



BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

FACULTAD DE CIENCIA AGRÍCOLAS Y PECUARIAS

ADICIÓN DE HARINA DE NOPAL EN DIETAS PARA

Coturnix japónica temminck y sachlegel

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

LICENCIADA EN INGENIERÍA AGRONÓMICA Y ZOOTECNIA

PRESENTA

KARLA JASMÍN HERNÁNDEZ MOLINA

DIRECTOR DE TESIS

Dr. EUTIQUIO SONI GUILLERMO

CODIRECTORA

Dra. JENNIFER PÉREZ MARTINEZ

TLATLAUQUITEPEC, PUEBLA, MÉXICO. MAYO DE 2025.



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y PECUARIAS

ADICIÓN DE HARINA DE NOPAL EN DIETAS PARA

Coturnix japónica temminck y sachlegel

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

LICENCIADA EN INGENIERÍA AGRONÓMICA Y ZOOTECNIA

PRESENTA

KARLA JASMÍN HERNÁNDEZ MOLINA

DIRECTOR DE TESIS

Dr. EUTIQUIO SONI GUILLERMO

CODIRECTORA

Dra. JENNIFER PÉREZ MARTINEZ

ASESORES

Dr. MARCOS PÉREZ SATO

M.C. RAMIRO ESCOBAR HERNÁNDEZ

TLATLAUQUITEPEC, PUEBLA, MÉXICO. MAYO 2025.

La presente tesis titulada **ADICIÓN DE HARINA DE NOPAL EN DIETAS PARA *Coturnix japonica temminck* y *sachlegel*** y realizada por **KARLA JASMÍN HERNÁNDEZ MOLINA**, ha sido revisada y aprobada por el siguiente comité revisor, para obtener el título de:

LICENCIADA EN INGENIERÍA AGRONÓMICA Y ZOOTECNIA

Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias

Consejo particular integrado por:

Firma

Director: Dr. Eutiquio Soni Guillermo

Handwritten signature of Dr. Eutiquio Soni Guillermo in blue ink, written over a horizontal line.

Codirectora: Dra. Jennifer Pérez Martínez

Handwritten signature of Dra. Jennifer Pérez Martínez in blue ink, written over a horizontal line.

Asesor: Dr. Marcos Pérez Sato

Handwritten signature of Dr. Marcos Pérez Sato in blue ink, written over a horizontal line.

Asesor: M.C Ramiro Escobar Hernández

Handwritten signature of M.C Ramiro Escobar Hernández in blue ink, written over a horizontal line.

Tlatlauquitepec, Puebla, México. Mayo de 2025

El presente trabajo forma parte del Cuerpo Académico: BUAP-CA-408- Manejo, Producción y Bienestar Animal y de la Línea de Investigación: Producción y Bienestar Animal de Rumiantes y no Rumiantes.

DEDICATORIA

Gracias a Dios por concederme salud, sabiduría y guiarme en todo momento para lograr concluir una etapa más en mi vida.

A mis padres † Pastor Hernández Talquespan, Francisco Román Martínez Bello y Yadira Molina Romero, gracias por esa compañía que me brindaron desde el primer año que empecé la universidad, por guiarme por un buen camino, por brindarme su apoyo incondicional, por haberme motivado constantemente a culminar esta carrera, por confiar en mí y por su amor que me dieron.

A mi hermano Luis Ángel Hernández Molina y a mi cuñada Cristina Arévalo fuentes, por su gran apoyo que me han brindado a lo largo del tiempo y por estar a mi lado, por estar en mi vida y ser un ejemplo para mí.

A mis sobrinos Héctor Javier Arévalo Fuentes, Allison Ximena Hernández Arévalo, Yatziri Getsemaní Tapia Hernández y Dilan Cristopher Tapia Hernández, por ese cariño que me brindaron para culminar mi licenciatura.

A mi tío Miguel Ángel Romero Molina, Por ese apoyo que me dio al transcurso de la universidad, por ese cariño y aprecio que me daba siempre, también le agradezco de todo corazón por apoyarme y confiar en mí.

Evelia Romero Valderrábano, le agradezco por ese apoyo que me dio en mi transcurso de vida universitaria y su apoyo incondicional cuando más lo necesite.

† Esta dedicatorio se las dedico de todo corazón aquellas personas que ya no están presentes en esta vida, pero desde el fondo de mi corazón les agradezco que hayan estado conmigo; a mi tío Mario Martínez Bello, Gracias por el apoyo, cariño y confianza que me brindaste en mi etapa de la universidad, gracias por acompañarme en los momentos más difíciles y bonitos de mi carrera y por siempre estar conmigo. A mis abuelos María Antonia Bello Martínez y Mario Agustín Martínez, por su aprecio y cariño que me han brindado, por las bendiciones que me daban siempre y sobre todo por nunca dejarme sola.

A mis amigas Azucena, Wendy, y a doña Mónica, les agradezco por el aprecio y cariño que me brindaron durante mi licenciatura, por su amor, por esa confianza, por esa motivación que me daban al transcurso del día y nunca dejarme sola.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Eutiquio Soni Guillermo, por la confianza y por el apoyo que me brindo para la redacción y revisión de este trabajo.

A la Dra. Jennifer por la confianza que me brindo, por el apoyo moral que tuvo hacia a mí y esa dedicación que me hizo culminar mi experimento.

Al Dr. Marcos Pérez Sato por el apoyo y la confianza que me brindo durante la revisión de este trabajo.

Al Dr. M.C Ing. Ramiro Escobar Hernández por la confianza y apoyo que me brindo durante la licenciatura.

ÌNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÀGINA
ÌNDICE DE CUADROS	iv
RESUMEN	v
ABSTRAC	vi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo general.....	3
2.2 Objetivos específicos	3
III. HIPÓTESIS	4
IV. REVISIÓN DE LITERATURA	5
4.1 Definición de avicultura.....	5
4.2 Sistema de producción	5
4.3 Codorniz japónica.....	5
4.3.1 Cavidad bucal.....	5
4.3.2 Esófago y buche	5
4.3.3 Proventrículo y molleja	6
4.3.4 Hígado y vesícula biliar	6
4.3.5 Ciegos	6
4.3.6 Intestino delgado	6

4.3.7 Intestino grueso.....	7
4.3.8 Cloaca	7
4.3.9 Vellosidades intestinales.....	7
4.3.10 Nopal.....	7
V. MATERIALES Y MÉTODOS	8
5.1 Localización.....	8
5.2 Establecimiento del experimento	8
5.3 Dietas	8
5.4 Diseño experimental	9
5.5 Variables productivas.....	10
5.5.1 Alimento consumido (AC).....	10
5.5.2 Porcentaje de postura (PP).....	11
5.5.3 Peso de huevo (PH).....	11
5.5.4 Masa de huevo	11
5.5.5 Conversión alimenticia	11
5.5.6 Vellosidades intestinales	11
5.5.7 Análisis estadístico	14
VI. RESULTADO Y DISCUSIÓN	16
6.1 Alimento consumido y conversión alimenticia	16
6.2 Altura de Vellosidades intestinales duodeno y yeyuno	18

VIII. CONCLUSIÓN 20

IX. LITERATURA CITADA 21

ÌNDICE DE CUADROS

CONTENIDO	PÀGINA
Cuadro 1. Dietas experimentales con diferentes niveles de harina de nopal en codornices en etapa de postura	9
Cuadro 2. Distribución de tratamientos experimentales	10
Cuadro 3. Composición nutrimental de la harina de nopal	10
Cuadro 4. Variables productivas con diferentes niveles de harina de nopal en dietas para codornices durante la postura	17
Cuadro 5. Altura de vellosidades intestinales duodeno y yeyuno en Codorniz durante la postura con harina de nopal	19

RESUMEN

Hoy en día la avicultura se ha diversificado en especies como son las gallinas, pollos, pavos, codornices, etc., las cuales producen de carne y huevo, la codorniz tiene una gran importancia para el rápido crecimiento, es resistente a enfermedades, aporta proteína a través de la carne y el huevo. El objetivo de esta presente investigación fue determinar la harina de nopal (*Opuntia spp.*) en codornices durante la postura, en este trabajo se utilizaron 150 codornices de 9 semanas de edad, las cuales fueron alojadas en 3 tratamientos con 5 repeticiones cada uno, los cuales fueron: testigo 0% de harina de nopal, 400 y 800 mg/kg de harina de nopal. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar, las variables productivas fueron: alimento consumido, peso de huevo, porcentaje de postura, masa de huevo y conversión alimenticia y altura de vellosidades en duodeno y yeyuno en codorniz durante la postura con harina de nopal. Para el análisis de las variables evaluadas se utilizó un GML de SAS para el tamaño de las vellosidades intestinales de las aves. Los resultados de las variables evaluadas indica que no mostró diferencias significativas ($P > 0.05$), en las variables productivas, en la altura de vellosidades de duodeno y yeyuno, hubo diferencias significativas ($P < 0.05$). Por lo que la conclusión de harina de nopal de 800 mg/kg de harina de nopal mejoró en el tratamiento tres.

Palabras claves: Harina de nopal, Codorniz *coturnix japónica*, Variables productivas, Producción y Vellosidades intestinales.

ABSTRACT

Nowadays, poultry farming has diversified into species such as hens, chickens, turkeys, quails, etc., which produce meat and eggs. Quails are very important for rapid growth, are resistant to diseases, and provide protein through meat and eggs. The objective of this research was to determine the use of cactus (*Opuntia* spp.) flour in quails during laying. In this work, 150 9-week-old quails were used. They were housed in three treatments with five replicates each, which were: control, 0% cactus flour, and 400 and 800 mg/kg of cactus flour. A completely randomized experimental design was used. The productive variables were: feed consumed, egg weight, laying percentage, egg mass and feed conversion, and villus height in the duodenum and jejunum in quails during laying with cactus flour. For the analysis of the variables evaluated, a SAS GML was used for the size of the intestinal villi of the birds. The results of the variables evaluated indicated that there were no significant differences ($P > 0.05$). In the productive variables, in the height of villus of the duodenum and jejunum, there were significant differences ($P < 0.05$). Therefore, the conclusion of the 800 mg/kg cactus flour improved in treatment three.

Keywords: Cactus meal, *Coturnix japonica* quail, Productive variables, Production, and Intestinal villi.

I. INTRODUCCIÓN

En el siglo XIX la codorniz japónica fue llevada a Europa principalmente en los países como Alemania, Francia, Inglaterra e Italia, posteriormente fue introducida al continente Americano en Estados Unidos, Colombia y Venezuela donde ha sido explotada para producción de carne y huevo (Chavarro, 2011).

Hoy en día la avicultura se ha diversificado utilizando algunas especies para la producción de huevo y carne como son gallinas, patos y gansos, por lo que los productores se han encargado de buscar nuevas alternativas que sean favorables para la aceptación de los consumidores, como lo es la cria de codorniz ya que el huevo juega un papel importante por su contenido nutricional en proteínas, vitaminas, minerales y el bajo contenido en colesterol.

La codorniz japonesa es un ave que se utiliza para la producción de huevo y carne, ya que estas se adaptan fácilmente a diferentes condiciones ambientales y son bastantes resistentes a enfermedades, y pueden ayudar a la economía de los productores (Bolla, 2007).

