionamiento en las

semillas que se trataron con sales, lo que mejoró su metabolismo. En un estudio realizado por Camejo y Torres (2000) en dos cultivares de tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill), encontraron que a medida que se incrementan las concentraciones de NaCl, se ve afectada la germinación y la acumulación de biomasa fresca y seca.

Cuadro 2. Comparación de medias del análisis de varianza para las variables evaluadas en el ensayo de germinación, en estudios de salinidad en laboratorio.

Tratamientos CE (mS/cm)	Vigor (PC)	Germinación (%)	PSP (mg/plántula)	PSR (mg/plántula)	LP (cm)	LR (cm)
0.002	98.66 a	98.66 a	42.55 a	39.91 a	15.39 a	21.24 a
2.68	100.00 a	100.00 a	37.78 a	35.23 a	13.60 b	20.62 ab
5.11	100.00 a	100.00 a	34.89 ab	35.23 a	11.14 c	20.04 ab
7.52	92.00 a	100.00 a	28.14 ab	28.76 ab	9.63 d	18.73 bc
9.79	89.33 a	98.66 a	29.12 ab	29.39 ab	8.15 d	17.43 c
12.07	82.66 ab	96.00 a	20.70 bc	23.77 bc	5.13 e	13.78 d
14.25	62.66 b	90.66 a	19.14 bc	21.26 bc	4.58 ef	13.27 d
16.46	29.33 c	84.00 a	14.87 c	15.46 cd	3.11 fg	10.82 e
18.57	22.66 c	80.00 a	12.48 c	13.66 cd	2.55 gh	8.46 e
22.80	9.33 cd	33.33 b	13.22 c	7.99 cd	1.61 hi	5.61 f
26.80	1.33 cd	1.33 c	0.00	0.00	1.10 hi	3.47 fg
29.90	0.00 d	0.00 c	0.00	0.00	0.00 i	0.00 g
34.50	0.00 d	0.00 c	0.00	0.00	0.00 i	0.00 g
42.10	0.00 d	0.00 c	0.00	0.00	0.00	0.00
48.80	0.00 d	0.00 c	0.00	0.00	0.00	0.00
Media	45.86	58.84	29.95	4.53	6.99	13.96
(Tukey, α = 0.05)	20.53	20.99	30.07	19.65	1.49	2.42

Valores con la misma letra dentro de cada columna son estadísticamente iguales (Tukey a 0.05 %). CE = Conductividad eléctrica; Vigor = Plántulas normales al primer conteo; Germinación = Plántulas normales al segundo conteo; PSP = Peso seco de plúmula; PSR = Peso seco de radícula; LP = Longitud de plúmula; Longitud de radícula.

En cuanto al efecto de la salinidad en la tasa de asimilación de CO₂ y conductancia estomática, en el Cuadro 3 se presentan los cuadrados medios del análisis de varianza. Los resultados indican que las variables en estudio: A, G_s, C_i, Tr y contenido de clorofila fueron afectados significativamente por la aplicación de tratamientos con soluciones salinas, y en las etapas fenológicas en las que fueron evaluadas, lo que indica que tanto el incremento en los niveles de salinidad como la etapa vegetativa, contribuyeron en la respuesta de la fisiología de la planta. Estas diferencias pueden ser atribuidas al efecto del NaCl en los cloroplastos, ya que es donde se lleva a cabo la asimilación de CO₂ y la síntesis de clorofila. Un estudio realizado por Morales *et al.* (2002) en tres variedades de tomate expuestas a distintos niveles de NaCl (0 mM, 75 mM y 150 mM), encontraron que el intercambio gaseoso –medido a través de la conductancia estomática y la tasa de asimilación de CO₂–, así como el estado hídrico, el contenido relativo del agua y la transpiración, fueron afectados significativamente bajo estas concentraciones.

Por otra parte, el Cuadro 4 muestra la comparación de medias del estudio de asimilación de CO₂, en el cual se observa que el testigo presentó la mayor tasa de asimilación de CO₂ debido a una mayor eficiencia del mesófilo, lo que indica una reducción del C_i intercelular (139.47), y muestra que el CO₂ se fijó por la enzima Rubisco, además de presentar un alto nivel de clorofila (41.66). Asimismo, debido a

una mayor apertura de los estomas (0.076 mol H₂O m⁻² s⁻¹), la tasa de transpiración es alta (3.70 mmol H₂O m⁻² s⁻¹) con respecto a los otros tratamientos. En relación a los tratamientos con conductividades eléctricas más elevadas, se observó una reducción en la tasa de asimilación de CO₂ al incrementar la conductividad eléctrica a 48.8 mS/cm, lo cual coincide con la reducción gradual en el contenido de clorofila. La conductancia estomática (g_s) no presentó un patrón definido, sin embargo, se redujo en 0.026 unidades de mol H₂O m⁻² s⁻¹ con una CE más elevada. Estos resultados coinciden con los reportados por Moreno (1998), ya en dos variedades de frijol: Flor de Junio y Pinto Americano, a una concentración de 200 mM de NaCl, se afectó significativamente la asimilación de CO₂. Por otra parte, en un estudio realizado por Franco *et al.* (2008), en plantas del nopal *Opuntia ficus-indica* (L) MILL evaluaron la concentración de clorofila bajo diferentes niveles de NaCl: 0, 50, 100, y 150 mol m⁻³ y no se encontraron efectos significativos, lo cual se atribuye al efecto osmótico y osmoprotección del aparato fotosintetizador. En este estudio, la concentración de C_i en el mesófilo de las hojas depende de dos factores: la eficiencia del mesófilo en la fijación de CO₂ y de la apertura estomática, que permite la entrada y salida tanto de CO₂ como de H₂O en forma de vapor. De acuerdo a Chávez y González (2009), en el cierre estomático influye la participación del ABA como tolerancia a la salinidad y a otros tipos de estrés, regulando el balance

Cuadro 3. Cuadrados medios del análisis de varianza del estudio de asimilación de CO₂ bajo diferentes concentraciones de NaCl, en invernadero.

FV	GL	A ($\mu\text{mol de CO}_2$ $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	g _s ($\text{mol H}_2\text{O m}^{-2}$ s^{-1})	C _i ($\mu\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2}$ s^{-1})	Tr ($\text{mmol H}_2\text{O}$ $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	Clorofila (SPAD)
Tratamientos	3	124.26 **	0.007 **	13367.84 *	15.31 **	1190.53 **
E. Fenológica	3	106.39 **	0.015 **	71423.45 **	92.06 **	2813.88 **
Trat*E F	9	31.33 **	0.004 **	26521.46 **	3.09 *	331.53 **
Error		5.25	0.0006	3108.89	0.75	46.09
CV (%)		33.23	45.86	38.28	32.75	17.03

*, **= Niveles de significancia al 0.05 y 0.01 de probabilidad respectivamente; GL = Grados de libertad; A = Tasa de asimilación de CO₂; g_s = Conductancia estomática; C_i = CO₂ intercelular; Tr = Transpiración; Contenido de clorofila.

hídrico de la planta, con tolerancia al estrés causado por el potencial osmótico. Se observó, así mismo, que al incrementar la conductividad eléctrica se presentó una reducción en la tasa de transpiración, lo cual se debe a que la planta activa sus mecanismos de tolerancia frente a este tipo de estrés y acciona un cierre estomático inducido por el ABA para aprovechar el potencial hídrico de la planta. En cuanto a la etapa fenológica, se observó un mayor contenido de clorofila en la hoja 8, lo que se refleja en un incremento en la tasa de asimilación de CO_2 ($9.70 \mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$). Asimismo, se presentó una alta tasa de transpiración ($5.38 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) relacionada con una mayor apertura estomática ($0.086 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$). Por otra parte, el contenido de clorofila se

redujo al avanzar en las etapas fenológicas, ya que presentó una disminución de 8.58 unidades, posiblemente como una respuesta al estrés salino; sin embargo, la asimilación de CO_2 se mantuvo entre $5.25 \mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ y $6.04 \text{ CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. Por otra parte, para las hojas 12 y 16 hubo un incremento en la asimilación de CO_2 en $0.79 \mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, lo que indica que la tolerancia de la planta frente al estrés salino depende del desarrollo vegetativo en el que se encuentre. Los resultados de indican que un aumento de la salinidad en el agua de riego ocasiona cambios fisiológicos, como una disminución en la conductancia estomática, en la transpiración y en la tasa de asimilación de CO_2 , y posiblemente en el estado morfológico.

Cuadro 4. Comparación de medias del estudio de asimilación de CO_2 bajo diferentes concentraciones de NaCl, en invernadero.

Tratamientos		A ($\mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)	g_s ($\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)	C_i ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)	Tr ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)	Clorofila (SPAD)
	CE (mS/cm)					
1 (Testigo)	0.002	9.70 a	0.076 a	139.47 ab	3.70 a	41.66 ab
2	18.57	7.86 b	0.052 b	120.37 b	2.67 b	43.65 a
3	34.50	5.48 c	0.040 b	156.02 ab	2.36 bc	38.79 b
4	48.80	4.65 c	0.050 b	164.10 a	1.83 c	35.08 c
	E. Fenológica					
	Hoja 5	6.44 b	0.052 b	70.28 c	1.44 b	40.71 b
	Hoja 8	9.70 a	0.086 a	155.94 b	5.38 a	46.55 a
	Hoja 12	5.25 b	0.054 b	196.76 a	1.83 b	39.74 b
	Hoja 16	6.04 b	0.032 c	154.56 b	1.80 b	32.13 c
	Media	6.89	0.055	145.64	2.64	39.86
	[Tukey, $\alpha = 0.05$]	1.58	0.017	38.61	0.600	2.92

Valores con la misma letra dentro de cada columna son estadísticamente iguales (Tukey a 0.05 %). CE = Conductividad eléctrica; A = Tasa de Asimilación de CO_2 ; g_s = Conductancia estomática; C_i = CO_2 intracelular; Tr = Transpiración; Contenido de clorofila.

CONCLUSIONES

El incremento en la conductividad eléctrica afecta negativamente la calidad fisiológica de la semilla, ya que hay una disminución drástica de la germinación y el vigor a partir de una CE de 22.80 mS/cm.

