

EVALUACIÓN DE UN PROTOTIPO DE TORTILLA DE MAÍZ SUPLEMENTADA CON PULVERIZADO DE LANGOSTA CENTROAMERICANA, *Schistocerca piceifrons piceifrons* (WALKER, 1870) (ORTHOPTERA: ACRIDIDAE)

Jazmín Garza-Sánchez¹, Jorge Ariel Torres-Castillo², Aurora Y. Rocha-Sánchez³, Pedro Almaguer-Sierra¹, Ludivina Barrientos-Lozano¹✉

¹Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria. Blvd. Emilio Portes Gil N°. 1301, C. P. 87010. Cd. Victoria, Tamaulipas, México.

²Universidad Autónoma Tamaulipas, Instituto de Ecología Aplicada. División del Golfo N°. 356. Ciudad Victoria, Tamaulipas, México. C. P. 87019.

³Hospital Regional de Alta Especialidad en Cd. Victoria “Bicentenario 2010”.

✉ Autor de correspondencia: ludivinab@yahoo.com

RESUMEN. La langosta centroamericana, *Schistocerca piceifrons piceifrons* (Walker, 1870) (Acrididae: Cyrtacanthacridinae), es una plaga nociva en cultivos básicos, frutales, e industriales en México y Centroamérica. Ésta exhibe el fenómeno de polifenismo; en función de la densidad de población pasa de una forma solitaria en la que no causa daño, a la fase gregaria en la que forma bandos (ninfas) o mangas (adultos) y se desplaza grandes distancias, causando daño severo a diversos cultivos. Considerando el potencial reproductivo de *S. p. piceifrons* y la necesidad de buscar alternativas de manejo, este trabajo tuvo como objetivo evaluar un prototipo de tortilla de maíz suplementada con pulverizado de langosta centroamericana. Ejemplares de la langosta centroamericana se recolectaron en el Sur de Tamaulipas (Mante, Ocampo y Nuevo Morelos) y se procesaron en el laboratorio hasta obtener un pulverizado. Se desarrollaron tortillas con harina de maíz suplementada con pulverizado de langosta centroamericana en diferentes porcentajes (0, 2.5, 5, 10 %). Las tortillas con 2.5 % de pulverizado proporcionaron las características más aceptables en cuanto a color, retención de humedad, olor, sabor, palatabilidad y consistencia. Se vislumbra la posibilidad de utilizar este insecto plaga, rico en proteínas y fibra, para suplementar productos para consumo humano.

Palabras clave: entomofagia, insectos comestibles, valor nutricional.

Evaluation of a corn tortilla prototype supplemented with pulverized of the central american locust, *Schistocerca piceifrons piceifrons* (Walker, 1870) (Orthoptera: Acrididae)

ABSTRACT. The Central American locust, *Schistocerca piceifrons piceifrons* (Walker, 1870) (Acrididae: Cyrtacanthacridinae), is a harmful pest on basic, fruit, and industrial crops in Mexico and Central America. It exhibits phase polyphenism, i.e. depending on population density it passes from a harmless solitary phase to a gregarious phase that causes major damage to various crops. This latter phase is characterized by the formation of large aggregations called bands (nymphs) or swarms (adults). Considering the reproductive potential of *S. p. piceifrons* and the need to implement management alternatives, this work aimed to evaluate a prototype of corn tortilla supplemented with pulverized Central American locust. Adults of the Central American locust were collected in South Tamaulipas, Mexico (Mante, Ocampo, and Nuevo Morelos) and processed in the laboratory to obtain a pulverized. Corn flour tortillas supplemented with pulverized locust at different percentages (0, 2.5, 5, and 10 %) were developed. Tortillas with 2.5 % pulverized locust provided the most acceptable characteristics in terms of color, moisture retention, odor, taste, palatability, and consistency. The possibility of using this insect pest, rich in protein and fiber, to supplement products for human consumption is envisioned.

Keywords: entomophagy, edible insects, nutritional value.