Uno de los problemas que enfrentan los productores en la mayoría de los sistemas de producción de las diferentes especies zootécnicas y que representan el 70-80% de los costos de producción es la alimentación, ya que esta juega un papel importante para la producción de huevo, leche y carne (Bernal, 2017). Generalmente las dietas se formulan a base de proteína y energía, sin embargo, es importante formular también a base de fibra, ya que es importante para el metabolismo y digestión de los nutrientes y a la velocidad del tránsito del bolo alimenticio, así mismo modifica la salud intestinal y favorece al sistema inmune, además del desarrollo de la microbiota del tracto digestivo de las aves (Sánchez-Torrez *et al.*, 2022).

Una de las alternativas es el nopal (*Opuntia spp.*) pertenece a la familia de las cactáceas, ya que contiene un gran contenido de agua y fibra, es eficaz en su uso diario en dietas para animales, se utiliza para alimentar al ganado caprino, bovino, ovino y porcino, así como a las aves de corral y conejos, principalmente en los tiempos de sequía, cuando hay escasos de forraje (Sodi, 2024).

Uno de los usos que tiene el nopal es promover la salud intestinal de las codornices al adicionarlo en su alimentación ya que tiene altas cantidades de fibra lo que favorece principalmente al sistema inmune, la maduración del tracto digestivo, el tamaño de las

vellosidades y la microbiota intestinal (Sánchez-Torres *et al.*, 2023). Dentro de los estudios previos por (Torres, 2021) encontraron que la harina del nopal ha sido favorable para los pollos de engorda, ya que aumenta las vellosidades intestinales, y al mismo tiempo mejora los parámetros productivos.

Por todo lo anterior, la presente investigación tiene como objetivo evaluar la harina de nopal como aditivo para mejorar las vellosidades intestinales durante la crianza de las codornices (*Coturnix coturnix japonica*).

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Evaluar diferentes niveles de harina de nopal en el tamaño de las vellosidades intestinales en dietas para codorniz durante la postura.

2.2 Objetivos específicos

Medir el largo de las vellosidades intestinales con dietas de harina de nopal en codorniz durante la postura.

Evaluar la harina de nopal en el comportamiento productivo, en codornices durante la postura.

III. HIPÓTESIS

Al menos un nivel de harina de nopal mejorará el comportamiento productivo y el tamaño de las vellosidades intestinales en dietas para codorniz durante la postura

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 Definición de avicultura

Es una rama de la avicultura en México que se integra a la ganadería, consta de la cría, el manejo y la reproducción de las aves domésticas con distintas finalidades, ya sea económicos, científicos o incluso recreativos (CEDRSSA, 2019).

4.2 Sistema de producción

La codorniz, es una especie que se extiende en el mundo, debido a su rusticidad que llega a tener, sin embargo, una de las mayores reproducciones, lo que llega a generar ganancias para los productores (Vásquez, 2014).

4.3 Codorniz japónica

La codorniz es un ave resistente a enfermedades, esto se puede mantener en jaulas pequeñas, lo que reduce el espacio, tiene buena conversión alimenticia, por la capacidad de prosperar con una alimentación económica de mantener, el alimento de codorniz es más caro que el de una polla, gallina o pollo, por su alto contenido de proteína (Bolla, 2007).

4.3.1 Cavidad bucal

El sistema digestivo de la codorniz está constituido por el pico es de forma de tijera donde aprovecha para alimentarse (Salas, 2009).

4.3.2 Esófago y buche

Podemos encontrar el esófago entre la orofaringe y parte de la glandular del estómago, este puede medir de 10 a 14 cm de longitud; el esófago se divide en dos partes las cuales son esófago cervical y torácico. El buche lo encontramos en una dilatación del estómago ya que es un órgano de los alimentos (Pereira, 2020).

4.3.3 Proventrículo y molleja

El ventrículo es conocido como molleja o estomago muscular su superficie interna esta recubierta por el epitelio columnar cubriendo la superficie, los músculos de las mollejas lo muelen hasta convertirlas en diminutas piedras llamadas grit (Salas, 2009).

El proventrículo es un estomago pequeño conocido como estomago glandular, este se encarga de las secreciones y de las enzimas que prepara el bolo alimenticio (Pereira, 2020).

4.3.4 Hígado y vesícula biliar

El duodeno se dirige directamente a través de la vesícula biliar, donde se encuentra la secreción acida, rica en amilasas y lipasas, donde es eficiente en la digestión de grasas y proteínas (Salas, 2009).

4.3.5 Ciegos

El ciego juega un papel muy importante que se ubica entre el intestino delgado e intestino grueso, esta ave es carnívora ya que existen dos ciegos largos de lo contrario hay especies que solo llegan a tener uno (Estrada, 2017).

4.3.6 Intestino delgado

El intestino delgado es uno de los primeros órganos de absorción y digestión ya que este se divide en tres partes, Duodeno, Yeyuno y Íleon. El duodeno se encuentra en la parte distal de la molleja, el yeyuno y el íleon son segmentos muy difíciles que se pueden percibir en los segmentos del intestino de la parte baja, esta ave tiende hacer carnívora ya que su intestino es más corto, de acuerdo con su absorción y su digestión es muy rápida (Estrada, 2017).

4.3.7 Intestino grueso

Es uno de los más cortos que se puede diferenciar de una separación de segmentos de los cuales son el colon y el recto (Salas, 2009).

4.3.8 Cloaca

Es uno de los órganos más considerados del aparato genital que es el oviducto, del aparato digestivo y del aparato urinario, donde se evacuan los excrementos sólidos y líquidos y que se prolapsa al oviducto, acompañando al huevo hasta al exterior (Salas, 2009).