Las plantas sometidas a salinidad presentan una disminución en su capacidad fotosintética, en la asimilación de CO₂ y en cada una de las variables asociadas. Los efectos negativos de la salinidad se hacen presentes en la fisiología de la planta, ya que el mesófilo tiene una menor capacidad de asimilación de CO₂ debido a que se modifica la apertura estomática, lo que provoca una menor transpiración de la planta y un bajo aprovechamiento de CO₂ intercelular.

LITERATURA CITADA

- CARRANZA, C., O. Lancho, D. Miranda, y B. Chaves. 2009. Análisis del crecimiento de lechuga (*Lactuca sativa* L.) "Batavia", cultivada en un suelo salino de la sabana de Bogotá. *Agronomía Colombiana* 27 (1), 41-48.
- CASIERRA, F. y N. García. 2006. Producción y calidad de fruta en cultivares de fresa (*Fragaria sp.*) afectados por estrés salino. *Rev. Fac. Nal. Agr. Medellín*. Vol. 59. No. 2. Pp. 3527-3542.
- DODD, G. y L. Donovan. 1999. Water potential and ionic effects on germination and seedling growth of two cold desert shrubs. *American Journal of Botany* 86(8): 1146-1153.
- DORIA, J. 2010. Generalidades sobre las semillas: su producción, conservación y almacenamiento. Reserva Científica del Departamento de Fitotecnia, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, gaveta postal 1. San José de las Lajas, La Habana, Cuba. Vol. 31(1), 75 p.
- GARCÍA, J., P. Valdez, O. y A. Torres. 2008. Efecto del KCL en semilla de *Kochia scoparia* bajo condiciones controladas. XIV Curso Internacional y 1er Congreso en Tecnología de Semillas. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Centro de Capacitación y Desarrollo en Tecnología de Semillas, Buenavista, Saltillo, Coah. Mexico. 49 p.
- GUPTA, S. K. and S. K. Sharma. 1990. Response of crops to high exchangeable sodium percentage. *Irrig. Sci.* 11: 173-179.
- HERRANZ, J. M., P. Ferrandis, y M. A. Copete. 2004. Germinación de tres halófitos amenazados en Castilla la Mancha en condiciones de estrés salino. *Invest. Agr. Sist. Rec. For.* 13 (2), 357-367.
- MARTÍNEZ, V. N., C. V. López, M. S. Basurto y R. L. Pérez. 2011. Efectos por salinidad en el desarrollo vegetativo. Facultad de Ciencias Agrotecnológicas. Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua, Chihuahua, México. Vol. 5 (3), 156 p.
- MORALES, E. 2010. Estudio de las respuestas fenotípicas y fisiológicas del musgo *Ceratodon stenocarpus* ante estrés osmótico, salinidad y congelación bajo condiciones de cultivo in vitro. Tesis de Maestría en Ciencias, especialidad en Biotecnología Aplicada. Instituto Politécnico Nacional. Tepetitla, Tlaxcala. 32 p.
- PESQUEIRA, J. 2008. Cambios bioquímicos, morfológicos y ecofisiológicos en plantas del género *Lotus* bajo estrés salino. Tesis de Doctorado en Ciencias, especialidad en Biología Vegetal. Universidad Politécnica de Valencia. Buenos Aires, Argentina. 48 p.
- RINCÓN-SÁNCHEZ, F., N. A. Ruíz-Torres, R. Cuellar-Flores y F. Zamora-Cacino. 2014. 'Jaguan', variedad criolla mejorada de maíz para áreas de temporal del sureste de Coahuila, México. *Rev. Fitotec. Mex.* Vol. 37 (4): 403-405.
- RODRÍGUEZ, L. 2006. Implicaciones fisiológicas de la osmorregulación en plantas. *Agronomía Colombiana* 24 (1): 28-37.
- RONEN, E. 2005. Nitrato de Potasio Multi K una solución posible para los problemas de salinidad. Portal informativo para el productor agropecuario. Haifa Bay 26120, Israel. 2 p.
- SOBRERO, M. T., S., Chaila, M. C. Ochoa y M. G. Pece. 2014. Requerimientos ambientales para la germinación de *Sphaeralcea bonariensis*. Universidad Nacional de Santiago del Estero. Santiago del Estero, Argentina. *Vicosa-MG*, V. 32(3), pp. 491-496.

Deterioro en semilla de maíz (*Zea mays*) y su correlación con la germinación y vigor en condiciones de laboratorio

Deterioration in seed corn (*Zea mays*) and their correlation with germination and vigor under laboratory conditions

Antonio Valdez-Oyervides*¹, Malleni B. Pérez-Morales¹, Federico Facio-Parra¹,
Alma Patricia García-Villanueva¹, Luis Rodríguez-Gutiérrez¹, Leopoldo Arce-González¹

¹Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
Calzada Antonio Narro 1923, Buenavista, C.P. 25315. Saltillo, Coahuila, México. Tel. 844 4110377.
Email: antoniovaldezo@hotmail.com [*Autor responsable]

RESUMEN

Con el fin de conocer los efectos del deterioro en semilla de maíz, variedad Cafime, se llevó a cabo el presente trabajo de investigación, en el laboratorio de control de calidad de semillas del Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas (CCDS) de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Buenavista, Saltillo. Para determinar el vigor de la semilla, se llevaron a cabo pruebas de envejecimiento acelerado en cuatro tratamientos y un testigo; en los tratamientos se utilizó cloruro de sodio y agua destilada con y sin solución salina, a 4, 8 y 12 días. Las variables que se evaluaron fueron: longitud media de la plúmula (LMP), longitud media de la radícula (LMR), capacidad de germinación (CG), plántulas normales, plántulas anormales y semilla sin germinar. Para analizar la información obtenida con el paquete estadístico SAS 9.0, se utilizó un factorial con un tratamiento. Los resultados obtenidos mostraron alta significancia en todas las variables, aunque destacó que los niveles de deterioro son mayores a medida que se aumentan los días de envejecimiento acelerado, lo que demuestra que el vigor de la semilla se deteriora cuando se aumenta el tiempo de envejecimiento; además, en los tratamientos en los que se emplearon soluciones salinas se obtuvieron medias de plúmula y radícula menores, en comparación con los tratamientos donde no se emplearon, por lo que se concluyó que el método de envejecimiento acelerado es una excelente técnica para evaluar el vigor de las semillas, y que respecto al coeficiente de correlación, para las variables germinación y vigor sí existe una relación muy alta, ya que una depende de la otra.

Palabras clave: envejecimiento acelerado, germinación, vigor.

ABSTRACT

In order to know the effects of the deterioration in Cafime variety corn seed, it was conducted this research in the laboratory at the Training Center for Seed Technology Development at the Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro in Saltillo, Coahuila, Mexico. For this purpose, four treatments for accelerated aging tests were conducted using sodium chloride and distilled water, with and without saline solution at 4, 8 and 12 days, together with a control to determine seed vigor. Six different variables were considered: average length plumule (LMP), average radicle length (MRL), germination capacity (CG), normal seedlings, abnormal seedlings and ungerminated seedlings. A single-treatment factorial design was used to analyze the information under SAS 9.0 statistical package. The results show highly significant differences on all variables, especially on deterioration levels which were greater as accelerated aging days increased. This shows that seed vigor is deteriorated as aging time is increased. On the other hand, treatments where saline solutions were used, plumule and radicle means were lower as compared to those treatments where it was not used. It is concluded that accelerated aging method is an excellent technique for evaluating seed vigor, showing a very high correlation coefficient for germination and vigor variables.

Key words: accelerated aging, germination, vigor.

INTRODUCCIÓN

La calidad fisiológica de la semilla está relacionada directamente con la capacidad que tiene para emerger en diversas condiciones de campo. En este sentido, la prueba de germinación es la más común y aceptada para evaluar la calidad de la semilla, por lo que se sugiere al vigor de la semilla como un factor adicional.

El vigor de semillas y el deterioro están fisiológicamente ligados porque son aspectos recíprocos de la calidad de las semillas. El deterioro tiene una connotación negativa, en tanto que el vigor una muy positiva, de tal manera que el vigor disminuye a medida que el deterioro aumenta (Delouche, 1976).

La pérdida de vigor de la semilla se relaciona con una reducción en su capacidad para llevar a cabo las funciones fisiológicas; este proceso llamado envejecimiento fisiológico (o deterioro) empieza antes de la cosecha y continúa durante ella, así como en el procesamiento y el almacenamiento. La semilla reduce progresivamente sus capacidades debido a cambios en la integridad de las membranas, actividad enzimática y síntesis de proteínas. Estos cambios bioquímicos pueden ocurrir muy rápidamente (pocos días) o lentamente (años), dependiendo de factores genéticos, de producción y ambientales.

Entre las características que se esperan de una prueba de vigor destacan: entregar un índice de calidad de semilla más sensible que la prueba de germinación, dar un índice consistente de la clasificación relativa de lotes de semillas según su desem-

peño, ser objetivo, rápido, simple y económicamente factible, ser reproducible y de fácil interpretación y correlacionarse con el desempeño de las semillas en el campo.

Así que el uso de semillas de óptima calidad es fundamental, dada la importancia y exigencias que tienen para la producción; de ahí que debe trabajarse en semillas de maíz, sobre todo en pruebas de vigor bajo condiciones de laboratorio, para mejorar su calidad fisiológica.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el laboratorio de control de calidad de semillas del Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, ubicada a los 25°22' de Latitud Norte y 101°01'48" Longitud Oeste, con una Altitud de 1742 msnm.

Para realizar el presente trabajo se generaron cuatro tratamientos con cuatro repeticiones; así como pruebas de envejecimiento acelerado a los 4, 8 y 12 días, según se presenta en el Cuadro 1.

En la prueba del testigo (T) se tomaron 100 semillas de cada lote que se colocaron en papel Anchor humedecido con agua destilada, en bandejas de plástico, dentro de una cámara de germinación a 20° C, con ciclos alternados de luz (16 h) y oscuridad (8 h), las cuales se evaluaron a los cuatro y siete días para

Cuadro 1. Pruebas de envejecimiento.