INTRODUCCIÓN

La langosta centroamericana (*Schistocerca piceifrons piceifrons* (Walker, 1870) (Acrididae: Cyrtacanthacridinae) es una de las plagas agrícolas más importantes en México y Centroamérica. En México, el área de distribución de la langosta centroamericana comprende los estados próximos al Golfo de México, la Costa del Pacífico, las Islas Revillagigedo y la región sureste (Hernández-

Velázquez *et al.*, 1997; Barrientos-Lozano *et al.*, 2005). Esta plaga puede pasar de una fase solitaria en la que no causa daño (manifestando dimorfismo sexual), a una fase gregaria en la que produce severos daños a los cultivos (en esta fase ambos sexos son igual en tamaño) (Barrientos-Lozano *et al.*, 2005). Las hembras de la langosta depositan en promedio cinco ootecas durante su vida adulta. El número promedio de huevos por ooteca es de 66 (Barrientos-Lozano, 2003). Considerando la gran capacidad reproductiva de la langosta centroamericana y la abundancia de este insecto en el sur de Tamaulipas, se ha optado por explorar su potencial como fuente alimenticia, ya que previamente se han realizado trabajos sobre el manejo de langostas plaga como fuente de alimento, reportándose que tienen alto contenido de proteína y grasas benéficas (Yen, 2009; Dube *et al.*, 2013; Meyer-Rochow y Chakravorty, 2013; Cheseto *et al.*, 2015; Pérez-Ramírez *et al.*, 2019).

El consumo de insectos (entomofagia) es una opción nutricional adicional a las fuentes proteicas convencionales como la carne de cerdo, pollo, res y pescado. Se considera a los insectos como un alimento rico en proteínas, grasas, minerales y fibra cruda, lo que los convierte en una opción ante la homogenización de la dieta a nivel mundial (Aguilar-Miranda *et al.*, 2002; Juárez-Ortega *et al.*, 2012; FAO, 2013; Guzmán-Mendoza *et al.*, 2016; Santurino *et al.*, 2016; Akhtar e Isman, 2018; Rosales-Escobar *et al.*, 2018). Más de 20 especies de Orthoptera que son plagas peligrosas en cultivos en América Latina y África, se están utilizando para consumo humano (Cerritos-Flores *et al.*, 2015). En México, se reportan 504 especies de insectos que son utilizadas como complemento alimenticio y fuente de proteínas (Guzmán-Mendoza *et al.*, 2016). De acuerdo con la FAO (2017), se estima que aproximadamente 795 millones de personas en el mundo pasan hambre; por lo que, la producción de alimentos debería duplicarse. Además, la población mundial se incrementará al grado que para el año 2050 se espera sea de 9,700 millones de personas. Esto ha propiciado la necesidad de producir más alimentos y de mejor calidad para combatir las carencias nutricionales que ya afrontan muchos países, incluyendo el nuestro. Este trabajo tuvo como objetivo evaluar un prototipo de tortilla de maíz enriquecida con pulverizado de langosta centroamericana (*S. p. piceifrons*). El valor nutricional de esta especie incluye un alto contenido de proteína (80.26 %), bajo contenido de grasas (6.21 %) y buena cantidad de fibra (12.56 %) (Pérez-Ramírez *et al.*, 2019), entre otros compuestos. El presente trabajo aporta información sobre la aceptabilidad de un alimento suplementado con pulverizado de langosta centroamericana, que incorpora proteína y otros compuestos.

MATERIALES Y MÉTODO

Los adultos de la langosta centroamericana (*S. p. piceifrons*) se recolectaron en el sur del estado de Tamaulipas, en los municipios de Mante, Ocampo y Nuevo Morelos durante 2019. Posterior a la colecta, los insectos se evisceraron para eliminar parte de la carga microbiana y residuos vegetales; enseguida se lavaron con agua desmineralizada para eliminar materiales externos y luego se secaron en un horno de aire forzado a 50 °C durante cinco días (Torres-Castillo *et al.*, 2018).

