



Dirección de Investigación

Subdirección de Programación y Evaluación



Proyecto de Investigación 2018

Unidad:	Saltillo	División:	Ciencia Animal	Departamento:	Nutrición Animal
Tema estratégico (ANA/PEP):	ANA: Bioeconomía/Alimentos funcionales y biofortificados/Identificar nuevos usos para los productos agrícolas generando alimentos funcionales				
Línea de investigación:	Evaluación nutrimental de los alimentos				
Título del proyecto:	Mejora en la calidad nutricional de tortillas utilizando diferentes ingredientes vegetales				
Presupuesto solicitado (Máximo \$75,000)	\$30,000.00	El proyecto es:	Nuevo	<input checked="" type="checkbox"/>	Continuación
Tipo de investigación:	Básica	Aplicada	<input checked="" type="checkbox"/>	Tecnológica	e-mail del responsable: loflara@yahoo.com.mx
Vinculación:	Si	No	<input checked="" type="checkbox"/>	Fondos concurrentes:	
Cooperante(s):					
Entidad (es):	Coahuila	Municipio (s):	Saltillo		
Localidades:	Saltillo				
A realizar durante el(los) año(s):	2018,2019, 2020				

Participantes		Adscripción (Clave Depto.)	Expediente No.	Firma
Responsable	ME. Laura Olivia Fuentes Lara	425203001	268	
Colaborador:	Dr. Adalberto Benavides Mendoza	425102001	3303	
Colaborador:	Dra. Xóchitl Ruelas Chacón	425204001	3113	
Colaborador:	Dr. Antonio F. Aguilera Carbó	425203001	3497	
Colaborador:	T.A. Carlos A. Arévalo Sanmiguel	425203001	3521	
Colaborador:				
		Grado por obtener	Matrícula	Firma
Tesista:	Nelly Nohemí Coronado Salas	Licenciatura	41136300	
Programa Docente:	Ciencia y Tecnología de Alimentos			
Tesista:	Liza María Pérez García	Licenciatura	41136110	
Programa Docente:	Ciencia y Tecnología de Alimentos			
Tesista:				
Programa Docente:				

	Vo. Bo.	Autoriza
Firma y sello		
Nombre	Dr. José Eduardo García Martínez Jefe de Departamento	Dr. Armando Robledo Olivo Subdirector de Programación y Evaluación

Cada Jefe de Departamento deberá dejar copia para su archivo

DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN ANIMAL

1.-Título del proyecto

Presupuesto solicitado:

Mejora en la calidad nutricional de tortillas utilizando diferentes ingredientes vegetales.

\$30.000.00

2.- Introducción

La dieta actual de los mexicanos posee raíces en los habitantes prehispánicos que hace miles de años, lograron domesticar el maíz, frijol y chile, impulsando así el desarrollo de la agricultura y el tránsito del nomadismo al sedentarismo (Escalante Gonzalvo, 2009).

Y cuando hablamos de la dieta de los mexicanos, hacemos referencia a la tortilla de maíz que es el símbolo más antiguo de la cultura culinaria de nuestro país. En México se consumen alrededor de 12.3 millones de toneladas de maíz en forma de tortilla, de las cuales 64 % se elaboran a través del método tradicional de maíz-masa-tortilla y 36 % a través de la industria harinera (Sierra Macías *et al.*, 2010). La tortilla provee 38.8 % de las proteínas, 45.2 % de las calorías y 49.1 % del calcio de la dieta diaria de la población de México y en zonas rurales, provee aproximadamente el 70 % del total de calorías y el 50 % de las proteínas ingeridas diariamente (González Hernández *et al.*, 1997).

La tortilla de maíz se considera una excelente fuente de calorías debido a su alto contenido de almidón y al igual, una excelente opción para personas que tienen intolerancia al gluten. Desafortunadamente la materia prima principal de la tortilla, el grano de maíz, no es un alimento perfecto debido a que carece de proteína de buena calidad y de niveles adecuados de hierro, zinc y vitaminas A, D, E y B12 (Serna-Saldívar y Amaya-Guerra, 2008).

La suplementación de las tortillas con frijoles, soya o alimentos de origen animal es la mejor solución para aminorar problemas de malnutrición, pero el acceso cotidiano sobre todo a los alimentos de origen animal no es universal entre la población.