No. de tratamientos	Tratamientos	Pruebas
1	Testigo	Semillas no envejecida
2	4 días	EA (envejecimiento acelerado) EASS (envejecimiento acelerado con solución salina)
3	8 días	EA (envejecimiento acelerado) EASS (envejecimiento acelerado con solución salina)
4	12 días	EA (envejecimiento acelerado) EASS (envejecimiento acelerado con solución salina)

detectar las plántulas normales, las anormales y las semillas sin germinar, así como el vigor y longitud de la plúmula y la radícula.

En la prueba de envejecimiento acelerado (EA), las semillas se seleccionaron por uniformidad de tamaño y apariencia física; se colocaron 100 semillas en una canastita de plástico sobre un vaso de precipitado y se le agregaron 200 ml de agua destilada. Las semillas se dejaron envejecer durante 4, 8 y 12 días. Cada tratamiento contó con cuatro repeticiones, y se colocaron en una cámara de envejecimiento acelerado a una temperatura de 45°.

En la prueba de envejecimiento acelerado con solución salina (EASS), el procedimiento empleado fue similar al descrito para la prueba de EA, excepto que en cada vaso de precipitado se agregaron 75 g de NaCl (cloruro de sodio). Después del envejecimiento de las semillas 4, 8 y 12 días, se realizaron pruebas de germinación en las que se evaluaron las

plántulas normales, las anormales y las semillas sin germinar, además del vigor, la longitud de plúmula y la radícula.

Respecto a la variable CG, al décimo cuarto día se realizó un conteo de plantas normales, anormales y semillas sin germinar; el % de IVG se obtuvo con los conteos hechos al cuarto, séptimo, décimo y décimo cuarto día; para conseguir la longitud media de la plúmula (LMP), a los siete días se tomaron medidas a las plantas normales e, igualmente, a los siete días sólo se midieron las plantas normales para obtener la longitud media de la radícula (LMR).

Para analizar los resultados en este trabajo se utilizó un diseño experimental de un factorial con tratamiento extra, y para determinar la asociación existente entre las pruebas de laboratorio, se llevó a cabo una prueba de correlación entre la germinación y vigor (Mead *et al.*, 1993) cuando existieran diferencias significativas entre lotes ($p < 0,05$).

Cuadro 2. Comparación de medias del Lote 1, de acuerdo con las pruebas de envejecimiento en semilla de maíz.

Lote	Tiempo de envejecimiento	Capacidad de germinación				Vigor	
		% GERM	PN	PA	SSG	LMP (cm)	LMR (cm)
1	TESTIGO	97 a	93 a	4 a	3 a	15.57 a	20.28 a
	4 días EA	66 b	18 b	48 b	34 b	6.52 b	7.09 b
	4 días EASS	52 c	23 c	31 c	46 c	13.93 c	17.36 c
	8 días EA	21 d	11 d	10 d	79 d	9.45 c	12.2 d
	8 días EASS	16 e	9 d	10 d	81 e	9.92 c	15.52 d
	12 días EA	0 f	0 e	0 e	100 f	0 d	0 e
	12 días EASS	0 f	0 e	0 e	100 f	0 d	0 e
	CV	10.76	21.38	31.27	6.45	6.07	9.24

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes. Tukey [$P < 0.05$]. GERM= Semilla, PN= Plantas normales, PA= Plantas anormales, SSG= Semilla sin germinar, LMP= Longitud media de la plúmula, LMR= Longitud media de la radícula, Germinada (%), CV= Coeficiente de Variación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo con los análisis realizados de las variables estudiadas, se presentan a continuación, en los Cuadros 2 y 3, los resultados correspondientes.

Según los resultados del análisis estadístico, en el Lote 1 la variable germinación del testigo mostró un porcentaje de 97%, lo cual indica mayor número de semillas germinadas, ya que no envejecieron; la prueba de 4 días de envejecimiento mostró un porcentaje de 66%, y con solución salina de 52%, como se puede apreciar en el cuadro 2. Las pruebas de germinación en cero se debieron al tiempo de envejecimiento. Por su parte, Perry (1980), define el proceso de deterioro de la semilla como el vigor que se reduce más rápido que la viabilidad; así, en algunos casos existirá semilla con alto porcentaje de germinación, pero de bajo vigor. Para conocer con mayor precisión el grado de deterioro que presenta un lote de semillas, se han desarrollado diversas pruebas de vigor, algunas de las cuales han mostrado mejor afinidad con determinadas especies.

En este lote, para la variable plántulas normales, el testigo sobresalió en cada una de las pruebas, lo que indica que a mayor tiempo de envejecimiento se obtiene porcentaje mayor de plántulas normales.

En cuanto a plántulas normales, el testigo presentó un menor porcentaje. A los 4, 8 de envejecimiento, se observó un alto grado de plántulas anormales debido a que se activaron las enzimas más rápido. A los 12 días no se presentaron plántulas anormales.

El análisis estadístico indica que la variable semillas sin germinar, en el testigo presentó 3% de semillas sin germinar, seguida por los 4 y 8 días, y a los 12 el porcentaje fue de 100%, ya que a medida que pasaron los días la germinación se perdió notablemente. En síntesis, los aspectos más importantes de la relación entre deterioro de semillas y la germinación puede decirse que son: la pérdida de la capacidad de germinación por la consecuencia o el efecto final del deterioro,

Para los promedios de longitud de plúmula en todas las pruebas, el testigo obtuvo un promedio alto

Cuadro 3. Comparación de medias del lote 2, de acuerdo con las pruebas de envejecimiento en semilla de maíz.

Lote	Tiempo de envejecimiento	Capacidad de germinación				Vigor	
		% GERM	PN	PA	SSG	LMP (cm)	LMR (cm)
2	TESTIGO	99 a	93 a	5 a	2 a	18.72 a	19.94 a
	4 días EA	75 b	59 b	16 b	25 b	13.62 b	17.08 a
	4 días EASS	66 c	53 b	13 b	34 c	11.60 b	16.61 a
	8 días EA	28 d	14 c	14 b	72 d	13.11 b	13.94 b
	8 días EASS	19 e	12 c	7 c	81 e	12.21 b	13.70 b
	12 días EA	0 f	0 d	0 d	100 f	0 c	0 c
	12 días EASS	0 f	0 d	0 d	100 f	0 c	0 c
CV		10.76	21.38	31.27	6.45	6.07	9.24

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes. Tukey (P<0.05). GERM= Semilla, PN= Plantas normales, PA= Plantas anormales, SSG= Semilla sin germinar, LMP= Longitud media de la plúmula, LMR= Longitud media de la radícula, Germinada (%), CV= Coeficiente de variación.

de longitud, luego le siguió los 4 días, y a los 8 el promedio fue menor, mientras que a los 12 no hubo longitud de plúmula porque no se obtuvo germinación.

Para el caso de longitud media de radícula ocurrió lo mismo: el testigo fue el mejor en todas las pruebas, mientras que a los 12 días no se presentó un promedio, lo cual indica que no hubo semillas germinadas.

Con solución salina, el porcentaje de germinación se fue perdiendo. Martínez *et al.* (1999) y Wong (2002) mencionan que la técnica de estrés salino es sencilla y económica para el estudio de la calidad de la semilla. Esta técnica consiste en el uso de sustancias o productos comerciales, tales como sulfato de sodio y cloruro de sodio, y continúan mencionando que el principio se basa en la premisa de que si una semilla tiene capacidad para germinar y emerger bajo condiciones de estrés salino, puede ser indicativo de que tiene un potencial genético para la tolerancia a sales.

En el lote 2, de acuerdo con el análisis estadístico ocurrió lo mismo que en el lote 1, el testigo sobresale en todas las pruebas: a medida que se prolonga

el tiempo de envejecimiento se encuentra un alto porcentaje de plántulas anormales y gran número de semillas sin germinar; respecto al vigor de las semillas éste se reduce o prácticamente desaparece, especialmente a los 12 días de envejecimiento.

Popinigis (1977) manifiesta que las transformaciones degenerativas en la semilla debido a la falta de vigor son de origen bioquímico, fisiológico y físico, y ocurren en la siguiente secuencia: se degeneran las membranas celulares y posterior se pierde el control de la permeabilidad celular, se dañan los mecanismos de producción energética y de biosíntesis, disminuye la actividad respiratoria y de biosíntesis, la germinación es más lenta, se reduce el potencial de almacenamiento, el crecimiento y desarrollo de la planta es más lento, hay una menor uniformidad en el crecimiento y desarrollo de las plantas, se presenta una mayor susceptibilidad a factores ambientales adversos, disminuye el potencial para el establecimiento de una población de plantas, el porcentaje de plántulas anormales es mayor y, finalmente, se pierde el poder germinativo.

Figura 1. Porcentaje de germinación en el lote 1 en semilla de maíz para las pruebas de EA [envejecimiento acelerado] y EASS [envejecimiento acelerado con solución salina].