Para la elaboración de las tortillas se usó harina de maíz (Maseca®) a la que se incorporó un pulverizado de *S. p. piceifrons* como suplemente en los siguientes porcentajes de concentración de pulverizado: 0, 2.5, 5, y 10 % (cuatro tratamientos, 0.0 % representó el control “harina de maíz sin insecto añadido”). Para cada tratamiento se hicieron cinco repeticiones. Las tortillas se prepararon de manera manual usando una proporción de 1:1.5 (P/V) con agua desmineralizada, cociéndose en una plancha metálica a ~100 °C durante 1 min por cada lado. Después de la cocción, se dejaron enfriar, se cortaron en fragmentos de 1 g aproximadamente y se almacenaron a 4 °C hasta su análisis posterior.

En las tortillas prototipo se evaluaron las siguientes variables: color, flexibilidad, fragmentación, grietas y olor; además de visualización de hongos (presencia o no) después de 72 h a temperatura ambiente. En cuestiones paramétricas, se evaluó por triplicado la retención de humedad; donde se pesó el testal inicialmente, se expandió la masa para formar la tortilla, se realizó la cocción y se volvió a pesar. La determinación de retención de agua se logró remojando 1 g de tortilla durante 1 h a 55 °C, se escurrió el exceso de agua y se pesó nuevamente. La determinación del contenido de humedad se obtuvo pesando muestras de 1 g de tortilla y secando a 60 °C por 48 h y pesando nuevamente cada muestra. Finalmente, se realizó un análisis sensorial para evaluar aspectos generales del prototipo de tortilla con pulverizado en cada uno de los porcentajes probados.

Este análisis consistió en la aplicación de una encuesta al azar, a personas con edades entre 25 a 40 años ($n = 10$). A estas personas se les solicitó apreciar el olor, color, apariencia, sabor, palatabilidad y consistencia de las tortillas: en olor se evaluó si éste era agradable, neutro o desagradable; en color se evaluó: bueno, regular o malo; apariencia: apetecible, neutro o no apetecible; palatabilidad: agradable, neutro, desagradable; sabor: dulce, amargo, aceitoso o sin sabor; textura: dura, seca, suave u óptima; consistencia: pastosa, neutra, pegajosa o fibrosa. La prueba inició dando a probar una pequeña porción de la tortilla control a los encuestados, enseguida que se realizó la encuesta respecto a ese prototipo, se les proporcionó una galleta de sabor neutro para neutralizar el sabor en el paladar. Entonces, se procedió con la segunda prueba de degustación con la tortilla prototipo con 2.5 % de pulverizado de langosta y así sucesivamente con las tortillas que contenían 5 % y 10 % de pulverizado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se desarrolló una tortilla prototipo la cual se enriqueció con pulverizado de langosta centroamericana que incorpora proteínas provenientes del insecto. La adición de pulverizado de langosta aporta fibra, fenólicos, grasas, vitaminas y proteínas. La langosta centroamericana tiene un alto contenido de proteína (80.26 %), grasa (6.21 %), fibra (12.56 %) y otros compuestos bioactivos (Pérez-Ramírez, *et al.*, 2019); no obstante, en este trabajo no se evaluó cuáles proteínas contiene la langosta, ni qué porcentaje de cada uno de los compuestos mencionados se incorporó a la tortilla con las concentraciones utilizadas. En la Figura 1 se muestran las tortillas prototipo preparadas con harina de maíz con diferente porcentaje de pulverizado de langosta centroamericana. El color de las tortillas varió de beige claro a café conforme se incrementó el porcentaje de harina de langosta, de acuerdo con los tratamientos probados. Rosales Escobar *et al.* (2018) reportaron resultados similares al preparar una tortilla a la que se le adicionó pulverizado de grilleta (*Pterophylla beltrani* Bolívar y Bolívar; Orthoptera: Tettigoniidae), ya que a mayor concentración del pulverizado de *P. beltrani*, la tortilla adquirió un color más oscuro. En este trabajo el color más oscuro se observó cuando se agregó 5 y 10 % de pulverizado en la harina de maíz, ocurriendo también un cambio en olor y textura; lo que indicó alteraciones en las propiedades físicas y químicas de la tortilla. Cambios similares se observaron durante el proceso de hidratación de la masa para hacerla manejable. Durante el proceso de cocción se visualizó que la cantidad de agua fue insuficiente para obtener tortillas de una consistencia adecuada en comparación al control, ya que se presentó mayor cantidad de grietas en las tortillas con 5 y 10 % de pulverizado de langosta que en el control (sin pulverizado). Lo cual es un indicativo de insuficiencia de agua para permitir la adherencia de los componentes de la tortilla (Figura 1). En este trabajo, a mayor porcentaje de pulverizado de langosta en la tortilla, mayor es la presencia de grietas, boronas y dureza al cortar (Figuras 2A, 2B). Estos resultados difieren de los que reportan Rosales-Escobar *et al.* (2018), en tortillas de maíz suplementadas con harina de *P. beltrani*, las cuales no presentaron grietas, desmoronamiento o rupturas.