4.3.9 Vellosidades intestinales

En la superficie del intestino delgado de las aves se encuentran las vellosidades intestinales, estas son evaginaciones con forma de hoja colocadas en un patrón de zig-zag, entre cada vellosidad se encuentra las criptas o glándulas intestinales cortas y sinuosas, por lo que el tamaño y el número de cada vellosidad dependen de la alimentación de cada ave (Barbeito, 2014).

4.3.10 Nopal

El nopal (*Opuntia ficus-indica*) es originario del continente americano, ya que este se encuentra distribuido en zonas tropicales y subtropicales, también una de las ventajas que puede llegar a tener el nopal es que se adapta a diferentes condiciones ambientales, el nopal aporta una gran cantidad de agua y fibra, es muy utilizado para la alimentación del ganado caprino, bovino, ovino, porcino y así como a las aves de corral (Guevara, 2024).

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Localización

La investigación se realizó en las instalaciones avícolas de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla con sede en los Reyes de Juárez, sus coordenadas geográficas son los paralelos 18° 55'36" y 19° 01'06" con una latitud norte, con meridianos 97°47'54" y 97°52'06" de longitud occidental, los Reyes de Juárez, a una altitud de 2 140 msnm (INEGI, 2025).

5.2 Establecimiento del experimento

Se utilizaron 150 codornices (*Coturnix japonica*) de 9 semanas de edad, con un peso de 95 g. en la etapa de postura, las aves se alojaron en jaulas de 1.10 x 90 cm, las cuales se distribuyeron completamente al azar en 3 tratamientos con 5 repeticiones y 10 aves por repetición se pesaron al inicio del experimento.

5.3 Dietas

Las dietas fueron a base de maíz pasta de soya (Cuadro 1), se cubrieron los requerimientos nutricionales siguiendo la recomendación de (NRC, 1994). El alimento y el agua fue ofrecido *ad libitum*. Durante el experimento tuvieron 16 h luz.

Cuadro 1. Dietas experimentales con diferentes niveles de harina

de nopal en codornices en la etapa de postura.			
INGREDIENTES %	T1	T2	T3
Maíz (8.8)	59.0	59.0	59.0
Pasta de soya (47)	29.3	29.3	29.3
Arena	0.52	0.52	0.52
Harina de nopal	0	400	800
Aceite crudo	0.85	0.85	0.85
Metionina (99)	0.41	0.41	0.41
Lisina (78)	0.35	0.35	0.35
CaCO ₃ (38) *	7.99	7.99	7.99
Ortofosfato de calcio (18/21) *	1.09	1.09	1.09
Prem vitaminas y minerales+	0.15	0.15	0.15
Pigmento	0.00	0.00	0.00
Sal	0.35	0.35	0.35
Total	100	100	100
Aporte de nutrientes			
EM (Kcal Kg ⁻¹)	2800	2800	2800
PC (%)	19.00	19.00	19.00
Ca (%)	3.34	3.34	3.34
Pd (%)	0.34	0.34	0.34
Lisina (%)	1.18	1.18	1.18
Met+Cis (%)	0.96	0.96	0.96
Trip (%)	0.22	0.22	0.22
Treo (%)	0.64	0.64	0.64

T1: 0 % de nopal, T2: 400 mg kg⁻¹ de harina de nopal, T3: 800 mg kg⁻¹ de harina de nopal

*Porcentaje de pureza; P38 %= calcio; P18 %= fósforo y 21 %= calcio; +Aporta por kilogramo de alimento: vitamina A, 9000 UI; vitamina D3, 2500 UI; vitamina E, 20 UI; vitamina K, 3.0 mg; vitamina B2, 8.0 mg; vitamina B12, 0.015 mg; ácido pantoténico, 10 mg; ácido nicótico, 60 mg; niacina, 40 mg; ácido fólico, 0.5 mg; colina (cloruro de colina), 300 mg; D-biotina, 0.055 mg; tiamina, 2.0 mg; hierro, 65.0 mg; zinc, 100 mg; manganeso, 100 mg; cobre, 9.0 mg; selenio, 0.3 mg; yodo, 0.9 mg.

5.4 Diseño experimental

Para el establecimiento experimental se utilizó un diseño completamente al azar, para analizar variables productivas y vellosidades intestinales, distribuyendo a los animales de manera aleatoria en 3 tratamientos y 5 repeticiones con 10 aves en cada corral (Cuadro 2).

Los tratamientos fueron: el tratamiento 1 (T1) 0 % de harina de nopal, el tratamiento 2 (T2) 400 mg kg⁻¹ de alimento de harina de nopal y el tratamiento 3 (T3) 800 mg kg⁻¹ de alimento de harina de nopal, (Cuadro 3).

Cuadro 2. Distribución de tratamientos experimentales.

T1	0 % de harina de nopal
T2	400 mg kg ⁻¹ de harina de nopal
T3	800mg kg ⁻¹ de harina de nopal

T1: 0 % de harina de nopal, T2: 400 mg kg⁻¹ de harina de nopal,

T3: 80mg kg⁻¹ de harina de nopal.

Cuadro 3. Composición nutrimental de la harina de nopal

Tamaño de la proporción	100 g
Calorías	10 g Kcal
Grasas	1 g
Carbohidratos	20 g
Fibra	45 g
Proteína	5 g
Sodio	13 g

5.5 Variables productivas

5.5.1 Alimento consumido (AC)

Se inserto de manera semanal durante la fase experimental registrando la cantidad de alimento ofrecido y rechazado, este se obtuvo por la diferencia del alimento ofrecido y alimento rechazado, este se reportó en g ave día⁻¹

5.5.2 Porcentaje de postura (PP)

Para esta variable se utilizaron los datos de número de huevos y la existencia de aves. El Porcentaje de postura se obtuvo como el resultado de huevos multiplicado *100 entre la existencia actual de aves.