Por lo anterior, las estrategias de fortificación o enriquecimiento de la tortilla tienen el potencial para beneficiar, en poco tiempo, a la población mexicana, sobre todo a aquella que padece desnutrición (Lachance, 1972). Se sabe que la calidad de la tortilla está influenciada por las características del grano, por los ingredientes que la constituyen y por las condiciones de su elaboración (Salinas Moreno *et al.*, 2011). Actualmente, existen estudios de tortilla modificada para mejorar su calidad nutricional, por ejemplo la tortilla de maíz mejorada con soya (Obatolu *et al.*, 2007), con nopal (Guevara *et al.*, 2011), harina de frijol y amaranto (Vázquez *et al.*, 2013, con frijol (Anton *et al.*, 2008) y masa fermentada (Ontiveros *et al.*, 2012).

La industria harinera nacional está llevando a cabo varios programas para la fortificación de la tortilla hecha de harina nixtamalizada. En este aspecto se espera enriquecer la tortilla elaborada de harina, que representa el 22.8 % del consumo total en México, sin embargo no se ha contemplado el 36.7 % de la tortilla que se elabora con masa de molinos de nixtamal comerciales, ni el 40.5 % de la tortilla elaborada a mano en zonas rurales (Figuroa *et al.*, 1997).

La mezcla de masa con acelga es una alternativa para mejorar el contenido nutricional de la tortilla. La acelga es una hortaliza con baja cantidad de hidratos de carbono, proteínas y grasas, la mayor parte del peso se debe al elevado contenido de agua. Por ello resulta una verdura de bajo aporte calórico, aunque constituye un alimento rico en fibra, vitaminas y minerales, además de que constituye una excelente fuente de fibra soluble (Moreiras *et al.*, 2013).

La acelga es una de las hortalizas más abundantes en folatos ya que presenta un contenido de 140 µg/100 g (Moreiras *et al.*, 2003) con cantidades sobresalientes de beta-caroteno (provitamina A) y discretas de vitamina C. En la acelga, el mineral más abundante es el potasio. Sin embargo, esta hortaliza destaca también por su contenido de sodio (147 mg/100 g, responsable en parte de su marcado sabor), calcio 113 mg/100 g, magnesio 71 mg/100 g, fósforo 40 mg/100 g y hierro 3 mg/100 g (Moreiras *et al.*, 2013).

En base a lo expuesto anteriormente, en este proyecto se desea verificar el efecto de incorporar vegetales deshidratados tanto en masa de maíz nixtamalizado, para elaborar tortillas y verificar el efecto sobre sus características organolépticas y mejora en la calidad nutricional.

Justificación

Las tortillas son consideradas como una excelente fuente calórica debido a su alto contenido de almidón. También, son una buena fuente de calcio en el caso de la tortilla de maíz nixtamalizado, debido a la cal que es añadida durante la cocción para la obtención del nixtamal. Además, el cocimiento alcalino incrementa la biodisponibilidad de una de las más importantes vitaminas del complejo B, la niacina, sin afectar a otras vitaminas que se encuentran en niveles adecuados en el grano original, tales como la tiamina, la riboflavina y la piridoxina.

Desgraciadamente el maíz no es un alimento perfecto debido a que carece de proteína de buena calidad y de niveles adecuados de hierro, zinc y vitaminas A, D, E y B12. La suplementación de las tortillas con vegetales sería una buena opción para aminorar problemas de malnutrición. La fortificación de tortillas ha registrado avances importantes, se

buscará incorporar estos elementos, cuya ingesta es común y amplia entre la población mexicana. La generación de conocimientos acerca de cómo incorporar estos elementos, en una tortilla, puede redundar en posibles beneficios al consumidor.

Objetivos

General:

- Elaborar una tortilla de maíz nixtamalizado enriquecidos con vegetales en diferentes concentraciones para caracterizarlos y comparar sus cualidades nutricionales.

Específicos:

- Determinar las concentraciones a utilizar en la elaboración de tortilla.
- Realizar pruebas de caracterización química y evaluación sensorial de las diferentes muestras.

Hipótesis

La adición de vegetales deshidratados en la formulación y elaboración de tortilla de maíz nixtamalizado modificará las cualidades nutricionales.

3.-Revisión de Literatura

En México, como en otros países latinoamericanos, el maíz es y ha sido históricamente el alimento básico ya que se consume una gran cantidad y es parte esencial de la dieta (Billeb de Sinalbi, *et al*, 2001).

Con respecto al consumo total del maíz, éste no ha registrado cambios significativos ya que mantiene un promedio anual de 15 millones de toneladas; que en su mayor parte es canalizada al consumo humano para la elaboración de tortillas (INEGI, 1996). La importancia de la tortilla en México y Mesoamérica es tal que ha sido empleada en la dieta desde épocas muy remotas en diversos pueblos de la región, siendo parte de la cultura de muchos de los pueblos originarios de América y trascendiendo su consumo a la actualidad (Díaz del Castillo, 2005).