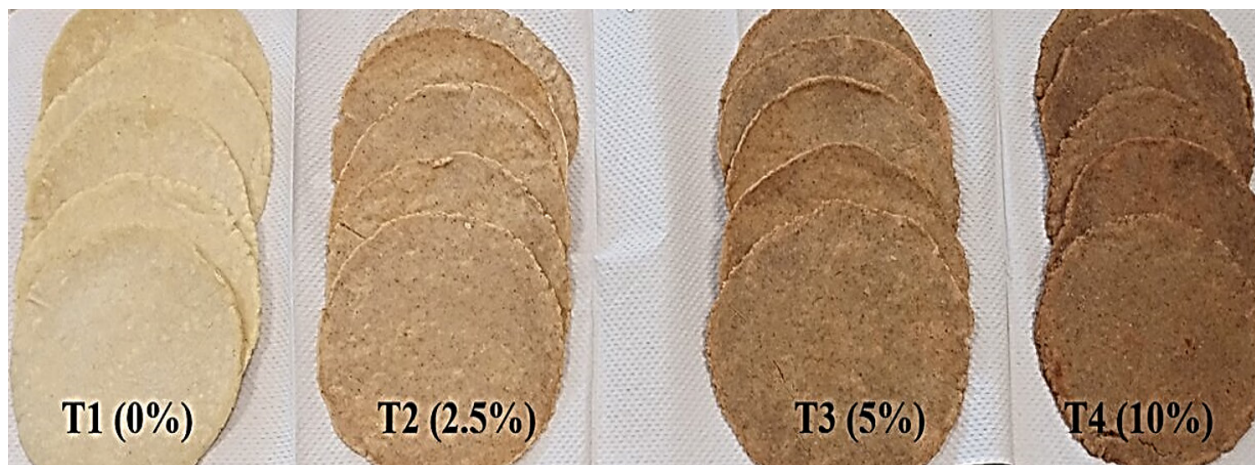


Figura 1. Tortillas de harina de maíz preparadas con diferente porcentaje de pulverizado de langosta centroamericana: 0.0, 2.5, 5.0, y 10.0 %, respectivamente.