5.5.3 Peso de huevo (PH)

Se obtuvo pesando los huevos de manera individual mediante el uso de una balanza digital de la marca la marca Scout pro □ con una capacidad de 600 g, los resultados se reportaron en g.

5.5.4 Masa de huevo

Se utilizaron los datos del PP y PH (g), donde se obtuvo como resultado el porcentaje de postura por el peso de huevo dividido entre cien:

5.5.5 Conversión alimenticia

Se calculo semanalmente y se obtuvo al dividir el consumo de alimento diario entre el peso de huevo.

5.5.6 Vellosidades intestinales

En la semana 12 del experimento se tomaron al azar dos aves por repetición, las cuales se fueron separando y las dejamos en ayuno por 24 h, posteriormente se pesaron al momento de ser sacrificadas, se corto la sección de la vena yugular y arteria carótida siguiendo las recomendaciones de la Norma Oficial Mexicana NOM-033.ZOO-1995, después de ser confirmada la muerte del ave, se tomaron dos muestras por repetición de las secciones del duodeno y yeyuno, con un aproximado de 2 cm de longitud, para ver obtenido las muestras

siguientes se prepararon 24 frascos los cuales tenían el número de duodeno y yeyuno, también tenían el tratamiento correspondiente, por lo tanto se lavaron y se sacaron para posteriormente rellenar los (4 frascos por tratamiento) con agua destilada y formol al 10% se llevaron al refrigerador por 24 h, posteriormente se fueron sacando los frascos y fueron acomodando en el refrigerador (por muestras) los siguientes frascos fueron sustituidos por líquidos 9 frascos de alcohol etílico al 70 %, 9 frascos con alcohol etílico al 95 %, 9 frascos con alcohol etílico al 100 %, 4 frascos con alcohol absoluto al 50 % y xilol al 50 % y 4 frascos de xilol según la técnica descrita por (Montalvo, 2010).

Se utilizaron 9 bolsas de nylon (3 por tratamiento) se fueron colocando en bolsas de diferentes colores para su identificación, posteriormente se sumergieron las muestras en los frascos, para que posteriormente los tejidos puedan ser incluidos en parafina ya que requieren de una deshidratación e infiltrarlos con el solvente, previamente llenados con los líquidos mencionados anteriormente, se distribuyeron de la siguiente manera:

En el primer frasco con alcohol etílico al 70 % 12 h, el segundo frasco con alcohol etílico 12h, tercer frasco con alcohol etílico al 95 % 1 h, cuarto frasco con alcohol etílico al 95 % 1h, quinto frasco alcohol etílico al 100 % 1h, sexto frasco alcohol etílico al 100% 1 h, el séptimo frasco con alcohol absoluto al 50 % y xilol al 50 % 1 h, el octavo y el noveno frasco con xilol 1 h; mientras se calentaba la estufa al 60 °C, se empezaron a rellenar 4 moldes los cuales iban en hilera 2 de duodeno y 2 de yeyuno, con el baño de parafina histológica de la marca MYR- WAX I, se colocaron en una estufa marca ARSA para que se empezara a derretir, fueron 3 baños de parafina el primer baño se empezó de las 6:00-7:00 p.m., el segundo baño fue de 7:30- 9:00 p.m., y el tercero fue de 9:00 – 10:00 p.m. después de ir viendo que la parafina estuviera derretida se metió las primeras 5 vellosidades de duodenos y las 5 de yeyuno para que se les callera lo del líquido de xilol, posteriormente con unas pinzas las fuimos agarrando de una esquina sin apretar donde estaban las vellosidades, cuidadosamente a que no se nos fuera a caer en otros moldes, y no se pasaran de cocer las vellosidades, al término de la parafina se realizó el enmolde de las muestras, en un molde de silicón circular se colocaron las muestras de forma que la parte del duodeno y yeyuno quedaran de una forma vertical para esto se rellenaron otros moldes de parafina y se metió a un tostador para que se disolviera y poder así rellenar las muestra que se iban sacando de la

estufa y se iban poniendo en el silicón para que se quedara fija y anotarle en tratamiento y la muestra que correspondía por último se metió al refrigerador para que se pusieran un poco duras y poder desmoldar al siguiente día (Montalvo, 2010).

Para la segunda etapa se ocupó un microtomo manual de la marca (American Optical) calibrado a 5 μm , se realizaron los cortes se colocaron en agua destilada a 40 °C, una vez obtenida esta temperatura se colocó 0.5g de gelatina para facilitar la adhesión de la muestra en los porta objetos los cortes en el agua, se deja que la muestra se abra para posteriormente recolectar en los porta objetos sin dejar mucho tiempo adentro del agua los cortes se iban sacando, con unas toallas se limpiaba alrededor donde estuviera mojado y al mismo tiempo se iba a comando cuidadosamente la muestra con una aguja sin romper la muestra, después de obtener las muestras se metían a la incubadora para que pegara bien y sacarla al siguiente día este proceso se realizó sucesivamente con las demás muestras (Montalvo, 2010).

Para la tercera etapa se prepararon 24 recipientes con los siguientes líquidos y se sumergieron los porta objetos con las muestras y los tiempos siguientes:

1. Xilol – 3 min
2. Xilol – 3 min´
3. Alcohol 100% - 3 min
4. Alcohol 100% - 3 min
5. Alcohol 95% - 3 min
6. Alcohol 95% - 3 min
7. Alcohol 70% - 3 min
8. Agua corriente – 5 min
9. Agua destilada – 1 min
10. Agua destilada – 1 min
11. Hematoxilina – 3 min
12. Agua destilada – 1 min

13. Agua destilada – 1 min
14. Agua corriente – 5 min
15. Agua destilada – 1 min
16. Agua destilada - 1 min
17. Eosina – 3 min
18. Alcohol 70% - 1 min
19. Alcohol 95% - 1 min
20. Alcohol 95% - 1 min
21. Alcohol 100% - 1 min
22. Alcohol 100% - 2 min
23. Xilol – 1 min
24. Xilol – 2 min

Al término de este proceso que se metieron a los porta objetos a una incubadora precalentada a 45° C por 24 h, posteriormente las muestras fueron sacadas y observadas en un microscopio con objetivo que para finalizar se midieron las vellosidades con el programa imagen J (Montalvo, 2010).