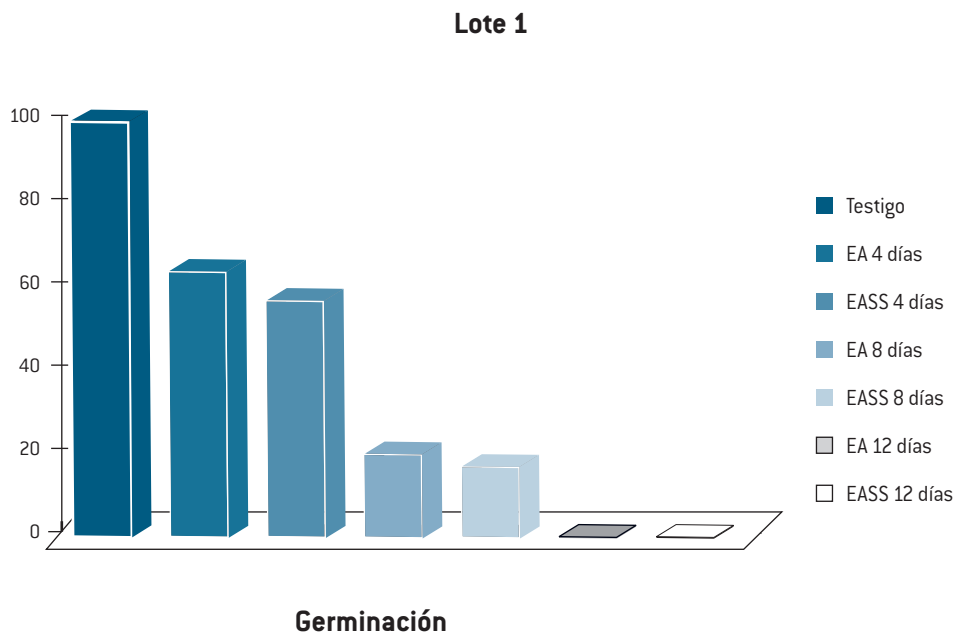
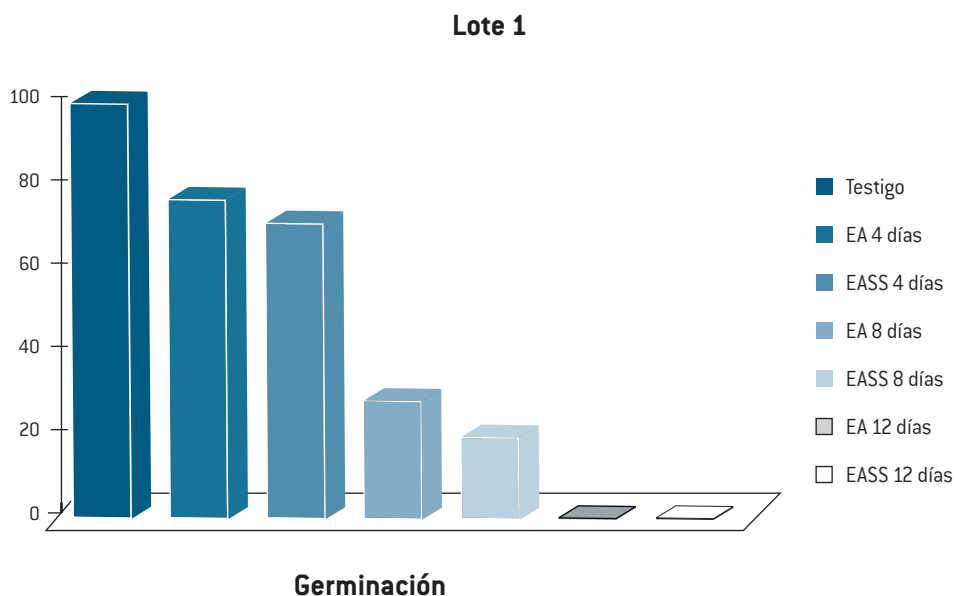


Figura 2. Porcentaje de germinación en el lote 2 en semilla de maíz para las pruebas de EA [envejecimiento acelerado] y EASS [envejecimiento acelerado con solución salina].



En el lote 1, la evaluación de germinación para las pruebas de envejecimiento acelerado y envejecimiento acelerado con solución salina, además del testigo, de acuerdo con la Figura 1, el testigo presentó 98% de poder de germinación, en tanto que a los 12 días de envejecimiento, la germinación fue de cero.

En el lote 2 ocurrió lo mismo que en lote 1, la diferencia que se presenta en el porcentaje de germinación son diferentes, por lo tanto se pueden ver el deterioro en las semillas mediante las pruebas antes mencionadas en la Figura 1.

CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en esta investigación del grado de deterioro en semillas de maíz (*Zea mays*) y su correlación con la germinación y vigor en condiciones de laboratorio, se llegó a las siguientes conclusiones: de todas las variables destaca que los niveles de deterioro observados son mayores a medida que se aumentan los días de envejecimiento acelerado; que el vigor de la semilla se deteriora a medida que se aumenta el tiempo de

envejecimiento en los tratamientos en donde se emplearon soluciones salinas, ya que obtuvieron medias de plúmula y radícula menores, en comparación con los tratamientos donde no se emplearon; que en las pruebas de envejecimiento acelerado con agua destilada hay un porcentaje alto de hongos, mientras que con la solución salina se inhibe su presencia.

A partir de los presentes resultados, se concluyó que el método de envejecimiento acelerado es una excelente técnica para evaluar el vigor de las semillas, y que respecto al coeficiente de correlación para la variable germinación y vigor sí existe una relación muy alta, ya que una depende de la otra.

LITERATURA CITADA

- ABASCAL, J. 1984. Manual de métodos de ensayo de vigor. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid.
- BURRIS, J. S. 1978. Seeding vigor and its effect on field performance in corn and soybeans. In Burris, J. S. Proceedings of the first annual seed technology conference. Ames, Iowa, USA. pp. 56-66.

- COLL, J. B.; G. N. Rodrigo, B. S. García and R. S. Tamés. 1995. Fisiología vegetal. Madrid. Ediciones Pirámide. p. 662.
- DELOUCHE, C. J. (2005). Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, (CIMMYT) 1994. Semana de la semilla de maíz de CIMMYT. El Batán, México. Junio 6-10.
- DELOUCHE, J. C. (1976). Germinación, deterioro y vigor de semillas. Seed News, Mississippi State University.
- DELOUCHE, J. C.; Caldwell, W.P. 1962. Seed vigor and vigor test. In proceedings seedmen's short course. Mississippi seed technology laboratory. State College Mississippi.
- DOUGLAS, J. E. 1982. Programas de semillas. Guía de planeación y manejo. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia.

Propuesta de administración de las unidades y campos experimentales de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

Management proposal of the experimental units and fields of Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro



Gabriela González-Moreno^{*1}, Rubén Chávez-Gutiérrez², Leobardo Bañuelos-Herrera³

¹Profesor e investigador del Departamento de Extensión Agropecuaria, ²profesor e investigador del Departamento de Administración Agropecuaria y ³profesor e investigador del Departamento de Horticultura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Calzada Antonio Narro 1923, Buenavista. C.P. 25315. Saltillo, Coahuila, México. Email: gglzmno@gmail.com (*Autor responsable).

RESUMEN

Este trabajo es un ejercicio diagnóstico sobre el que se pueda construir un esquema administrativo y productivo para las unidades académicas experimentales con potencial productivo con las que cuenta la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Utilizando la Metodología del Marco Lógico (MML), se estableció un modelo de reestructuración de las unidades con potencial productivo a través de la conceptualización, planificación y ejecución de estrategias oportunas y sostenidas con un enfoque basado en objetivos. A partir de este modelo, se propone una lógica vertical pertinente para constituir los mecanismos académicos, técnicos y administrativos que contribuyan a la inserción de estas unidades en la estructura jerárquica y académica de la Universidad, con una participación efectiva y eficiente; además, de una lógica horizontal que permita analizar la situación real de cada unidad *versus* la situación deseable de acuerdo con su naturaleza productiva, a la normatividad institucional y con un enfoque de administración estratégica.

Palabras clave: Metodología de Marco Lógico (MML), administración estratégica, unidades experimentales, unidades productivas de apoyo académico, programas presupuestales.

ABSTRACT

This work presents a diagnostic exercise on which an administrative and productive scheme can be built for the experimental academic units with productive potential that the University has.

Using the Logical Framework Methodology (LFM), a restructuring model of the units with productive potential was established through the conceptualization, planning and execution of timely and sustained strategies with a goal-based approach.

A pertinent vertical logic is also proposed, which admits to constitute the academic, technical and administrative mechanisms, that contribute to the insertion of these units in the hierarchical and academic structure of the University, with an effective and efficient participation; in addition to a horizontal logic that allows analyzing the real situation of each unit versus the desirable situation, which contributes to the updating of its productive nature and to the design of the identity of the units, individually or together, that also comply with the provisions of the regulations institutional, without neglecting the observance of the applicable legislation, with a Strategic Administration approach.

Key words: Metodología de Marco Lógico (MML), strategic administration, experimental units, productive units of academic support, budgets programs.

INTRODUCCIÓN

Por el arduo trabajo que se ha plasmado en cada uno de sus procesos, tanto de enseñanza-aprendizaje como de investigación, desarrollo y transferencia de tecnología y, por supuesto, productivos, a lo largo de su historia la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro ha sido sinónimo de excelencia académica. En sus diferentes momentos históricos, nuestra institución ha modificado, actualizado la construcción de sus modelos, procesos, metodologías para dar la pauta y justificación que permita consolidar el quehacer de las tres funciones sustantivas universitarias: docencia, investigación y desarrollo, pero, además, para incrementar, en la medida de lo posible y de acuerdo con su naturaleza y aptitud, el potencial productivo en los diferentes espacios, especialmente de las unidades experimentales. En este sentido, el presente trabajo es un ejercicio diagnóstico para permitir la construcción de un esquema administrativo y productivo de estas unidades académicas, y para establecer un reglamento de generación y manejo de los recursos propios y/o los proyectos especiales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Desde una perspectiva de Administración Estratégica, en este trabajo se realizó un ejercicio diagnóstico que permitiera construir un esquema administrativo y productivo para las unidades académicas experimentales, con el propósito de obtener de ellas un mayor provecho no sólo para la función docente, sino para la de investigación y la de desarrollo. Además, en este trabajo se realizó el diseño de una lógica vertical pertinente que permitiera la constitución de mecanismos académicos, técnicos y administrativos para insertar las unidades en la estructura jerárquica de la Universidad, con una participación efectiva y eficiente. A partir de esta acción, se propone realizar un ensayo a través de la metodología de la Teoría General de Sistemas (TGS) que vea una organización como un sistema socio-técnico abierto, con relaciones de entradas (insumos), salidas (productos) y retroalimentación o ciclos de retorno, para estar en posibilidades de modificar el propio sistema en su estructura, operación, función o propósito, y así permitir su permanencia en el tiempo, además de sus procesos internos de readaptación, construcción y auto reparación.

Finalmente, a través de la Metodología de Administración Estratégica se realizó el diseño de una lógica horizontal que permitiera analizar la situación real de cada unidad, *versus* la situación deseable, para así coadyuvar a la actualización de su naturaleza productiva y a su diseño de identidad, tanto en lo individual como en conjunto, de tal manera que cumplan con lo establecido en la normatividad institucional y con la observancia de las leyes nacionales en materia de patrimonio nacional y administración pública federal.

