



# UNIVERSIDAD DEL MAR

## Campus Puerto Escondido

**“Uso de harina de forraje verde hidropónico de maíz (*Zea mays*) y alimento concentrado para la engorda de pollos, su efecto en los parámetros productivos y calidad de la carne”**

### TESIS

Que para obtener el título profesional de  
Licenciada en Zootecnia

Presenta:

Doris Belen Cortes Pacheco

Director:

Dr. Roberto López Pozos

Puerto Escondido, Oaxaca 2023

## DEDICATORIA

Dedicada a mis padres y mis hermanos, pero sobre todo a mi madre Petronila Justina Pacheco la persona que siempre fue mi apoyo en mis noches de desvelo y la que nunca se cansó de animarme para que no me rindiera, la que fue mi amiga, y en quien muchas noches me recargue para llegar en donde hoy me encuentro.

A mi padre quien siempre vio la forma de aportar lo económico para que yo siguiera estudiando.

A mis hermanos que siempre me decían échale ganas, tú puedes, no te rindas.

A mi hija Dalia Belén Medina Cortes quien ha sido el motor para cumplir y lograr mis metas.

Y sobre todo a mí, por todo el esfuerzo y la consistencia que tuve, por las ganas de salir adelante y saber aprovechar lo que mis padres me daban con tanto esfuerzo.

## AGRADECIMIENTOS

Primero que nada, quiero agradecerle a Dios por darme la oportunidad de llegar a donde hoy estoy, pues sin él yo no estaría hoy cumpliendo mis metas.

Gracias a mis padres que nunca me dejaron y me dieron la oportunidad de concluir una licenciatura y que siempre confiaron en mí.

Gracias a mis maestros que siempre me enseñaron lo mejor que pudieron y que compartieron sus conocimientos para mi formación. A mi director de tesis el Dr. Roberto López Pozos, pues con su consistencia en que no dejara la tesis y aunque a pasitos, se logró, muchas gracias Dr.

Gracias a la Universidad del Mar que fue mi segunda casa durante estos 5 años y más.

Gracias al comité revisor: Dr. José Luis Arcos García, Dr. José Guadalupe Gamboa Alvarado, Dr. Héctor Santiago Romero, M.C: Eliud Flores Morales, por ser parte importante en la revisión y aprobación de la tesis.

Gracias a mis amigos y familiares que siempre estuvieron presentes en mi vida académica durante la carrera.

## CONTENIDO

ÍNDICE DE CUADROS .....	v
RESUMEN .....	vii
ABSTRACT .....	viii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. ANTECEDENTES .....	3
2.1 Historia de la avicultura .....	3
2.2 Situación del sector agropecuario en México .....	3
2.3 Situación mundial, nacional y regional de la producción de pollos de engorda..	4
2.4 Sistemas de producción avícola en México .....	5
2.5 Generalidades de las aves (pollos) .....	5
2.5.1. Clasificación taxonómica del pollo.....	6
2.5.2 Razas de pollos destinados a la engorda.....	6
2.5.3. Razas de doble propósito.....	7
2.5.4. El aparato digestivo de las aves.....	8
2.5.5. Requerimientos nutricionales .....	9
2.5.6. El comportamiento alimenticio del pollo .....	10
2.5.7. Crecimiento compensatorio.....	11
2.5.8. Fotoperiodo en las aves .....	11
2.5.9. La iluminación en la engorda de pollos .....	12
2.5.10. Manejo general de los pollos en las instalaciones.....	13
2.5.10.1. Recepción de los pollos.....	14
2.5.10.2. La alimentación .....	15
2.5.10.3. La alimentación del pollito: fase uno.....	15
2.5.10.4. Alimentación de pollos en crecimiento: Fase dos.....	16
2.5.10.5. La alimentación de pollos de engorde: Fase tres .....	16

2.5.11. Salud y Bioseguridad.....	17
2.5.11.1. Bioseguridad .....	17
2.6. Generalidades del forraje verde hidropónico .....	18
2.6.1. Ventajas y desventajas del forraje verde hidropónico .....	18
2.6.2. Proceso de la producción del forraje verde hidropónico.....	20
2.6.2.1 Selección de la semilla .....	20
2.6.2.2. Lavado de la semilla.....	20
2.6.2.3 Germinación y crecimiento de la semilla .....	20
2.6.2.4. Rendimiento .....	21
2.6.3. Factores que afectan la producción del forraje verde hidropónico .....	21
2.6.4. El pH.....	22
2.6.5. Análisis bromatológico del forraje verde hidropónico .....	23
2.7. Características de los alimentos concentrados .....	24
2.7.1 Contenido de los alimentos de engorda .....	26
2.7.2 Los alimentos de finalización.....	27
2.8. Sistema de producción de traspatio .....	27
2.9. El manejo de las aves al término del engorda .....	28
2.9.1. Los tipos de sacrificio .....	28
2.9.2. Desplumado .....	29
2.9.3. Eviscerado y refrigerado.....	30
2.9.4. Rendimiento de la canal .....	30
2.10. Factores que afectan la calidad de la carne .....	31
2.11. Características de la calidad de la carne .....	32
III. OBJETIVO.....	35
3.1. Objetivo General.....	35
3.2. Objetivos específicos .....	35
IV. HIPÓTESIS.....	35
V. MATERIALES Y MÉTODO .....	36