5.5.7 Análisis estadístico

Se utilizó un diseño completamente al azar con el siguiente modelo estadístico:

El modelo estadístico es el siguiente

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} : Variable respuesta

μ : Medio general

T_i : Efecto de los tratamientos

E_{ij} : Efecto experimenta

Para las diferencias entre medias de los diferentes tratamientos se realizó una prueba de comparación de las medias de tukey con una ($P < 0.05$), utilizando el paquete estadístico SAS 1998.

VI. RESULTADO Y DISCUSIÓN

6.1 Alimento consumido y conversión alimenticia

En el Cuadro 1 se muestra las siguientes variables productivas de harina de nopal con diferentes niveles (0 %, 400mg kg⁻¹, 800mg kg⁻¹) para codorniz durante la postura. El presente estudio de investigación no mostro diferencias significativas ($P > 0.05$) en AC, PH, PP, MH y CA entre los tratamientos.

Ávila *et al.* (2022) mencionan que al probar niveles de 400 y 800 mg kg⁻¹ de harina de nopal en pollos de engorda encontró diferencias significativas ($P < 0.05$) en el AC y CA, donde se pudo observar que se mejoró con el nivel de 800 mg kg⁻¹, resultados diferentes al presente estudio, estas diferencias entre ambos experimentos se deben probablemente a que se trabajaron con diferentes especies.

En un estudio realizado por (Torrez, 2021) reporta que al utilizar harina de nopal para pollos de engorda, no encontró ningún efecto probando tres niveles de 750, 1500 y 3000 mg kg⁻¹ de harina de nopal, en el alimento consumido (A.C) y conversión alimenticia (C.A), resultados similares al presente estudio, a pesar de que los niveles de harina de nopal fueron diferentes en ambos experimentos.

Por otro lado, Gumus *et al.* (2018) al probar dos niveles de harina de cúrcuma con un nivel de 0 y 0.5 % en las dietas para gallinas de la línea Lohmann Brown, no encontró diferencias significativas ($P > 0.05$) en AC, CA, PH Y MH, resultados iguales al presente estudio, a pesar de no haber diferencias en el presente estudio, podrían deberse a que se trabajó con diferente especie, diferente porcentaje de nivel y diferente fuente de fibra lo que ocasionó que en ninguna de las variables se encontraran diferencias significativas.

Cuadro 4. Variables productivas con diferentes niveles de harina de nopal en dietas para codornices durante la postura.

Variables productivas	T1 0%	T2 400mg kg ⁻¹	T3 800mg kg ⁻¹	E.E.M	Pr> t
AC	28.9255	30.6911	29.5470	0.5418	0.1175
PH	13.0112	13.0625	12.7776	0.1381	0.2729
PP	90.6220	88.3030	87.2116	2.5580	0.7221
MH	9.9375	11.2432	10.9507	0.3661	0.1191
CA	2.6795	2.7816	2.7528	0.07605	0.7131

Pr>|t|, valores < 0.05 no existe diferencia significativa T1, 0 % de harina de nopal; T2, 400 mg kg⁻¹ de harina de nopal; T3, 400 mg kg⁻¹ de harina de nopal; AC, Alimento consumido; PH, Peso de huevo; PP, Porcentaje de postura; MH, Masa de huevo; CA, Conversión alimenticia; EEM, Error estándar de la media; Pr > F Valium.

En un estudio realizado por González (2017), menciona que, al utilizar 24 g de harina de nopal en dietas de gallinas, no hubo diferencias significativas en el peso del huevo, sin embargo, se incrementó el contenido de colesterol total del huevo, resultados similares al presente estudio, a pesar de que se trabajó con diferente especie y un nivel más bajo de harina de nopal.

Zacarias y Valdivie (2012) mencionan que al utilizar un nivel de 2.5 % de harina de yuca, en dietas para gallinas de postura White Leghorns, no encontró diferencias significativas en el peso de huevo, resultados similares al presente estudio, a pesar de que utilizó una fuente de fibra diferente y un nivel más alto al presente estudio y diferente especie.

Sang *et al.* (2012) mencionan que, al probar niveles de 0, 0.1, 0.25, y 0.5 % de harina de cúrcuma en gallinas ponedoras Lohmann Brown, encontraron diferencias significativas, por lo que un solo nivel de 0.5 % de harina de cúrcuma mejoró el porcentaje de postura, resultados diferentes al presente estudio ya que se probó diferente aditivo.

6.2 Altura de Vellosidades intestinales duodeno y yeyuno

En el cuadro 2 se muestran la altura de vellosidades intestinales duodeno y yeyuno con diferentes niveles de harina de nopal. En el presente estudio de investigación mostramos diferencias significativas ($P < 0.05$), donde se muestra que en el tratamiento tres en el duodeno y en el tratamiento uno del yeyuno mejoró la altura de vellosidades, en codorniz durante la postura.

En un estudio realizado por Torres (2021) al incluir 750 mg kg^{-1} de harina de nopal en pollos de engorda, encontró diferencias significativas en la longitud de las vellosidades en duodeno y yeyuno, resultados similares al presente estudio, a pesar de que en ambos experimentos se trabajó con diferentes especies y diferentes niveles.