Para iniciar el diagnóstico, según el manual de la *Metodología del Marco Lógico para la Planificación, el Seguimiento y la Evaluación de Proyectos y Programas* del Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social (ILPES), publicado por la ONU en 2005, es necesario identificar el problema que se desea atacar, así como sus causas y efectos. El procedimiento contempla los siguientes pasos: analizar e identificar lo que se considere como problemas principales de la situación a abordar; anotar las causas del problema central detectado, lo cual implica buscar qué elementos están o podrían estar provocando el problema, y una vez que tanto el problema central como las causas y los efectos están identificados, construir el árbol de problemas.

Antes de iniciar con las actividades del diseño de la MML, se realizaron entrevistas a diferentes personas que conocen el funcionamiento de estas áreas o de otras que tienen o deberían estrechar la relación activa con las unidades experimentales –particularmente con las unidades pecuarias–, espacios a los que se circunscribe el presente trabajo; además se recurrió a la poca información escrita disponible y se entrevistó a personal de la Subdirección de Operación de Proyectos y de la de Evaluación de Proyectos de la Dirección de Investigación, así como a personal del Área de Inventarios.

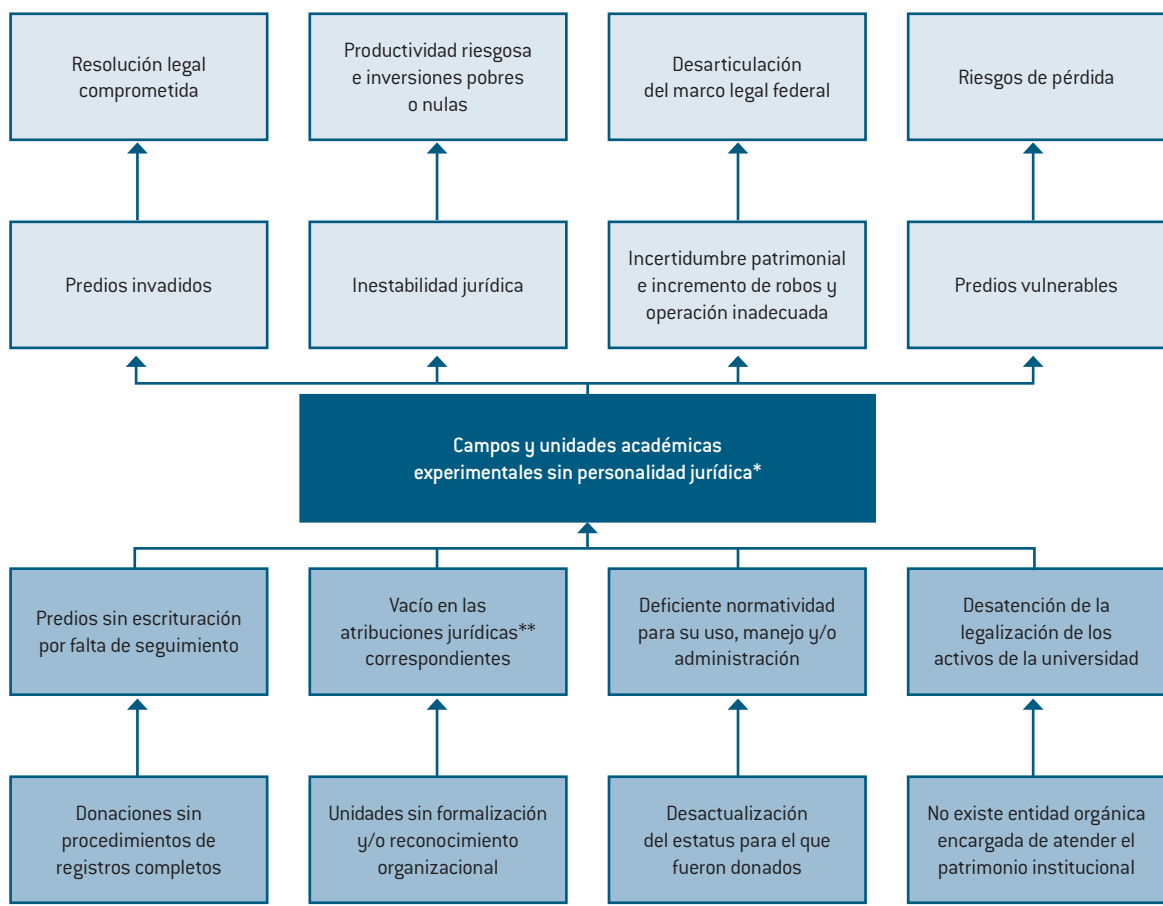
De acuerdo con la propia metodología, el árbol de problemas da una imagen completa de la situación negativa existente para tener la certeza de que el problema central este correctamente definido, y de que las relaciones (causales) estén correctamente expresadas. Esta herramienta ofrece una mejor perspectiva de lo que la información resultante arrojó; sin embargo, para su manejo fue necesario diferenciarla y dividirla en tres árboles de problemas: el jurídico, en el cual se establecieron las posibles causas de las diferentes situaciones de las unidades experimentales en cuestión legal, de posesión y de uso; el de problemas administrativos, en el que se plantean

las causalidades de los procesos y del comportamiento administrativo y financiero de las unidades y, por último, el árbol de problemas académicos, en el que se señala que cada uno de ellos debe contribuir a la función primaria de la institución, que es la formación de recursos humanos para el sector agropecuario, como se marca en el estatuto.

Continuando la misma metodología, en seguida se procedió a la construcción de los árboles de objetivos que, una vez resueltos los problemas, permiten que se tenga una visión clara y global de la situación y describen la situación positiva deseable a la que se desea llegar.

En la construcción del árbol de problemas correspondiente al aspecto jurídico, se encontró que las unidades académicas experimentales no exhiben atributos legales o personalidad jurídica y/o administrativa al interior de la Universidad, ni están contempladas en el organigrama institucional, lo que ha generado su inestabilidad jurídica. Esta situación puede atribuirse a que –desde que se donó el Rancho los Ángeles (primera donación registrada)– no se realizaron los procedimientos de legalización y registro completos, necesarios después de la donación de los predios (Cuadro 1).

Cuadro 1. Árbol de problemas jurídicos.

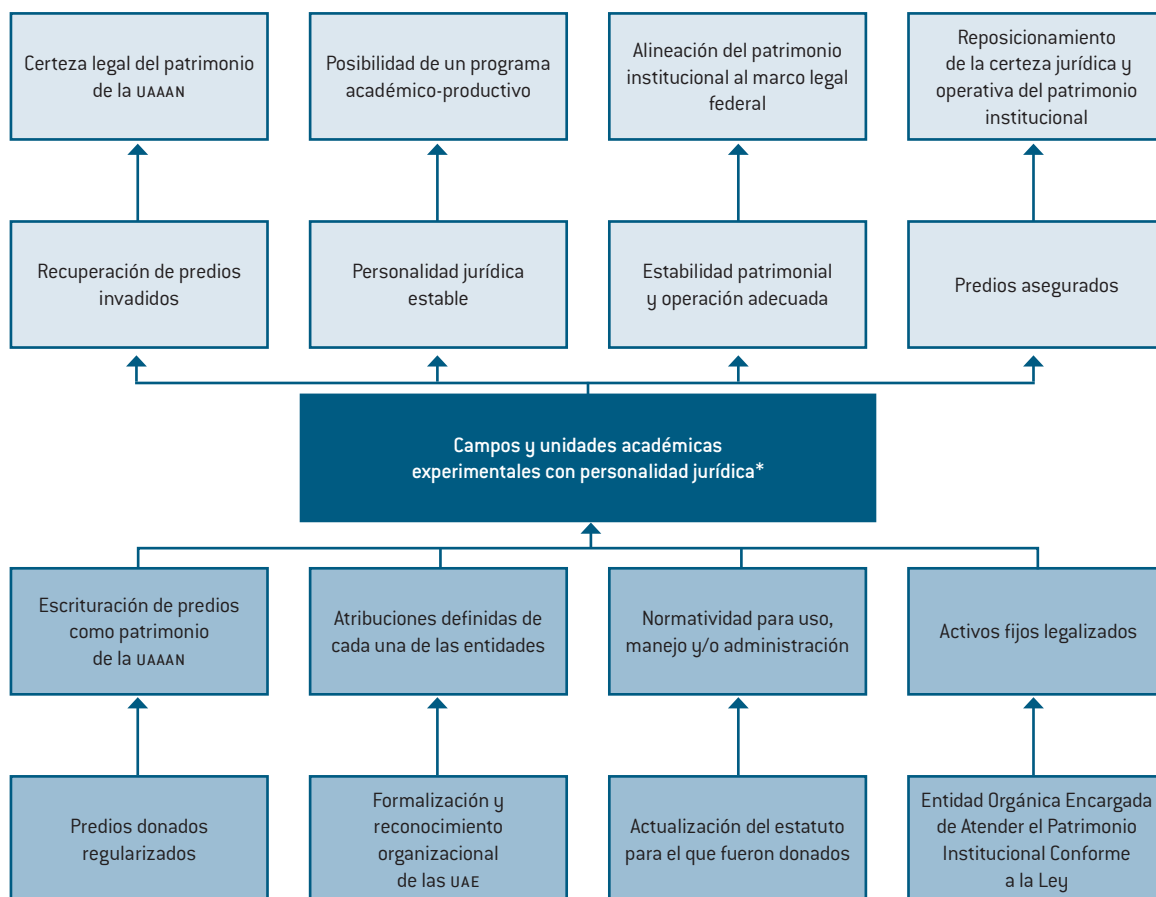


Fuente: Elaboración propia.

*Personalidad Jurídica: es el reconocimiento a un ser humano, organización, empresa u otro tipo de entidad para asumir una actividad u obligación en plena responsabilidad y acción.

**Atribuciones Jurídicas: Atribuciones concedidas por ley a un ser humano, empresa, organización o entidad, referente a nombre, nacionalidad, domicilio, patrimonio, capacidad, que proporcionan estabilidad jurídica.

Cuadro 2. Árbol de objetivos del aspecto jurídico.