Sin importar la clase social a que se pertenezca, en México se consumen alrededor de 12.3 millones de toneladas de maíz en forma de tortilla, de las cuales 64 % se realizan a través del método tradicional de maíz-masa-tortilla y 36 % a través de la industria harinera (Reyes Vega, 1998).

Dada la importancia del consumo del maíz, se han realizado varios trabajos con respecto al papel nutricional de la tortilla como producto final, pues más del 60 % del maíz para consumo humano es destinado a la elaboración de tortillas (Bendolla, *et al.*, 1983).

La tortilla en la mayoría de los casos, son acompañadas con otros alimentos tales como frijoles, carne de diferentes especies animales, huevo, diferentes tipos de queso, etc. (Reyes Vega, 1998), ya que la tortilla es el alimento mexicano por excelencia, hecha de maíz, un grano nacido en México como resultado de siglos de experimentación y amoroso cultivo, representa un símbolo nacional y ha sido uno de los ejes de desarrollo de nuestra cultura (Méndez López, 2009).

Concepto general de tortilla

Según la norma oficial mexicana (NOM-187-SSA1/SCFI-2002) define a la tortilla, como un producto elaborado con masa, que puede ser mezclada con ingredientes opcionales, sometido a cocción. La tortilla mexicana puede ser definida como un pan plano, aplastado, flaco redondo y hecho de maíz. En la cocina mexicana son populares las tortillas de maíz blanco, de maíz azul o violeta, siendo las de maíz amarillo las más populares (Hernández Álvarez, 2017). Las preferencias del consumidor se inclinan hacia las tortillas elaboradas en forma tradicional por su sabor, sus propiedades texturales (rollabilidad, suavidad, flexibilidad) y su mejor desempeño durante el recalentamiento, doblado, enrollado y freído (Ordaz, *et al.*, 1997). En México la producción de tortillas puede realizarse a partir de masa de maíz nixtamalizado o bien a partir de harina de maíz nixtamalizado. Durante las distintas etapas del proceso de nixtamalización ocurren las siguientes reacciones fisicoquímicas en el interior del grano de maíz: la hidrólisis de la hemicelulosa del pericarpio, la gelatinización parcial o total del almidón, la difusión de los iones Ca^{++} , y la interacción Ca almidón (Soler, 2014). Las reacciones fisicoquímicas descritas, aunadas a las características del maíz y a las condiciones de la nixtamalización, otorgan a la masa las propiedades sensoriales y mecano-plásticas adecuadas para elaborar productos nixtamalizados (Soler, 2014).

El maíz nixtamalizado es molido en un metate para producir la masa que se utiliza para formar a mano discos que luego son cocidos en un comal de barro. Cuando el maíz nixtamalizado se muele pierde su estructura debido a que los componentes del grano fueron acondicionados por la cocción y el remojo. La masa resultante de la molienda consiste en fragmentos de germen, residuos del pericarpio y endospermo unidos por el almidón parcialmente gelatinizado, y

por las proteínas y los lípidos emulsificados (Paredes López, *et al.*, 2009).

La cocción alcalina y el remojo provocan la disolución y el hinchamiento de las capas del pericarpio, esto hace que las paredes celulares y los componentes de la fibra de esta parte del grano se vuelvan frágiles, facilitando su remoción, lo cual obviamente disminuye el contenido de fibra insoluble. Sin embargo, y por fortuna, en este proceso la fibra soluble pasa de 0.9% en el maíz a 1.3 % en la masa, y a 1.7 % en la tortilla. La fibra en general ha sido reconocida como un componente importante y altamente deseable en los alimentos, ya que ejerce diversas funciones fisiológicas asociadas a la salud (Paredes López, *et al.*, 2009). El maíz nixtamalizado tiene una importancia nutricional al tener una relación Ca: P, de 1.0 (el maíz sin nixtamalizar tiene un valor de 0.05). La relación Ca: P, ideal en la dieta humana para mantener la densidad mineral apropiada en los huesos, debe de ser de 1.0 a 1.5 (una dieta con una relación Ca: P desde 0.66 a menos de 1.0, produce patologías y una precaria salud en el esqueleto) (Soler, 2014).