En un estudio realizado por Fernández (2021) menciona que, al utilizar diferentes niveles 0, 0.1, 0.2 y 0.3 % aceite de orégano en dietas para pollos de engorda de 42 días, en duodeno no encontró diferencias significativas ($P > 0.05$), sin embargo, en yeyuno se encontró diferencias significativa ($P < 0.05$) reduciendo la altura de vellosidad con 0.3 % de aceite de orégano, resultados diferentes al presente estudio, ya que en el presente estudio se incrementó la altura de vellosidades en el tratamiento uno con 0 % de harina de nopal, mientras que en el experimento realizado por Fernández la altura de vellosidades se vio reducida con el nivel más alto de aceite de orégano en dietas para pollos de engorda, estas diferencias en los resultados se debe a que utilizó aceite de orégano y no como fuente de fibra.

Cuadro 5.- Altura de vellosidades intestinales duodeno y yeyuno en codorniz durante la postura con harina de nopal

Altura de vellosidades intestinales	T1	T2	T3	EMM
Duodeno	69.903 b	63.460 c	78.825 a	0.99
Yeyuno	47.531 a	43.926 b	43.031 b	0.83

Valores con letras diferentes, existe diferencias significativas ($P < 0.05$), T1= 0 % de harina de nopal, T2= 400 mg kg⁻¹ de harina de nopal, T3= 800 mg kg⁻¹ de harina de nopal, EEM= Error estándar de la media.

En un estudio realizado por Fajador *et al.* (2024) mencionan que al utilizar harina de ají con diferentes niveles dieta 0.5, 1, 1.75 % de harina de ají para pollos de engorda, no encontraron diferencias significativas en la altura de vellosidades tanto en duodeno como yeyuno, resultados diferentes al presente estudio, probablemente se deba a que el utilizó pollos de engorda y en el presente estudio se trabajó con codorniz y niveles mas altos al presente estudio.

VIII. CONCLUSIÓN

De acuerdo en los resultados obtenidos se concluye lo siguiente:

La inclusión de harina de nopal en dietas para codorniz en postura no afectó las variables productivas alimento consumido, peso de huevo, porcentaje de postura, masa de huevo y conversión alimenticia.

Respecto a la altura de vellosidades la inclusión de harina de nopal disminuyó en yeyuno en el largo de las vellosidades y en duodeno aumento con el nivel más alto, encontrándose la mejor respuesta con 0.800 de harina de nopal en el tratamiento tres.

IX. LITERATURA CITADA

- Ávila G. G.; Ávila R. F. 2022. Efecto de probiótico de la fibra de nopal en dietas con dos niveles de EM sobre las variables productivas en pollos de engorda. Jóvenes de la ciencia. En línea: <https://www.jovenesdelaciencia/article/view/3572>. Consultado: 22/05/2025
- Barbeito N. 2014. Histología de las aves 1. Ed. editorial de la Universidad de la plata Buenos Aires. 178-179.
- Bernal. 2017. Efecto de la alimentación con harina de yuca (*Manihot sculenta*) y plátano (*Musa paradisiaca*) en crecimiento de gallinas ponedoras Lohmann Brown. Revista de investigación en ciencia y biotecnología Animal, 1 (1). Pp: 5-8
- Bolla M. R. 2007. Cria de codorniz japonesa. Departamento de Industrias Primarias Australia, state of new south wales, australia sitio avicola. En línea: <https://www.elsitioavicola.com/articles/1833/craa-de-codornices-japonesas/>. Consultado: 20/05/2025
- CEDRSSA (Centro de estudios para el desarrollo rural sustentable y la soberanía alimentaria) 2019. La importancia de la industria avícola en México. En línea: http://201.147.98.65/files/b/13/47Industria_Avicola_M%C3%A9xico.pdf. Consultado: 20/05/2025
- Chavarro R. 2011. Manejo empresarial del campo "la cria de codornices". Coturnicultura, en línea: https://www.produccionanimal.com.ar/produccion_aves/producciones_avicolas_alternativas/13-Cria_codornices_japonesas.pdf. Consultado: el 10 de diciembre del 2024
- Estrada M. M. 2017. Anatomía y Fisiología Aviar. En línea: https://www.academia.edu/33327975/ANATOMIA_Y_FISIOLOGIA_AVIAR_documento. Consultado: el 23 de noviembre del 2024
- Fernández C. M. G. 2021. Características del epitelio interno del intestino delgado de pollos que recibieron proporciones crecientes de orégano en la dieta, Pp: 50-53. En línea: <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/673/browse?type=author>. Consultado: el 15/12/2024

Forjador R. M. J.; Ñauta M. P. V. 2024. Efecto de la inclusión de harina de ají (*Capsicum annuum*) sobre los parámetros hematológicos y la morfología intestinal de pollos broiler En línea: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/items/a7cab34d-fd98-499f-87ac-873e59ef5b9f>. Consultado: 20/05/2025.

Gómez A. 2022. Efecto prebiótico de la fibra de nopal en dietas con dos niveles de EM sobre las variables productivas en pollos de engorda. Jóvenes en la ciencia. En línea:

<https://www.jovenesenlaciencia.ugto.mx/index.php/jovenesenlaciencia/article/view/3572>.