5.1. Área de estudio .....	36
5.2. Materiales para la producción y secado del forraje verde hidropónico .....	36
5.2.1. Construcción de la casa sombra para la producción del FVH.....	37
5.2.2. La producción del forraje.....	38
5.2.3. Selección de la semilla.....	38
5.2.4. Lavado de la semilla.....	39
5.2.5. Remojo y germinación de la semilla.....	40
5.2.6. Siembra en las bandejas e inicio de los riegos.....	40
5.2.7. Cosecha y secado del forraje.....	43
5.2.8. Molido del forraje seco .....	45
5.2.9. Determinación de la proteína cruda .....	46
5.2.10. Determinación de materia seca y cenizas .....	47
5.3. Materiales y manejo para la engorda y terminado de pollo .....	48
5.4. Tratamientos .....	49
5.5. Duración del tratamiento .....	49
5.6. El sacrificio y destazado .....	49
5.6.1. Sacrificio .....	49
5.6. Variables productivas evaluadas .....	50
5.6.1. Consumo de alimento.....	51
5.6.2. Ganancia diaria de peso.....	51
5.6.3. Conversión alimenticia .....	51
5.6.4. Digestibilidad (%). .....	51
5.6.5. Rendimiento de la canal en caliente.....	52
5.7. Variable de la calidad de la carne a evaluar .....	52
5.7.1. pH del músculo.....	52
5.7.2. Temperatura interna de la canal.....	52
5.7.3. Color.....	52
5.8. Características tecnológicas .....	53

5.8.1. Capacidad de retención de agua.....	53
5.8.2. Pérdida de agua por goteo .....	53
5.9. Análisis estadístico .....	54
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	55
6.1 Producción de forraje verde hidropónico seco y molido .....	55
6.2. Análisis químico del alimento .....	55
6.2.1. Resultados en la determinación de la proteína .....	55
6.3. Variables del parámetro productivo .....	57
6.3.1. pesos obtenidos por semana .....	57
6.3.2. Ganancia diaria de peso.....	58
6.3.3. Conversión alimenticia .....	59
6.3.4. Digestibilidad .....	60
6.4. Variables físicas y fisicoquímicas de la canal .....	61
6.4.1. Rendimiento de la canal en caliente.....	61
6.4.2. El pH del musculo.....	62
6.4.3. La temperatura interna de la canal.....	63
6.5. Características tecnológicas de la carne .....	63
6.5.1. Color.....	63
6.5.2. Capacidad de retención de agua.....	65
6.5.3. Pérdida de agua por goteo.....	65
6.6. Análisis de la alimentación de pollos con alimento concentrado y harina de forraje verde de maíz. ....	66
VII. CONCLUSIONES.....	67
Anexos .....	68
VIII. BIBLIOGRAFÍA .....	75

## Índice de cuadros

Cuadro 1. Clasificación taxonómica del pollo .....	6
Cuadro 2. Análisis bromatológico de forraje verde hidropónico de cuatro variedades de maíz .....	23
Cuadro 3. Análisis bromatológico del forraje verde hidropónico.....	23
Cuadro 4.. Análisis bromatológico del maíz deshidratado.....	24
Cuadro 5. Composición de la solución nutritiva para el riego.....	42
Cuadro 6. Valores obtenidos de proteína y ceniza en los alimentos .....	47
Cuadro 7 Análisis bromatológico del alimento utilizado en el tratamiento de los pollos.....	56
Cuadro 8. Peso del pollo obtenidos por semana de crecimiento de acuerdo con cada tratamiento.....	69
Cuadro 9. Ganancia diaria de peso del pollo por semana por tratamiento.....	70
Cuadro 10. Conversión alimenticia a diferentes periodos de crecimiento de los pollos sometidos a dietas Con alimento concentrado y harina de forraje verde hidropónico.....	71
Cuadro 11. Digestibilidad de dietas compuestas con diferentes concentraciones de alimento concentrado y harina de forraje verde hidropónico en pollos; en diferentes etapas de crecimiento. ....	72
Cuadro 12. Peso de la canal del pollo y características de la carne después del sacrificio por tratamientos.....	73
Cuadro 13. Características de la carne después del sacrificio por tratamientos. ...	74