Aunque la nixtamalización del maíz disminuye ligeramente el contenido de vitaminas en el grano, otorga importantes ventajas, como el incremento de la disponibilidad de niacina (vitamina B3) evitando el riesgo de desarrollar pelagra, enfermedad que se presenta en otras partes del mundo donde se consume el maíz (sin nixtamalizar) como alimento base sin otras fuentes que sean ricas en vitamina B3; la disminución de ácido fítico que ocasiona una mejor absorción de minerales; un incremento de la biodisponibilidad de aminoácidos; y la destrucción de aflatoxinas en el maíz contaminado por *Aspergillus flavus* (Soler, 2014).

El contenido de nutrientes en los vegetales puede variar dentro de rangos muy amplios, dependiendo de diversos factores tales como la variedad, grado de madurez, tipo de suelo, uso de fertilizantes, intensidad y duración de la luz solar, temperatura, lluvias.

Las hortalizas de hoja verde, su efecto y la concentración de los nutrientes dependen en gran parte del contenido en minerales del suelo en que se ha cultivado o producido el alimento. Esto hace que la composición de una misma variedad cultivada en distintas regiones sea tan diferente que no permita estimar el real valor nutritivo de dichos alimentos (Martínez, *et al.*, 2003).

4.- Procedimiento Experimental

El presente trabajo se llevará a cabo en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, utilizando como material experimental, vegetales de hoja, adquiridos en centros comerciales.

(1). En la primera fase se determinaran las formulaciones para la masa de maíz nixtamalizado.

(2). En la segunda fase se elaboraran las tortillas.

Los vegetales de hoja primeramente serán lavados en un recipiente con 5 L de agua purificada y desinfectadas con 0.5 mL de hipoclorito de sodio durante cinco minutos. Terminado el tiempo serán secadas con papel y posteriormente deshidratados. Para ello se cortarán en cuadros pequeños de 0.5 cm, y se colocaran en charolas de aluminio y se llevaran a una estufa de secado a una temperatura de 55 ± 5 °C durante un periodo de 24 horas. Una vez deshidratados los vegetales se trituraran en un molino Wiley Mill con una criba de 1 mm.

Elaboración de tortillas

Para el tratamiento testigo se utilizará únicamente masa de maíz nixtamalizado.

Para las tortillas con vegetales, se pesará la cantidad de éstos de acuerdo a la formulación con las cantidades de los vegetales elegidos.

Con las porciones definidas se pesarán y, se mezclarán los vegetales, molidos con la masa hasta homogeneizar. Posteriormente de forma manual se procederá a elaborar esferas con las masas con un peso homogéneo de 16 g, las esferas se comprimirán con una prensa metálica hasta formar discos que se cocerán en un comal metálico precalentado a 150 °C, el tiempo de cocción para cada tortilla de 1:40 min, repartido de la siguiente manera: 30 segundos en la primera cara, para luego ser volteada a la segunda cara con un tiempo de 50 segundos y regresando a la primera cara con un tiempo de 25 segundos. Cada formulación, se elaborará por triplicado. Se identificarán de acuerdo a su tratamiento, y se almacenarán en bolsas de papel, en refrigeración a temperatura de 4°C, hasta su caracterización química, y determinación de minerales, de acuerdo a los métodos AOAC (1980).

Obtenidos los datos se aplicará un análisis de varianza con pruebas de separación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$). Dichos análisis estadísticos serán realizados con Statistical Analysis System versión 6.12 (SAS, 1987).

Cronograma de Actividades para el 2018.

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Actividad por realizar												

Adquisición de materia prima		X										
Determinación de formulaciones (Fase 1)			X	X								
Elaboración de tortillas (Fase 2)					X	X		X				
Análisis de laboratorio								X	X	X	X	
Análisis de datos										X		
Tesis de licenciatura (2)	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	

Cronograma de distribución de presupuesto para el 2018.

Actividad por realizar	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Adquisición de materiales (materia prima)			X	X								
Adquisición de materiales de laboratorio (reactivos)					X	X		X	X	X	X	

Duración total del proyecto

Año de Inicio	2018	Año estimado de conclusión	2020
---------------	------	----------------------------	------

5.-Productos Esperados

- Generar información básica relacionada con el efecto de incorporar vegetales deshidratados en masa de maíz nixtamalizado para elaborar tortillas.
- Obtener datos que permitan describir la respuesta del enriquecimiento en tortilla.
- Obtener dos tesis de licenciatura, por año.
- Avance en la elaboración de un artículo científico que será enviado a una revista arbitrada.