Fuente: Elaboración propia.

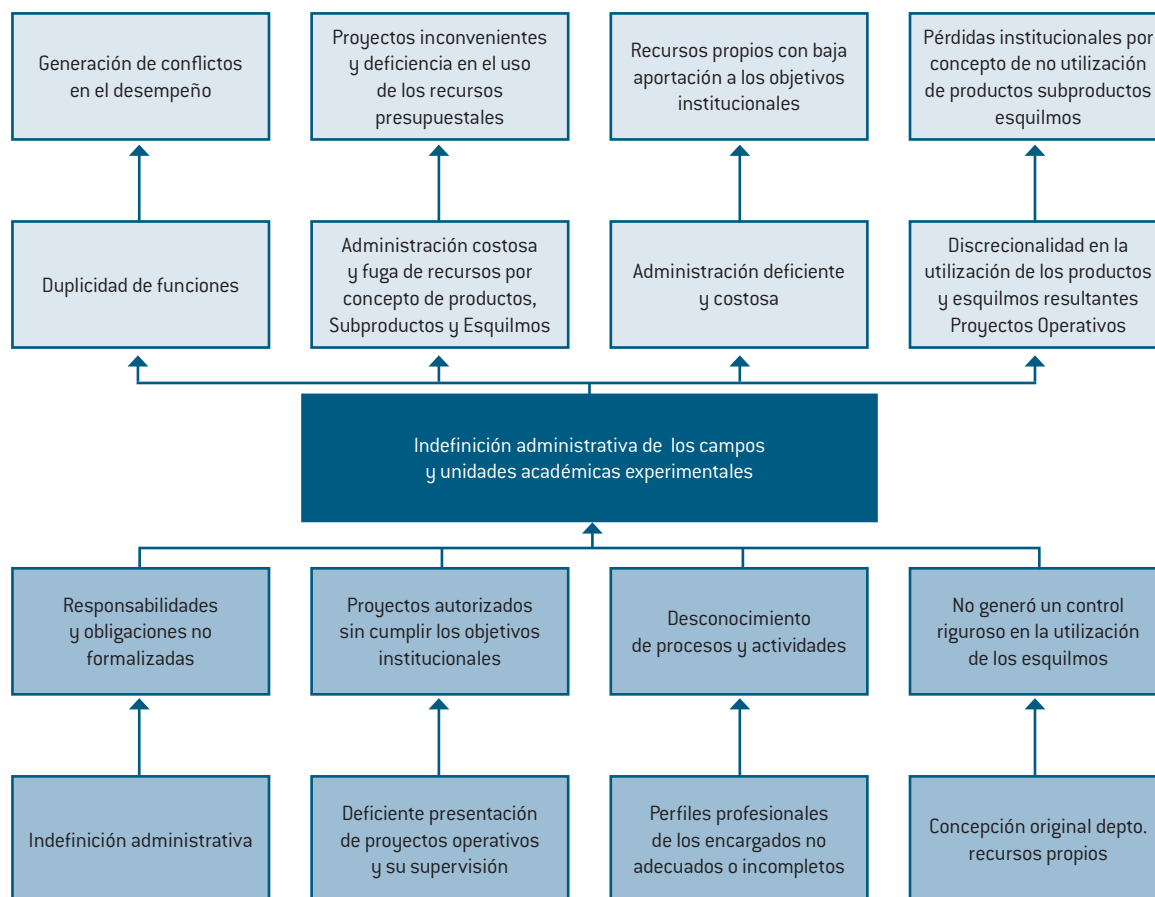
Para la construcción del árbol de objetivos, tendiente a corregir la problemática jurídica (Cuadro 2), fue necesaria la revisión de la Ley General de Bienes Nacionales que, en su título primero, capítulo único, dispone que es una ley de orden público que tiene por objeto la protección, promoción, vigilancia y sanción de todo lo relacionado con el patrimonio nacional y de su administración.

Como puede apreciarse, la problemática de los campos experimentales, ranchos e, incluso, de las propias instalaciones de la Universidad en su manejo, uso y adjudicación, debe observar obligatoriamente lo señalado en el marco jurídico anterior y, de igual forma, apearse a la normatividad de la Secretaría de Hacienda y a los reglamentos del Instituto de Administración y Avalúo de Bienes Nacionales (INDAABIN).

Para tener la posibilidad de conceptualizar e insertar en forma adecuada estas unidades a la estructura matricial institucional, es necesario definir las jurídica y administrativamente, de tal forma que se les puedan atribuir derechos y obligaciones en su justa dimensión; sin embargo, ante esta falta de definición de las unidades, la Universidad, al ser un Organismo Público Descentralizado, está obligada por ley a iniciar un proceso para alinearlas no sólo a la normatividad institucional, sino también a la federal, para que se les asignen responsabilidades en función de los proyectos con asignación presupuestal que administren (Cuadro 3).

Es importante subrayar que el manejo de estas entidades académico-experimentales ha sufrido tantos cambios como administraciones ha tenido la

Cuadro 3. Árbol de problemas del aspecto administrativo.



Fuente: Elaboración propia.

Universidad; cada una de ellas ha decidido cómo se aborda el trabajo, sin establecer procesos permanentes. Se han administrado bajo un esquema de proyecto de investigación y/o desarrollo que recibe un presupuesto anual para su manejo, pero que no ofrecen un informe de resultados respecto a los trabajos que se establecen en ellas, ni tampoco siguen un esquema de costo-beneficio.

Por otro lado, para elaborar los objetivos de orden administrativos es indispensable entender el esquema conceptual de las estructuras programáticas de acuerdo con el artículo 2, fracción XXII de la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria (LFPRH). La estructura programática es el conjunto de categorías y elementos programáticos ordenados en forma coherente que, de acuerdo con las políticas definidas

en el Plan Nacional de Desarrollo (PND), define las acciones de los ejecutores de gasto para alcanzar sus objetivos y metas en los programas y presupuestos; es la que permite ordenar y clasificar las acciones de los ejecutores de gasto para delimitar su aplicación, y es, además, la que permite conocer el rendimiento esperado del uso de los recursos públicos.

La estructura programática se compone de las categorías siguientes:

- **Función y subfunción:** Identifican y organizan las actividades que realizan los ejecutores de gasto en la consecución de los fines y objetivos contenidos en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, conforme al clasificador emitido en términos de la Ley General de Contabilidad Gubernamental (LGCG).

- Programa (para efectos presupuestarios): Identifica los programas que establecen las dependencias y entidades para el cumplimiento de sus funciones, políticas y objetivos institucionales, conforme a sus atribuciones.
- Actividad institucional: Identifica las acciones de los ejecutores de gasto, vinculando éstas con las atribuciones legales respectivas, en congruencia con las categorías de las funciones y los programas que les corresponden.
- Proyecto: Establece las acciones que implican asignaciones presupuestarias para programas y proyectos de inversión registrados en la Cartera de Inversión.

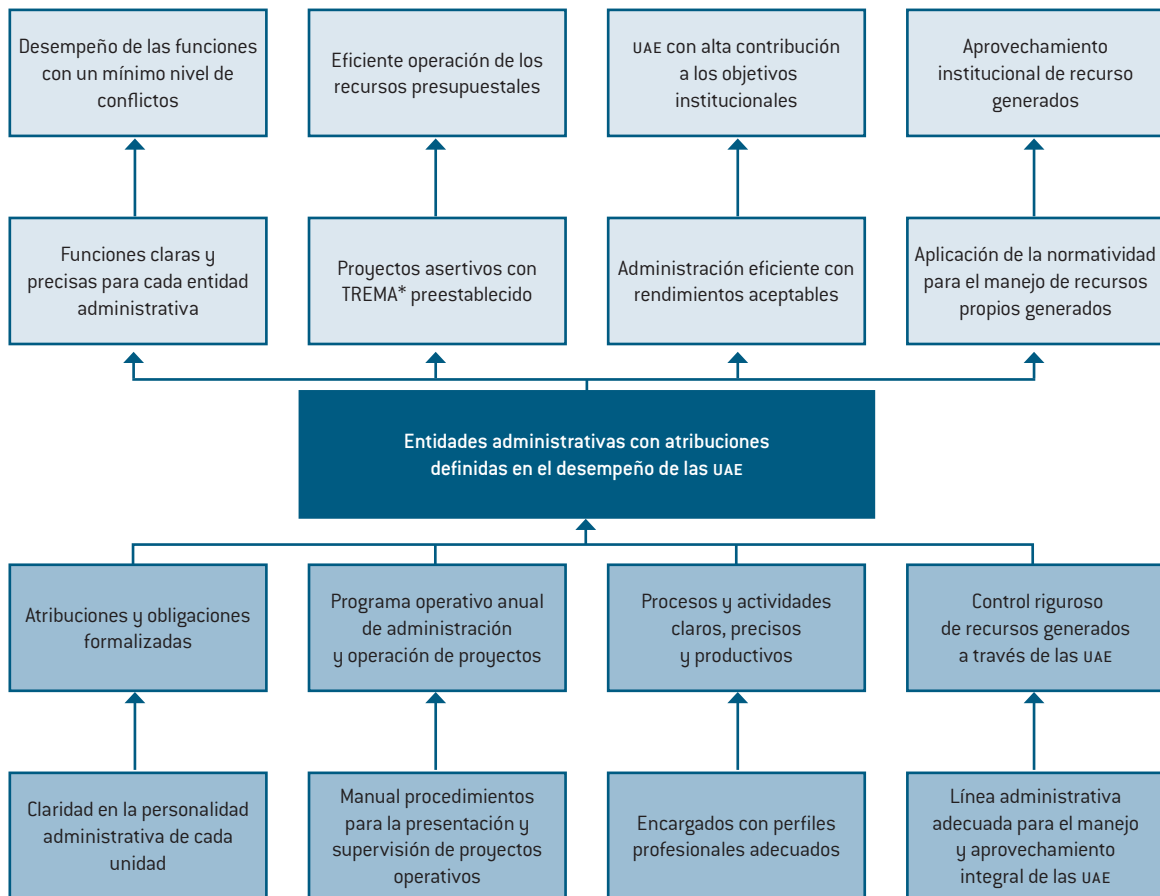
Aunque a partir de la emisión de la LGCG (2008) se inició un proceso de armonización contable y de alineación de los instrumentos presupuestarios de los

entes públicos de los tres órdenes de gobierno, con la finalidad de facilitar el registro y la fiscalización de los activos, pasivos, ingresos y gastos y, en general, de contribuir a medir la eficacia y eficiencia en la economía del gasto e ingresos públicos, en la UAAAN no se han completado los pasos que permitan cumplir con la total observancia, aunque sí se ha implementado la MML como herramienta de diseño de las metas presupuestales institucionales.

