



**EDUCACIÓN**  
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MÉXICO®

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE DURANGO**  
**DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN**



**“Evaluación del contenido de fluoruros en tortillas elaboradas con agua de pozo en un poblado del municipio de Durango”**

**TESIS**

Como parte de los requisitos para obtener el grado de:

**Maestra en Sistemas Ambientales**

**Presenta:**

Ana Isabel Núñez Valencia

**Director(a) de tesis:**

M. I. María Dolores Josefina Rodríguez Rosales

**Codirector(a)**

Dra. María Teresa Alarcón Herrera

Durango, Dgo. México

Diciembre 2024



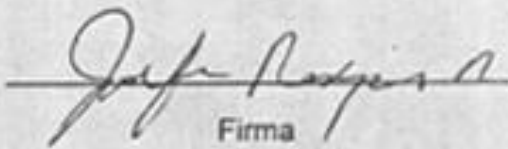
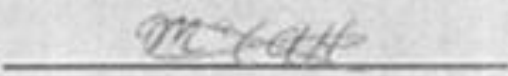

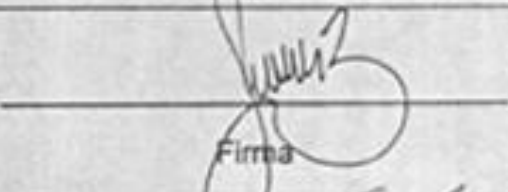


## "Evaluación del contenido de fluoruros en tortillas elaboradas con agua de pozo en un poblado del municipio de Durango".

Presenta:

Ana Isabel Núñez Valencia

### COMITÉ TUTORIAL

<u>M.I. María Dolores Josefina Rodríguez Rosales</u> Directora	 Firma
<u>Dra. María Teresa Alarcón Herrera</u> Codirectora	 Firma
<u>Dr. Víctor Jesús Martínez Gómez</u> Asesor	 Firma
<u>Dr. Jaime Cristóbal Rojas Montes</u> Asesor	 Firma

~~M.C. Tania Montoya García~~  
Coordinador(a) del programa del posgrado correspondiente

Dr. Francisco Javier Gutiérrez García  
Jefe(a) de la División de Estudios de Posgrado e Investigación

Durango, Dgo. México

Diciembre, 2024





Victoria de Durango, Dgo., a **29 / Noviembre / 2024.**

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN  
DEPI / C / 650 / 2024.

ASUNTO: Autorización de Impresión de Tesis de Maestría.

**C. ANA ISABEL NÚÑEZ VALENCIA**  
**No. DE CONTROL G06040214**  
**PRESENTE.**

De acuerdo al reglamento en vigor y tomando en cuenta el dictamen emitido por el jurado que le fue asignado para la revisión de su trabajo de tesis para obtener el **Grado de Maestra en Sistemas Ambientales**, esta División de Estudios de Posgrado e Investigación le autoriza la impresión del mismo, cuyo título es:

**“Evaluación de contenido de fluoruros en tortillas elaboradas con agua de pozo en un poblado del municipio de Durango”**

Sin otro particular de momento, quedo de Usted.

**ATENTAMENTE.**

*Excelencia en Educación Tecnológica®*  
*“La Técnica al Servicio de la Patria”*

**C. FRANCISCO JAVIER GODÍNEZ GARCÍA**  
**JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN**



FJGG'ammc.





Victoria de Durango, Dgo., a **29 / Noviembre / 2024.**

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN  
DEPI / C / 649 / 2024.

ASUNTO: Autorización de Tema de Tesis de Maestría.

**C. ANA ISABEL NÚÑEZ VALENCIA**  
**No. DE CONTROL G06040214**  
**PRESENTE.**

Con base en el Reglamento en vigor y teniendo en cuenta el dictamen emitido por el Jurado que le fue asignado, se le autoriza a desarrollar el tema de tesis para obtener el **Grado de Maestra en Sistemas Ambientales** cuyo título es:

**“Evaluación de contenido de fluoruros en tortillas elaboradas con agua de pozo en un poblado del municipio de Durango”**

CONTENIDO:

	RESUMEN
	ABSTRACT
CAPÍTULO I.	INTRODUCCIÓN
CAPÍTULO II.	MARCO TEÓRICO
CAPÍTULO III.	MATERIALES Y MÉTODOS
CAPÍTULO IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN
CAPÍTULO V.	CONCLUSIONES
	REFERENCIAS



Sin otro asunto en particular, quedo de Usted.

**ATENTAMENTE.**

Excelencia en Educación Tecnológica®  
"La Técnica al Servicio de la Patria"

**C. FRANCISCO JAVIER GODÍNEZ GARCÍA**  
**JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE**  
**POSGRADO E INVESTIGACIÓN**

FJGGammc.





**LICENCIA DE USO OTORGADA POR ANA ISABEL NÚÑEZ VALENCIA**, de nacionalidad mexicana, mayor de edad, con domicilio ubicado en Privada José Antonio Torres No. 104, Colonia Ricardo Flores Magón C. P. 34136, Durango, Dgo., en mi calidad de titular de los derechos patrimoniales y morales y autor de la tesis denominada **“EVALUACIÓN DEL CONTENIDO DE FLUORUROS EN TORTILLAS ELABORADAS CON AGUA DE POZO EN UN POBLADO DEL MUNICIPIO DE DURANGO”** quien para todos los fines del presente documento se denominará **“EL AUTOR Y/O EL TITULAR”**, a favor del Instituto Tecnológico de Durango del Tecnológico Nacional de México, y con fundamento en lo dispuesto en los artículos 5, 18, 24, 25, 27, 30, 32 y 148 de la Ley Federal de Derechos de Autor, se establecen las cláusulas siguientes:

**PRIMERA –OBJETO:** **“EL AUTOR Y/O TITULAR”**, mediante el presente documento otorga al Instituto Tecnológico de Durango del Tecnológico Nacional de México, licencia de uso gratuita e indefinida respecto de **“LA OBRA”**, para almacenar, preservar, publicar, reproducir y/o divulgar la misma, con fines académicos, por cualquier medio en forma física y a través del repositorio institucional y del repositorio nacional, éste último consultable en la página: (<https://www.repositorionacionalcti.mx/>).