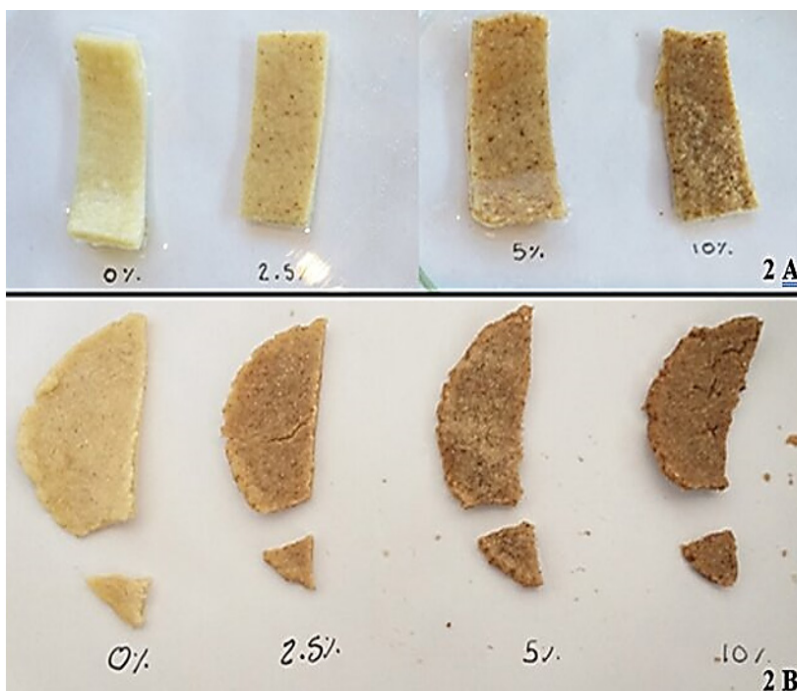


Figura 2A. Retención de agua en porciones de tortilla con diferente porcentaje de pulverizado de langosta centroamericana. **Figura 2B.** Pérdida de humedad en porciones de tortilla con diferente porcentaje de pulverizado de langosta centroamericana.

Se registró la pérdida de agua después de la cocción (Cuadro 1). Los tratamientos con pulverizado mostraron una pérdida de humedad mayor con respecto al control, que retuvo mayor contenido de agua. Esto podría atribuirse a la matriz de almidón que está presente en la harina, la cual se altera por la incorporación del pulverizado de langosta y sus componentes quitinosos.

En cuanto a la retención de agua, ésta disminuyó conforme se incrementó el porcentaje de pulverizado de langosta (Cuadro 2). Respecto al contenido de humedad en la tortilla terminada, se observó

una escasa diferencia en peso entre las porciones con diferente concentración de pulverizado (Cuadro 3). En trabajos similares como el de Rosales-Escobar *et al.* (2018), tortilla suplementada con pulverizado de grilleta y Aguilar-Miranda *et al.* (2002) tortilla suplementada con pulverizado de *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae), no se realizaron pruebas de retención de agua ni contenido de humedad.

Cuadro 1. Promedio en peso inicial, peso final, pérdida y retención de humedad, por tratamiento.

Pulverizado de langosta centroamericana (%), por tratamiento	Peso inicial promedio \pm DE	Peso final promedio \pm DE	Pérdida promedio de humedad (g)	Retención de humedad (%)
T1= 0	32.42 \pm 4.72	25.15 \pm 3.64	7.28	77.59
T2= 2.5	30.28 \pm 1.42	22.74 \pm 1.21	7.53	75.24
T3= 5	30.22 \pm 1.48	21.63 \pm 1.47	8.59	71.52
T4=10	30.93 \pm 2.45	21.77 \pm 3.34	9.16	70.17

Cuadro 2. Promedio en peso inicial, peso final, pérdida y retención de agua, por tratamiento.

Pulverizado de langosta centroamericana (%), por tratamiento	Peso inicial promedio \pm DE	Peso final promedio \pm DE	Incremento promedio de agua (g)	Retención de agua (%)
T1= 0	1.42 \pm 0.36	1.75 \pm 0.37	0.33	19.07
T2= 2.5	1.17 \pm 0.48	1.47 \pm 0.46	0.30	22.05
T3= 5	1.11 \pm 0.02	1.41 \pm 0.02	0.29	21.02
T4=10	1.20 \pm 0.34	1.45 \pm 0.34	0.24	17.56

Cuadro 3. Contenido promedio de humedad (g) y (%), por tratamiento.

Concentraciones	Contenido promedio de humedad (g)	Contenido de humedad (%)
0	0.87 \pm 0.11	54.06
2.5	0.74 \pm 0.06	57.48
5	0.81 \pm 0.12	52.62
10	0.70 \pm 0.11	56.37

Al dejar los prototipos durante 72 horas a temperatura ambiente, se observó crecimiento de microorganismos. Todos los prototipos, sin importar la concentración de pulverizado, presentaron micelio esponjoso de un hongo no identificado (Figura 3). Como resultado del análisis sensorial se obtuvo una mayor aceptación del prototipo de tortilla de maíz a la que se le añadió 2.5 % de pulverizado de langosta (Figura 4). La mayoría de las personas encuestadas indicaron que las tortillas con 5 y

10 % presentaban un olor desagradable y mal color, aunque en apariencia consideraron que eran apetecibles. Con relación a la palatabilidad, la mayoría opinó que eran desagradables con un sabor aceitoso, una textura seca y consistencia pastosa. De acuerdo con Aguilar-Miranda *et al.* (2002), tortillas suplementadas con pulverizado de *T. molitor* en una concentración de 7.14 % (*T. molitor*/harina; 1/14 g) tuvieron mayor aceptabilidad que las tortillas prototipo evaluadas en este trabajo con concentraciones de 5 y 10 % de pulverizado de langosta.