Consultado: 20/05/2025

Gonzalez M. C. 2017. Efecto de la adición del nopal en la dieta de gallinas plymouth rock barrada sobre el contenido de colestrol en huevo. En línea: http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083/xmlui/handle/DGB_UMICH/1904.

consultado: 03/01/2025

Guevara E. M. 2024. Soberanía alimentaria a través del consumo del nopal . Sierra gorda Querétaro. En línea:

https://books.google.com.mx/books?id=O14cEQAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false. Consultado: 20/05/2025

Gumus H. M.; Numan O. K.; Emre B. F.; KarakaS O. 2018. Effects of sumac and turmeric as feed additives on performance, egg quality traits, and blood parameters of laying hens. Revista Brasileira de Zootecnista. En línea:

<https://www.scielo.br/j/rbz/a/wkYXkgFXxcyqnBNBmK7NNbb/>. Consultado: 20/05/2025.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geográfica e Informática) 2025, data en Mexico los reyes de juarez. En línea.

https://www.google.com/search?q=ubicación+geografica+reyes+de+juarez+puebla+inegi&rlz=1C1CHBD_esMX917MX917&oq=ubicación+geografica+reyes+de+juarez+&gs_lcrp=EgZjaHJvbWUqCQgCECEYChigATIGCAAQRrg5MgkIARAhGAoYoAEyCQgCECEYChigATIHCAMQIRifBdIBCTE2MjIzajBqN6Gcala. Consultado: 20/05/2025.

Lopez- Salazar S.E.; Flota-Bañuelos C.; Fraire-Cordero S. 2020. Produccion agroecologica de codorniz (*Coturnix coturnix japonica*) como estrategia para la seguridad alimentaria en Campeche, Mexico. En línea: https://www.researchgate.net/publication/348168912_Agroecological_production_of_codorniz_Coturnix_coturnix_japonica_as_strategy_for_food_security_in_Campeche_Mexico. Consultado: 20/05/2025.

NRC (National Research Council). 1994. Nutrient requirements of poultry. National Academy of Sciences. Washington, National Academy Press 2101 Constitution Avenue, NW Washington, D.C 20418, U.S.A, Pag. 176.

Moltavo C.A. 2010. Técnica Histológica. En línea: https://bct.facmed.unam.mx/wp-content/uploads/2018/08/3_tecnica_histologica.pdf. Consultado: 20/03/2025

Pereira G. 2020. Guía para la producción de codornices y sus derivados. En línea: <https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/7f3cd388-29ba-49e3-9941-e7442820f221/content>. Consultado: 20/05/2025

Salas R. O. 2009. Codornices. En línea:

https://multimedia.uned.ac.cr/pem/manejo_animales_granja/documentos/modulo_codorniz.pdf. Consultado: 20/05/2025

Sanchez -Torres L.; Macias-Flores M.; Valencia-posadas M.; Avila- Ramos F. 2023. Fibra como prebiótico para aves de producción. *Abanico veterinario*, 12. En línea: <https://doi.org/10.21929/abavet2022.24>. Consultado: 04/01/ 2025.

Sánchez-Torrez L.; Macias-Flores M.; Gutierrez-Arenas D.; Arredondo-Castro M.; Valencia-Posadas M.; Avila-Ramos F. 2022. Fibra como prebiótico para aves de producción . *Abanico veterinario*. En línea:

https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-61322022000100504. Consultado: 20/05/2025

Sang S. P. K., Jin M K.; Eun J K.; Hee S.; A.; Byoung K. K.; Chang W. 2012. Effects of dietary turmeric powder on laying performance and egg qualities in laying hens. *Korean J Poult Sci*. En línea:

https://www.researchgate.net/publication/264108144_Effects_of_Dietary_Turmeric_Powder_on_Laying_Performance_and_Egg_Qualities_in_Laying_Hens. Consultado: 20/05/2025

Sodi M. Q. 2024. Evaluación de nopal (*Opuntia sp.*) como forraje. Soberanía alimentaria a través del consumo del nopal en la Sierra Gorda queretana. En línea: https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=O14cEQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA75&dq=nopal+como+forraje+de+las+aves+&ots=DPRNh70uP0&sig=unYRgUg4q_osVPMvP5PZvGT9-YA#v=onepage&q=nopal%20como%20forraje%20de%20las%20aves&f=false.

Citado: 08/05/2025.

Torrez L. S. 2021. Efecto de harina de nopal como aditivo sobre vellosidades intestinales, variables hematológicas, estructura y función hepática en pollo de engorda. En línea: <http://repositorio.ugto.mx>. Consultado: 20/05/2025

Vásquez R. R. E. 2014. Manejo empresarial del campo, "la cría de codornices". En línea: <https://www.nacionmulticultural.unam.mx/empresasindigenas/docs/1925.pdf>. Consultado: 20/05/2025.

Zacarias J. B.; Valdivie M. Y. 2012. Harina de follaje de yuca como pigmentante de dietas de harina de yuca y aceite de palma africana para gallinas ponedoras. Cubana de Ciencias Agrícola. En línea: <https://www.redalyc.org/pdf/1930/193024447012.pdf>. Consultado: 20/05/2025



BUAP.

Oficio No. FCAyP/218/2025

Karla Jasmín Hernández Molina
Egresada de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
PRESENTE

Con base en el dictamen emitido por el Dr. Eutiquio Soní Guillermo (**Director de Tesis**), Dra. Jennifer Pérez Martínez (**CoDirectora**), Dr. Marcos Pérez Sato (**Asesor**) y M.C. Ramiro Escobar Hernández en su calidad de Consejo Particular, se autoriza la elaboración digital de la tesis titulada:

“ADICIÓN DE HARINA DE NOPAL EN DIETAS PARA *Coturnix japónica temminck* y *sachlegel*”

Correspondiente a la Licenciatura en Ingeniería Agronómica Y Zootecnia.

Sin otro particular por el momento me despido de Usted.

“Pensar bien, para vivir mejor”

San Juan Acateno, Teziutlán, Pue., a 22 de Mayo de 2025.

Dr. Armando Ibáñez Martínez

Director de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias



c.c.p. - Archivo y Minutario
Dr. AIM/mlsm