**SEGUNDA - TERRITORIO:** La presente licencia se otorga, de manera no exclusiva, sin limitación geográfica o territorial alguna, de manera gratuita e indefinida.

**TERCERA –ALCANCE:** La presente licencia contempla la autorización para formato uso de **“LA OBRA”** en cualquier formato o soporte material y se extiende a la utilización, de manera enunciativa más no limitativa a los siguientes medios: óptico, magnético, electrónico, virtual (red), mensaje de datos o similar conocido por conocerse.

**CUARTA – EXCLUSIVIDAD:** La presente licencia de uso aquí establecida no implica exclusividad en favor del Instituto Tecnológico de Durango; por lo tanto, **“EL AUTOR Y/O TITULAR”** conserva los derechos patrimoniales y morales de **“LA OBRA”**, objeto del presente documento.

**QUINTA – CRÉDITOS:** El Instituto Tecnológico de Durango y/o el Tecnológico Nacional de México reconoce que el **“AUTOR Y/O TITULAR”** es el único, primigenio y perpetuo titular de los derechos morales sobre **“LA OBRA”**; por lo tanto, siempre deberá otorgarle los créditos correspondientes por la autoría de la misma.

**SEXTA – AUTORÍA:** **“EL AUTOR Y/O TITULAR”** manifiesta ser el único titular de los derechos de autor que derivan de **“LA OBRA”** y declara que el material objeto del presente fue realizado por él, sin violentar o usurpar derechos de propiedad intelectual de terceros; por lo tanto, en caso de controversia sobre los mismos, se obliga a ser el único responsable.

Dado en la Ciudad de Durango, Dgo., a los tres días del mes de diciembre de 2024.

**“EL AUTOR Y/O TITULAR”**

  
\_\_\_\_\_  
Ana Isabel Núñez Valencia



Victoria de Durango, Dgo. a 3 de diciembre de 2024

Por este conducto se hace constar que la tesis denominada Evaluación del contenido de fluoruros en tortillas elaboradas con agua de pozo en un poblado del municipio de Durango, de la alumna Ana Isabel Núñez Valencia, con número de control 06040214 estudiante del programa de Maestría en Sistemas Ambientales, revisada por primera vez, se sometió al software Turnitin Similarity para ser examinado, en donde el reporte del software mencionado mostró un porcentaje de 13% de similitud general.

Con base en el reporte de Turnitin, al criterio ético y profesional del director de tesis y al área del programa, se considera que **cumple** con los criterios de originalidad.


Con base en lo anterior se emite el siguiente dictamen.

*Sé autoriza dar inicio a los trámites de obtención de grado.*

*Nota: Después de la segunda revisión si el documento no cumple con los criterios de originalidad el dictamen será*

*No se autoriza dar inicio a los trámites de obtención de grado, documento plagiado*

Atentamente,

  
María Dolores Josefina Rodríguez Rosales  
Directora de la Tesis  
Vo.Ba.

  
Víctor Jesús Martínez Gómez  
Asesor

  
María Teresa Alarcón Herrera  
Codirectora

  
Jaime Cristóbal Rojas Montes  
Asesor

Cp  
Alumna  
Coordinación del programa





## Resumen

La ciudad de Durango es abastecida de agua de uso potable por el acuífero Valle del Guadiana, el cual se cataloga como sobreexplotado, y que en los pozos de abastecimiento se han encontrado concentraciones de fluoruros que superan el límite máximo permisible según la norma (la NOM 127 SSA1-2021 establece como máximo el valor de 1.0 ppm).

El agua de estos pozos es la que se utiliza en la elaboración de las tortillas ya sea para cocer el nixtamal, y/o para preparar la mezcla para hacer tortilla de harina de maíz (maseca).

El presente estudio analizó la información de bases de datos recopiladas tanto de organismos públicos municipales, estatales y federales y de estudios que se han realizado en determinar la calidad del agua de los pozos del acuífero Valle del Guadiana. Se muestrea y analiza la concentración de flúor de los pozos, las tortillas de maíz nixtamalizado, y de harina de maíz (maseca).

Lo anterior para conocer el consumo de la población de concentración de fluoruros tanto en el agua de los pozos como en este alimento. Se aplicaron en la técnica de medición de fluoruros en tortilla dos métodos de digestión de alimentos, para luego determinar la concentración de fluoruros presentes en la tortilla y el consumo diario de este alimento por la población.





## **Abstract**

The city of Durango is supplied with drinking water by the wells of the Guadiana Valley aquifer, which is classified as overexploited, and in which concentrations of fluorides have been found that exceed the maximum permissible limit according to the standard (NOM 127). SSA1-2021 establishes a maximum value of 1.0 ppm).

The water from these wells is used in the preparation of tortillas, either to cook the nixtamal, and/or to prepare the mixture to make corn flour tortilla (maseca).

This project analyzes the information from databases collected from municipal, state and federal public organizations and from studies that have been conducted to determine the quality of the water from wells of the Guadiana Valley aquifer. The fluoride concentration of wells, nixtamalized corn tortillas, and corn flour (maseca) was sampled and analyzed.

This was done to determine the fluoride concentration in wells water as well as in this food. Two methods of food digestion were applied in the technique of measuring fluorides in tortillas, to determine the concentration of fluorides present in tortilla and the daily consumption of this food by the population.