6.-Literatura Citada

- Anton A, A., Ross K, A., Lukow O, M., Gary F, R., & Arntfield S, D. (2008). Influence of added bean flour (*Phaseolus vulgaris* L.) on some physical and nutritional properties of wheat flour tortillas. 109 (33-41).
- A.O.A.C (1980). Association of Official Agricultural Chemists. Official Methods of Analysis, 16th ed. Association of Analytical Chemists, Washington, D.C. pp. 1141.
- Badui Dergal, S. (2006). Química de los alimentos (Vols. 4; ISBN 970-26-0670-5). México: Pearson Educación.
- Benítez Rodríguez, M. (2016). Caracterización del grano y mejora de la tortilla de maíz con acelga (*Beta vulgaris* var. *cicla* L.) y espinaca (*Spinaca oleracea* L.): visión transdisciplinaria (Vol. I). México: Tesis Doctoral. Instituto Politécnico Nacional.
- Bressani, R. (1990). Chemistry, technology, and nutritive value of maize tortillas. Food Reviews Int. 6 (2): 225-264.
- Escalante Gonzalvo, P. (2009). La vida urbana en el periodo clásico mesoamericano: Teotihuacán hacia el año 600 d.C. (Vol. I). México.
- Fernández, M., Johnston, M. (1986). Fisiología vegetal experimental. 1a edición, 19-27, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), San José de Costa Rica.
- Ferruzzi, M. G. and J. Blakeslee. 2007. Digestion, absorption and cancer preventive activity of dietary chlorophyll derivatives. Nutrition Research 27 (1): 1-12.
- Figueroa J, D., González Hernández, J., Arámbula V, G., & Morales S, E. (1997). Tecnologías Ecológicas para la Producción de tortilla. Avance y Perspectiva. México.
- González Hernández, J., Figueroa J, D., Vargas, H., & Sánchez Sinencio, F. (1997). Technological Modernization of the Alkaline Cooking Process for the Production of Masa and Tortilla. Singapore and London: World Scientific Publishing Co.
- Guevara A, J., Ornelas P, J., Rosales M, S., Soria G, R., Paz M, M., & Pimentel G, D. (2011). Biofunctional activity of tortillas and bars enhanced with nopal. Preliminary assessment of functional effect after intake on the oxidative status in

healthy volunteers. 5(10).

Lachance P, A. (1972). La Filosofía de la Fortificación Aplicada al Maíz. Guatemala: Mejoramiento Nutricional del Maíz.

Mahan K., S. Escott-Stump, y J.L. Raymond. 2013. Nutrición y Dietoterapia de Krause. 13ª. Ed. España: Elsevier. pp: 1030-1038.

Martínez, A., A. Lee, R., Chaparro, D., & Páramo, S. (2003). Postcosecha y mercadeo de hortalizas de clima frío bajo prácticas de producción sostenible (Vols. ISBN: 958-9029-58-2). Bogotá, Colombia: Cuadernos del Centro de Investigaciones y Asesorías Agroindustriales.

Olga Moreiras, Ángeles Carbajal, Luisa Cabrera, Carmen Cuadrado. (2013). Tablas de Composición de Alimentos (ACELGAS FRESCAS). EFSA.

Obatolu A, V., Okoruwa, A., & Iken J, E. (2007). Improvement of home-made maize tortilla with soybean. 42(420-426).

Ontiveros M, M., Ochoa M, L., González H, S., Delgado L, E., Bello P, L., & Morales C, J. (2012). Effect of Sourdough on Quality and Acceptability of Wheat Flour tortillas. 76(1278-1283).

Paredes López, O., Guevara Lara, F., & Bello Pérez, L. A. (2009). La nixtamalización y el valor nutritivo del maíz. Ciencias, 92(092).

Salinas Moreno, Y., Castillo Linares, E. B., Vázquez Carrillo, M. G., & Buendía González, M. O. (2011). Mezclas de maíz normal con maíz ceroso y su efecto en la calidad de la tortilla. 2(689-702).

Serna-Saldivar, S. O., Amaya-Guerra, C.A. Nixtamalización del Maíz a la Tortilla: Aspectos Nutrimientales y Toxicológicos. El Papel de la Tortilla Nixtamalizada en la Nutrición y Alimentación. Universidad de Querétaro, Series Ingeniería. México. 2008.

Sierra Macías, M., Palafox Caballero, A., Vázquez Carrillo, G., Rodríguez Montalvo, F., & Espinosa Calderón A. (2010). Caracterización Agronómica, Calidad industrial y Nutricional de maíz para el trópico mexicano. Agronomía Mesoamericana. México.

Vázquez R, J., Amaya G, C., Báez G, J., Núñez G, M., & Figueroa C, J. (2013). Study of the fortification with bean and amaranth flours in nixtamalized maize tortilla. 11(62-66).