



"El saber de mis hijos  
hará mi grandeza"

**UNIVERSIDAD DE SONORA**  
**DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD**  
**DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO EN ALIMENTOS**  
**Programa de Posgrado en Ciencias y Tecnología de Alimentos**

**Efecto de la sustitución parcial de harina de pescado por harinas de origen vegetal en alimento para tilapia (*Oreochromis niloticus*) cultivada, sobre los cambios en el desarrollo del *rigor mortis***

Dr. Víctor Manuel Ocaño Higuera  
Director de tesis

Dr. Enrique Márquez Ríos  
Co-Director de tesis

**TESIS**

Como requisito parcial para obtener el grado de:  
Miembro del comité de tesis

**DOCTOR EN CIENCIAS DE LOS ALIMENTOS**

Dr. Ana Carolina Rosas Burgos  
Miembro del comité de tesis

**Presenta:**

**Nathaly Montoya Camacho**

Dr. José Antonio López Eche  
Miembro del comité de tesis

Hermosillo, Sonora

Febrero de 2018

## RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se evaluó el efecto de la sustitución parcial de harina de pescado (HP) por una mezcla de harinas de origen vegetal (MHV) en un alimento para tilapia (*Oreochromis niloticus*), sobre los cambios físicos, químicos, bioquímicos y microestructurales durante el desarrollo del *rigor mortis*. El experimento consistió en alimentar un total de 160 tilapias con tres alimentos experimentales extrudidos isoprotéicos (37 % de proteína cruda), isoenergéticos (17.6 kJ/g) e isolipídicos (6.2 % de grasa cruda). Se incluyó a la harina de pescado en 20, 10 y 0 % en los alimentos, lo que representó una sustitución con una MHV (harina de soya, maíz, trigo y sorgo) en 0, 50 y 100 %, respectivamente. De igual forma, se utilizó un alimento comercial como control (DC). El experimento se llevó a cabo por 67 días y estuvo constituido por 16 tanques de 250 L de capacidad cada uno, en los cuales los organismos se distribuyeron aleatoriamente a razón de 10 organismos por tanque y se emplearon 4 tanques por cada tratamiento. El experimento se dividió en dos etapas, en la primera se evaluó el efecto de la sustitución sobre el crecimiento de la tilapia. Para ello, se determinaron los parámetros de crecimiento: peso ganado, tasa de crecimiento específica (TCE), factor de conversión alimenticia (FCA) y supervivencia, así como también la composición química, aminoácidos totales de los alimentos experimentales, aminoácidos libres del músculo y ácidos grasos libres de los alimentos experimentales y del músculo. En la segunda etapa, se evaluó el efecto de dicha sustitución sobre el desarrollo del *rigor mortis*, en donde se cuantificó el contenido de glucógeno, adenosina-5'-trifosfato (ATP) y sus productos de degradación hasta hipoxantina, pH, textura, índice de rigor (IR %) y actividad ATP-asa. Asimismo, se determinó el patrón electroforético de las proteínas musculares y la longitud del sarcómero durante el almacenamiento en hielo por 48 h. Los resultados obtenidos demostraron que el nivel de sustitución de HP por MHV no afectó significativamente ( $p \geq 0.05$ ) al crecimiento de los peces, sin embargo, modificó ( $p < 0.05$ ) la composición química (grasa cruda y cenizas), la composición de aminoácidos libres y de ácidos grasos libres del músculo. También se encontró que las concentraciones de

glucógeno, ATP, adenosina-5'-difosfato (ADP), adenosina-5'-monofosfato (AMP), e inosina-5'-monofosfato (IMP), así como pH, textura, actividad ATPasa y longitud del sarcómero disminuyeron significativamente ( $p < 0.05$ ) a través del tiempo del almacenamiento, siendo las tilapias del tratamiento D100 quienes presentaron los valores mayores en dichos parámetros. En lo que respecta a inosina (HxR), hipoxantina (Hx) e índice de rigor, todos los tratamientos presentaron un incremento significativo ( $p < 0.05$ ) a través del tiempo del almacenamiento. En relación al patrón electroforético de las proteínas musculares, no se observó ningún efecto entre los tratamientos, ni durante el tiempo de almacenamiento. En conclusión, el nivel de sustitución de HP por MHV tuvo un impacto sobre las propiedades físicas, químicas, bioquímicas y microestructurales del músculo durante el desarrollo del *rigor mortis*, siendo el tratamiento con 100 % de sustitución quien favoreció para que los organismos presentaran un *rigor mortis* menos pronunciado y con ello poder obtener un producto de mejor calidad y vida de anaquel.