En el marco de este proceso, el Consejo Nacional de Armonización Contable (CONAC) expidió el acuerdo por el que se emite la Clasificación Funcional del Gasto (2010), el cual señala que sus objetivos son (Cuadro 4):

- Presentar una descripción que permita informar sobre la naturaleza de los servicios gubernamentales y la proporción del presupuesto que se destina a cada tipo de servicio.

Cuadro 4. Árbol de objetivos del aspecto administrativo.



Fuente: Elaboración propia.

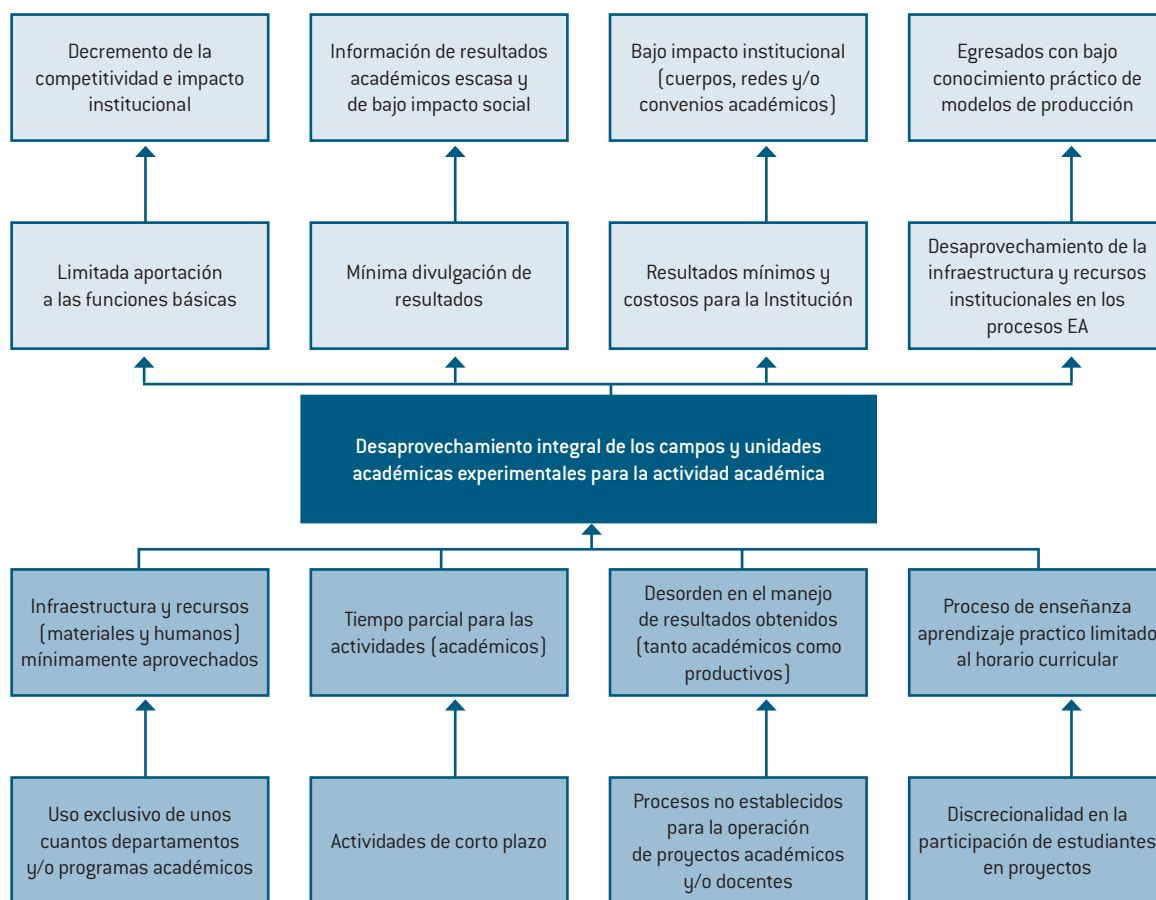
- Conocer en qué medida las instituciones públicas cumplen con funciones económicas o sociales.
- Facilitar el análisis a lo largo del tiempo según la finalidad y función.
- Posibilitar las comparaciones internacionales respecto a las funciones que desempeñan los gobiernos.
- Favorecer el análisis del gasto para estudios económicos y sociales.
- Cuantificar la proporción que las instituciones públicas destinan a las áreas de servicios públicos generales, económicos, sociales y a las transacciones no asociadas a funciones.

A partir del proceso presupuestario de 2012, la estructura programática del sector público federal adoptó la clasificación funcional del gasto prevista en el acuerdo emitido por el CONAC, de conformidad

con la cual el gasto programable se agrupa en tres finalidades: gobierno, desarrollo social y desarrollo económico. Además, a la fecha cuenta con 24 funciones y 101 subfunciones modificadas para la programación de egresos del año 2020.

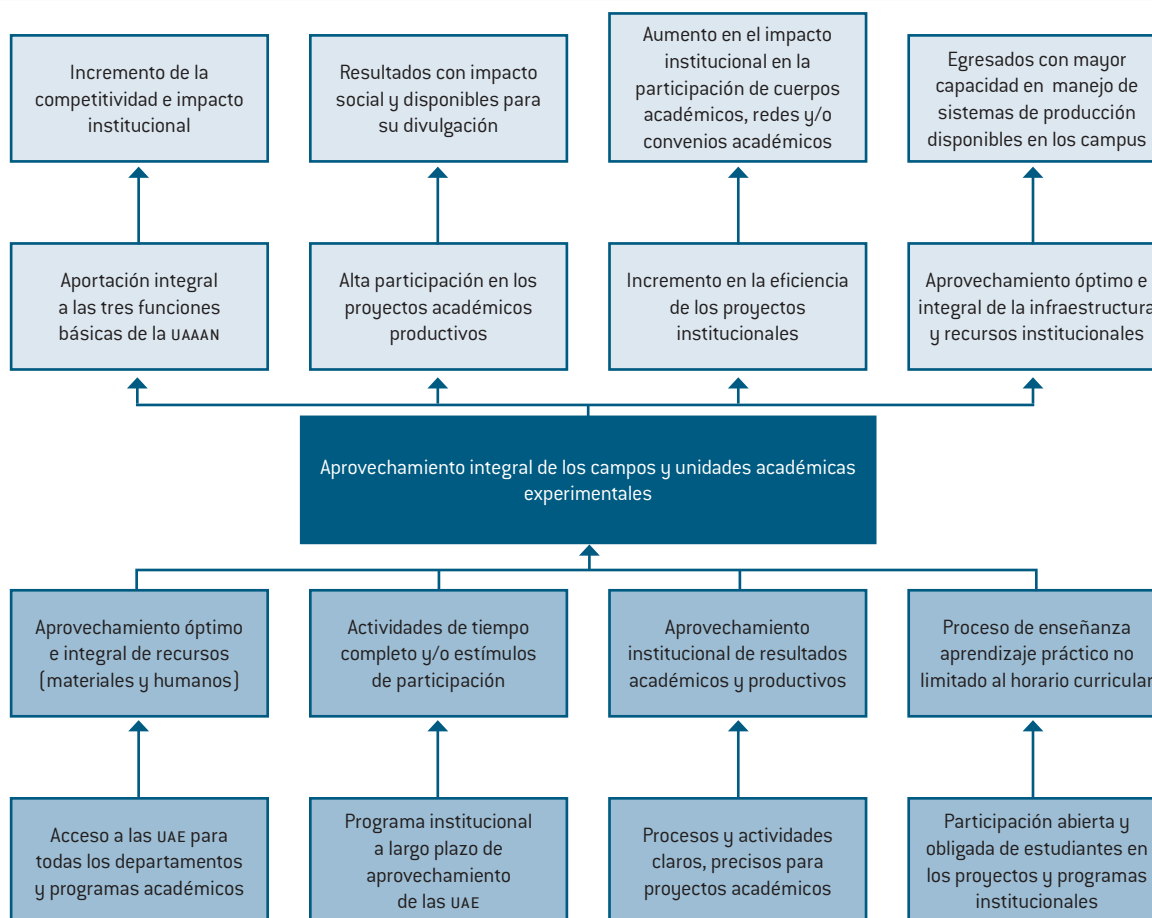
En el aspecto académico, las unidades académicas experimentales han ofrecido a los alumnos de la Universidad el espacio y las herramientas para el manejo técnico, principalmente pecuario y/o agronómico, enfocado a las carreras de licenciatura y/o a los posgrados cuyos programas están altamente relacionados a esas tareas, lo que limita su potencial académico, además del productivo, ya que deja fuera no sólo a alumnos de otras carreras, sino también a maestros (Cuadro 5). Esta problemática tiene como origen la carencia de procedimientos administrativo-académicos que permitan el acceso a maestros y alumnos de todos los programas académicos universitarios.

Cuadro 5. Árbol de problemas del aspecto académico.



Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 6. Árbol de objetivos del aspecto académico.



Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, para la construcción de los árboles de objetivos del aspecto académico (Cuadro 6), también es necesario revisar de la legislación federal, así como de la normatividad institucional; su observancia es definitiva en el diseño de objetivos, metas e indicadores.

Así mismo, de acuerdo con su naturaleza educativa y sus funciones básicas y objetivos institucionales, la UAAAN tiene la encomienda social de cultivar y desarrollar sus campos científicos y tecnológicos para favorecer la producción de bienes y servicios del sector agropecuario y forestal del país.