## Índice de figuras

Figura 1. Base donde se colocaron las charolas para el crecimiento de las plantas. ....	36
Figura 2. Forraje extendido al sol para deshidratarlo. ....	37
Figura 3. Vista lateral del área de cultivo .....	38
Figura 4. Vista frontal de la puerta de entrada al cultivo .....	38
Figura 5. Semilla seleccionada para la siembra .....	39
Figura 6. Lavado y enjuagado de la semilla .....	39
Figura 7. Remojo de la semilla durante 24 h. ....	40
Figura 8. Siembra de la semilla en las charolas y distribución en el sitio de crecimiento. ....	41
Figura 9. Colocación del papel estroza sobre las semillas para mantener la humedad. ....	41
Figura 10. Colocación del plástico negro sobre las charolas. ....	41
Figura 11. Charolas de plantas con diferente edad de crecimiento.....	42
Figura 12. Medición de la planta al quinto día de siembra .....	43
Figura 13. Exposición inicial del forraje al sol para un presecado.....	44
Figura 14. Exposición del forraje al. sol, antes de colocarlo a la estufa para el secado final .....	44
Figura 15. Pesaje del forraje previo al secado en la estufa de secado. ....	45
Figura 16. Secado del forraje en la estufa de secado. ....	45
Figura 17. Proceso de la molienda del forraje seco. ....	45
Figura 18. Pollos recién llegados suministrándole el alimento. ....	48
Figura 19. Eviscerado de los pollos después del sacrificio. ....	50
Figura 20. Pesado de la canal individual en caliente de los pollos después del eviscerado.....	50

## RESUMEN

La presente investigación se llevó a cabo en la ciudad de Puerto Escondido, Oax., tuvo como objetivo evaluar el efecto de la incorporación de forraje verde hidropónico de maíz deshidratado y molido (FVH) en la dieta de alimentos concentrados en los parámetros productivos de engorda de pollos. Se colocaron 25 pollos en jaulas individuales y se suministró alimento y agua diariamente durante 10 semanas. Se utilizó un diseño completamente al azar con 5 tratamientos y 5 repeticiones. Los tratamientos fueron alimento comercial 100% (T0), Alimento Comercial 80% y FVH 20% (T1), Alimento Comercial 70% y FVH 30% (T2), Alimento Comercial 60% y FVH 40% (T3) y Alimento Comercial 50% y FVH 50% (T4), alimentándolas con estas dietas durante 42 días. Posteriormente se cambió la dieta con el 100% de alimento concentrado por 28 días más y se aumentó gradualmente también el fotoperiodo en esta etapa. Se produjeron 37.6 kg de materia seca de forraje verde molido con 15.7% de proteína cruda para el complemento de las dietas de las diferentes etapas de crecimiento de los pollos. En los primeros 42 días la mayoría de los parámetros productivos (ganancia de peso y conversión alimenticia), tuvieron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) con mejores comportamientos los que contenían el 100% de alimento concentrado y disminuyeron ( $p > 0.05$ ) conforme se aumentó la harina de FVH. Posteriormente al cambiar la dieta a alimento concentrado y al aumentar el fotoperiodo las diferencias productivas desaparecieron y llegaron a los mismos parámetros ( $p > 0.05$ ) productivos observándose una restricción alimenticia cuando están sometidos al tratamiento y un crecimiento compensatorio al alimentar con el 100% de alimento concentrado. El rendimiento de la canal, las características fisicoquímicas (peso, pH y temperatura) y tecnológicas (color, capacidad de retención de agua y pérdida de agua por goteo) no fue afectado ( $p > 0.05$ ) por los tratamientos y no tuvieron diferencias significativas.

## ABSTRACT

The present investigation was carried out in the city of Puerto Escondido, Oaxaca, with the objective of evaluating the effect of the incorporation of hydroponic green forage of dehydrated and ground corn (FVH) in the concentrated feed diet on the productive parameters of broiler fattening. Twenty-five broilers were placed in individual cages and feed and water were supplied daily for 10 weeks. A completely randomized design with 5 treatments and 5 replicates was used. The treatments were 100% commercial feed (T0), 80% commercial feed and 20% FVH (T1), 70% commercial feed and 30% FVH (T2), 60% commercial feed and 40% FVH (T3) and 50% commercial feed and 50% FVH (T4), feeding these diets for 42 days. Subsequently, the diet was changed to 100% concentrated feed for 28 more days and gradually increasing also the photoperiod at this stage.

A total of 37.6 kg of dry matter of ground green forage with 15.7% crude protein was produced to supplement the diets of the different stages of growth of the broilers. In the first 42 days of the treatments, most of the productive parameters (weight gain and feed conversion) were different, with significant differences with better performance of those containing 100% concentrated feed and decreasing as the hydroponic green fodder meal was increased. Subsequently, when changing the diet to concentrate feed and increasing the photoperiod in the following 28 days, the productive differences disappeared and reached the same productive parameters, observing a nutritional restriction when subjected to the treatment and a compensatory growth when feeding 100% concentrate feed. Carcass yield, physicochemical (weight, pH and temperature) and technological characteristics (color, water retention capacity and water loss by dripping) were not affected by the treatments and had no significant differences.