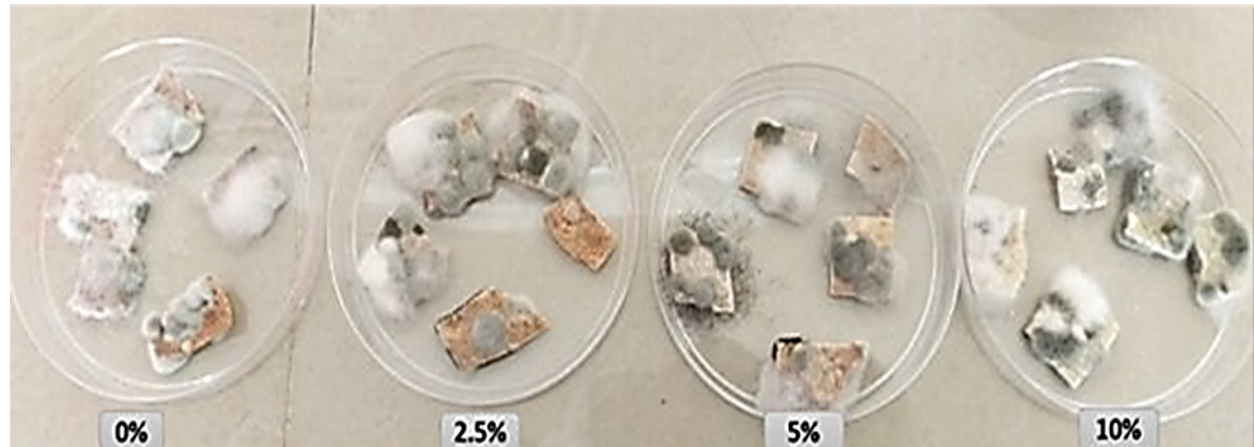


Figura 3. Hongos desarrollados en los prototipos después de 72 h de exposición a temperatura ambiente.