De igual forma, en el reglamento para la Operación de los Recursos Propios y Proyectos Especiales se establece que es de observancia general y obligatoria para:

- Las personas que obtengan recursos propios y proyectos especiales y/o soliciten apoyos financieros con cargo a los mismos.
- Las autoridades universitarias encargadas de ejecutar las disposiciones establecidas en ese reglamento.
- Las personas involucradas en el proceso de generación y aplicación de recursos propios y/o proyectos especiales.

La Universidad, en su calidad de organismo público descentralizado del gobierno federal, para elaborar una propuesta y definir las unidades productivas de apoyo académico a partir del diseño de la MML, debe considerar los artículos 24, 27 y 28 de la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacenda-

ria (LFPRH), los cuales establecen que los anteproyectos de presupuesto deben sujetarse a la estructura programática aprobada por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP), que facilita la vinculación de la programación de los ejecutores con el Plan Nacional de Desarrollo (PND). En este contexto, los indicadores deben corresponder a un índice, medida, cociente o fórmula que permita establecer un parámetro de medición de lo que se pretende lograr en un año, expresado en términos de cobertura, eficiencia, impacto económico y social, calidad y equidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como resultado del análisis elaborado con la MML para establecer un diagnóstico y los elementos de la administración estratégica que permita modelar un esquema administrativo y productivo de las unidades experimentales de la Universidad, se encontró que:

- De acuerdo con la revisión del aspecto legal realizado a partir de la construcción del árbol de problemas de cuestiones jurídicas, la Universidad no cumple, en todos los casos, con los requisitos marcados por la ley para la administración de patrimonio inmobiliario federal, puesto que las unidades experimentales no exhiben personalidad jurídica y/o administrativa alguna.
- Conforme a lo analizado, en el aspecto administrativo se encontró que no existe definición de los campos y unidades experimentales, ni registro administrativo, ni ubicación en la estructura de funciones o documento sancionado por el Consejo Universitario en el que se establezcan con claridad las funciones.
- En relación con el aspecto académico, los usos de estos espacios han quedado circunscritos sólo a las carreras de licenciatura y/o a los posgrados cuyos programas están altamente relacionados a esas tareas, lo que limita su potencial académico, docente, de investigación y de desarrollo, además de potencial productivo.

Tomando en cuenta lo anterior, se construyeron los árboles de problemas y de objetivos conforme a la MML, que sumado a los elementos que brinda la administración estratégica en el presente trabajo, se llegó a la conclusión de que las unidades experimentales deben integrarse a la estructura orgánica de la Universidad de manera formal, con una figura legal y administrativa adecuada, lo mismo que con crite-

rios técnicos y organizativos para su funcionamiento sostenible.

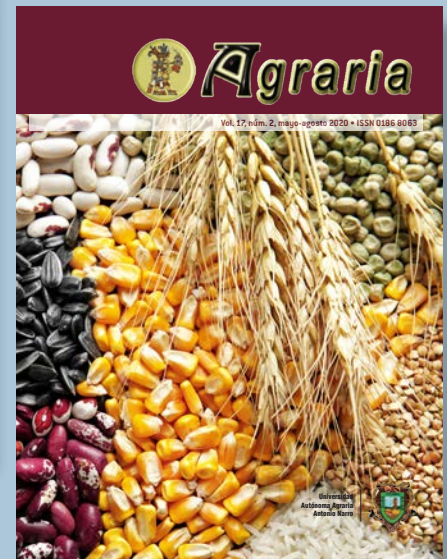
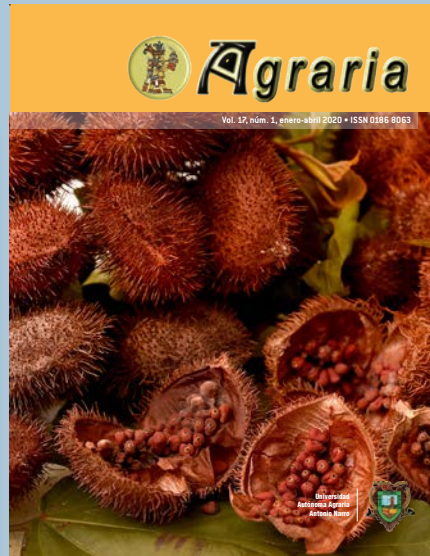
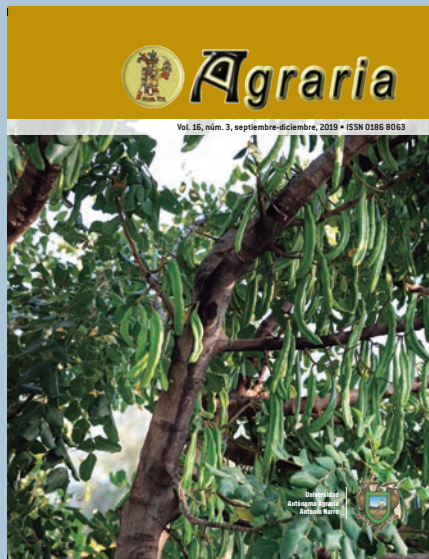
CONCLUSIONES

En congruencia con lo anterior, se puede concluir que la estrecha relación existente y la problemática jurídica, administrativa y académica generan un círculo vicioso que no permite atender el desarrollo, mejoramiento, actualización, aprovechamiento y óptimo desempeño de estas unidades, y que aun cuando no han dejado de servir para fines académicos, es necesario vincularlos a los programas docentes, lo mismo que a los proyectos de investigación y de desarrollo, para contribuir a la revaloración de estas unidades como una herramienta indispensable para la formación de profesionales, sin dejar de lado su potencial productivo; en suma, se propone que sean espacios de respaldo académico con infraestructura para la producción, manejo y administración sostenible de los recursos, con liderazgo académico, que contribuyan en la formación integral de los alumnos con prácticas innovadoras y favorezcan la pertinencia de los egresados en beneficio de la sociedad, de la institución y de la comunidad universitaria.

LITERATURA REVISADA

- ALDUNANTE Eduardo. 2008. Curso Taller Formación de Capacitadores en Metodología del Marco Lógico. Cd. de México. México.
- CONSULTORÍA y Diseño de Sistemas, S. C. 1997. Estudio sobre las unidades y proyectos productivos de la UAAAN. Saltillo, Coahuila. México. Manual General.
- DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN, 27 de diciembre. 2010. Clasificación Funcional del Gasto. Estados Unidos Mexicanos.
- DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN, 26 de abril. 2006. sección primera, páginas de la 55 a la 59. Estados Unidos Mexicanos.
- DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN 30 de marzo. 2006. Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria. Estados Unidos Mexicanos.
- DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN, 28 de junio. 2015. Reglamento Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria. Estados Unidos Mexicanos.
- DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN, 20 de mayo. 2004. Ley General de Bienes Nacionales. (Última reforma publicada DOF 19-01-2018). Estados Unidos Mexicanos.

- GARCÍA Elizondo Roberto, López Trujillo Ramiro, 1997. Rancho Demostrativo “Los Ángeles”. Monografía Histórica (1930-1995), Saltillo, Coahuila, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- MARCELO Arnold, Ph.D. y Francisco Osorio M. A, 1998. Introducción a los Conceptos Básicos de la Teoría General de Sistemas. Santiago de Chile. Cinta de Moebio No. 3. Universidad de Chile.
- METODOLOGÍA del Marco Lógico para la Planificación, el Seguimiento y la Evaluación de Proyectos y Programas. Serie Manuales. Edgar Ortegón, Juan Francisco Pacheco, Adriana Prieto. Santiago de Chile. 2005.
- ORGANIZACIÓN de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. H. Consejo Universitario. 1995. Saltillo, Coahuila. México.
- R. David, Fred. 2013. Conceptos de Administración Estratégica, Decimocuarta edición. Pearson Educación, México.
- PERIÓDICO OFICIAL de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Agosto 2006. Ley Orgánica UAAAN, Estatuto Universitario UAAAN.



PUBLICACIONES 2019-2020

Agraria 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); y en 2007 fue incluida en la base de datos del Centro Internacional de Investigación Científica (CIRS).



Universidad
Autónoma Agraria
Antonio Narro

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

Dirección de Investigación. Calzada Antonio Narro 1923, Col. Buenavista, C.P. 25315,
Saltillo, Coah., México

E-mail: revista_agraria@uaaan.edu.mx

Tel. +52 (844) 411 02 12 y 411 02 80, ext. 2003. Fax +52 (844) 411 02 11



- 57** Análisis bromatológico de una barrita de granola alta en proteína
Bromatological analysis of a granola bar high in protein
*M. G. Mireles-Vázquez, A. Robledo-Olivo, H. de la Garza-Toledo,
J. F. Hernández-Ángel, G. López-Muños*
- 61** Efecto de diferentes niveles de salinidad en la fisiología
de la variedad de maíz criolla mejorada Jaguan
Effect of different salinity levels in the physiology
of improved variety of maize Creole Jaguan
*Josué Israel García-López, Norma Angélica Ruiz-Torres,
Froylán Rincón-Sánchez, Celestino Flores-López*
- 69** Deterioro en semilla de maíz (*Zea mays*) y su correlación
con la germinación y vigor en condiciones de laboratorio
Deterioration in seed corn (*Zea mays*) and their correlation
with germination and vigor under laboratory conditions
*Antonio Valdez-Oyervides, Malleni B. Pérez-Morales,
Federico Facio-Parra, Alma Patricia García-Villanueva,
Luis Rodríguez-Gutiérrez, Leopoldo Arce-González*
- 77** Propuesta de administración de las unidades y campos
experimentales de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro
Management proposal of the experimental units
and fields of Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro
*Gabriela González-Moreno, Rubén Chávez-Gutiérrez,
Leobardo Bañuelos-Herrera*

Agraria es una publicación cuatrimestral de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, creada para difundir resultados de investigación nacionales e internacionales, originales e inéditos, escritos en español e inglés, sobre temas relacionados con las ciencias agrícolas, pecuarias y forestales, incluyendo las áreas de ingeniería, agro industria, biotecnología y socioeconómicas. Estos materiales pueden ser artículos científicos, notas de investigación o ensayos científico. Los maeriales que se envían para su publicación deberán ceñirse a las normas editoriales y estarán sujetos a estricta revisión por pares, como requisito previo a su publicación.