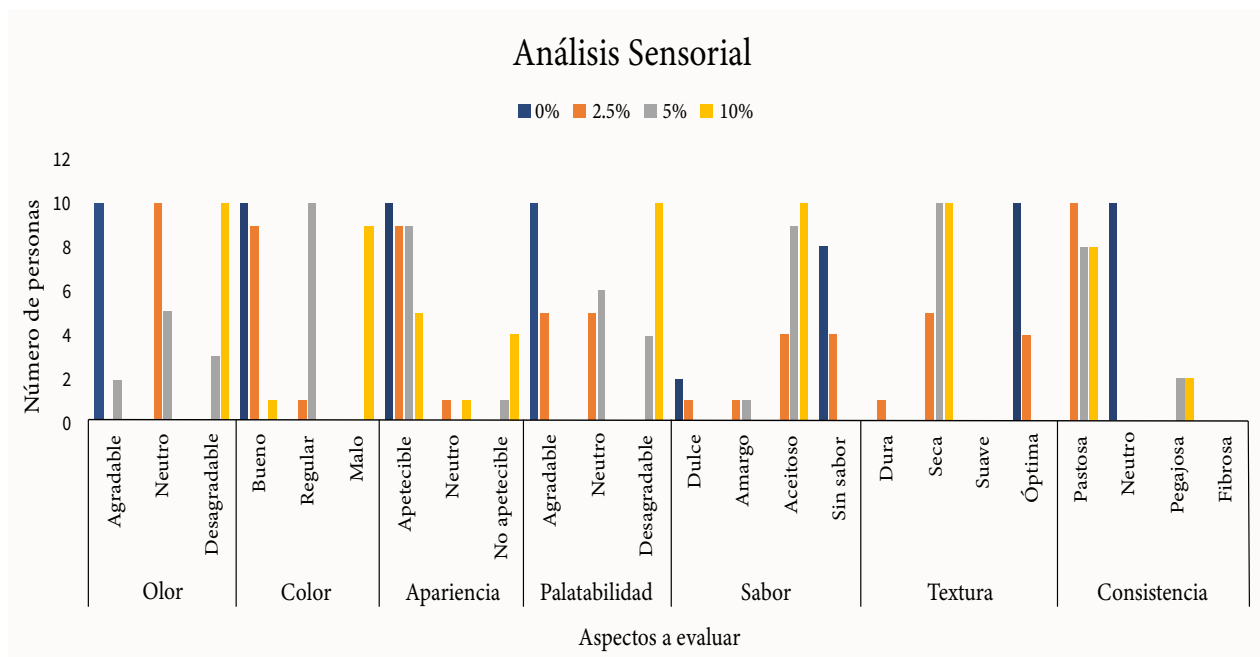


Figura 4. Resultados de encuesta (prueba sensorial) realizada para evaluar la aceptación de tortillas prototipo ($n = 10$) con diferente porcentaje de pulverizado de langosta centroamericana.

CONCLUSIONES

Se desarrollaron tortillas preparadas con harina de maíz suplementada con pulverizado de langosta centroamericana en diferentes porcentajes (0, 2.5, 5, 10 %). Las tortillas con 2.5 % de pulverizado proporcionaron las características más aceptables en cuanto a color, retención de humedad, olor, sabor, palatabilidad y consistencia. Se vislumbra la posibilidad de utilizar este insecto plaga, rico en proteínas y fibra, para suplementar productos para consumo humano.

AGRADECIMIENTOS

Al tecnológico Nacional de México-Instituto del Tecnológico de Ciudad Victoria y el Instituto de Ecología Aplicada-Universidad Autónoma de Tamaulipas por las facilidades proporcionadas.

Al CONACYT por el apoyo económico para realizar estudios de Maestría (Beca N°. 722094).

LITERATURA CITADA

- Aguilar-Miranda, E.D., M.G. López, C. Escamilla-Santana, A.P. Barba de la Rosa. 2002. Characteristics of maize flour tortilla supplemented with ground *Tenebrio molitor* larvae. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(1), 192–195. DOI:10.1021/jf010691y.
- Akhtar, Y. and M.B Isman. 2018. Insects as an alternative protein. *Source Proteins in Food Processing*, 263–288. DOI:10.1016/b978-0-08-100722-8.00011-5.
- Barrientos-Lozano, L. 2003. *Ortópteros Plaga de México y Centro América: Guía de Campo*. Dinámica Impresa S. A. de C. V. Instituto Tecnológico de Cd. Victoria, Tamaulipas, México, 114 pp.
- Barrientos-Lozano, L., Almaguer-Sierra, P., Rodríguez-Absi, J., Rodríguez-Fuentes, H., E. y Galván-Martínez. 2005. Relación entre el ciclo biológico de la langosta centroamericana (*Schistocerca piceifrons piceifrons*, Walker) y la temperatura en el sur de Tamaulipas. Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria, Tamaulipas, México. Recuperado de http://langif.uaslp.mx/documentos/presentaciones_internacionl/01/resumen_langosta.pdf; fecha de consulta: 17-II-2020.
- Cerritos-Flores, R., Ponce-Reyes, R. and F. Rojas-García. 2015. Exploiting a pest insect species *Sphenarium purpurascens* for human consumption: ecological, social, and economic repercussions. *Journal of Insects as Food and Feed*, 1(1), 75–84. DOI: 10.3920/JIFF2014.0013.
- Cheseto, X., Kuate, S. P., Tchouassi, D. P., Ndung'u, M., Teal, P. E. and Torto, B. 2015. Potential of the desert locust *Schistocerca gregaria* (Orthoptera: Acrididae) as an unconventional source of dietary and therapeutic sterols. *PLoS ONE*, 10(5): e0127171; DOI:10.1371/journal.pone.0127171.
- Dube, S., Dlamini, N. R., Mafunga, A., Mukai, M., and Dhlamini, Z. 2013. A survey on entomophagy prevalence in Zimbabwe. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*, 13(1), 7242–7253. Recuperado de <https://www.ajol.info/index.php/ajfand/article/view/85317>, fecha de consulta: 14-II-2020.
- FAO. 2013. *Edible insects future prospects for food and feed security*. Rome. *FAO FORESTRY PAPER*. Recuperado de <http://www.fao.org/3/i3253e/i3253e.pdf>, fecha de consulta: 17-II-2020.
- FAO. 2017. *El futuro de la alimentación y la agricultura. Tendencias y desafíos*. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-i6881s.pdf>; fecha de consulta: 17-II-2020.
- Guzmán-Mendoza, R., Calzontzi-Marín, J., Salas-Araiza, M.D., Martínez-Yáñez, R. 2016. La riqueza biológica de los insectos: análisis de su importancia multidimensional. *Acta Zoológica Mexicana*, 32(3), 70–379. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/azm/v32n3/0065-1737-azm-32-03-00370.pdf>, fecha de consulta: 17-II-2020.
- Hernández-Velázquez V. M., Berlanga-Padilla, A. M. y Garza-González, E. 1997. Detección de

Matarhizium flavoviride sobre *Schistocerca piceifrons piceifrons* (Orthoptera: Acrididae) en la Isla Socorro. Archipiélago de Revillagigedo, México. *Vedalia*, 4(1), 45-46.

- Juárez-Ortega, A.J., Ramos-Elorduy, B.J. y Pino-Moreno, J.M. 2012. Insectos comestibles en algunas localidades en la región centro del Estado de México: técnicas de recolección, venta y preparación. *Dugesiana*, 19(2), 123–133. Recuperado de <http://dugesiana.cucba.udg.mx/index.php/DUG/article/view/4069/3829>, fecha de consulta: 11-I-2019.
- Meyer-Rochow, V.B. and J. Chakravorty. 2013. Notes on entomophagy and entomotherapy generally and information on the situation in India in particular. *Applied Entomology and Zoology*, 48(2), 105–112. DOI 10.1007/s13355-013-0171-9.
- Pérez-Ramírez, R., Torres-Castillo, J. A., Barrientos-Lozano, L., Almaguer-Sierra, P. and Torres-Acosta, R. I. 2019. *Schistocerca piceifrons piceifrons* (Orthoptera: Acrididae) as a source of compounds of biotechnological and nutritional interest. *Journal of Insect Science*, 19(5), 1–9. DOI: 10.1093/jisesa/iez088.
- Rosales-Escobar, O.E., Villanueva-Bocanegra, B., Torres-Castillo, J.A., Arellano-Méndez, L.U., Moreno-Ramírez, Y.R. 2018. Valor Antioxidante de la Grilleta *Pterophylla beltrani* para suplementar alimentos. *Southwestern Entomologist*, 43(2), 475-483. DOI: 10.3958/059.043.0219.
- Santurino, C., García-Serrano, A., Molina-García, J., Sierra-Fernández, P., Castro-Gómez, M.P., Calvo, M.V. and Fontecha., S. 2016. Los insectos como complemento nutricional de la dieta: fuente de lípidos potencialmente bioactivos. Instituto Danone. *Alimentación, Nutrición y Salud*, 23(2), 50-56. Recuperado de <http://hdl.handle.net/10261/150384>, fecha de consulta: 17-II-2020.
- Torres-Castillo, J. A., Sinagawa-García, S. R., Torres-Acosta, R. I., García-García, L. D., Ramos-Rodríguez, A. G., Villanueva-Bocanegra, B. and Moreno-Ramírez, Y. R. 2018. Entomochemicals from *Pterophylla beltrani* Bolívar and Bolívar: Antioxidants and Other Metabolites. *Southwestern Entomologist*, 43(2), 369-382. DOI: 10.3958/059.043.0208.
- Yen, A.L. 2009. Entomophagy and insect conservation: some thoughts for digestion. *Journal of Insect Conservation*, 13(6), 667-670. DOI 10.1007/s10841-008-9208-8.