

ORIGINAL

Productive performance of laying quails fed diets supplemented with *Morinda citrifolia* (noni) leaf meal

Rendimiento productivo de codornices ponedoras alimentadas con dietas suplementadas con harina de hojas de *Morinda citrifolia* (noni)

Piedad Francisca Yépez Macías¹  , Luis Humberto Vásquez Cortez^{2,3}  

¹Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Quevedo, Ecuador.

²Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Carrera de Agroindustria. Babahoyo, Ecuador.

³Universidad Nacional de Cuyo, Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria. ICAI-CONICET.

Citar como: Yépez Macías PF, Vásquez Cortez LH. Productive performance of laying quails fed diets supplemented with *Morinda citrifolia* (noni) leaf meal. Salud, Ciencia y Tecnología. 2025; 5:2289. <https://doi.org/10.56294/saludcyt20252289>

Enviado: 19-05-2025

Revisado: 14-07-2025

Aceptado: 06-10-2025

Publicado: 07-10-2025

Editor: Prof. Dr. William Castillo-González 

Autor para la correspondencia: Luis Humberto Vásquez Cortez 

ABSTRACT

Introduction: quail production in Latin America has experienced significant growth due to its hardiness, prolificacy, and low maintenance costs, making the rearing of these birds a competitive alternative for egg production. In this context, phytobiotics have gained relevance in the animal feed industry, as they represent a sustainable strategy to improve productive efficiency and reduce dependence on synthetic additives. The objective of the present study was to evaluate the productive performance of laying quails supplemented with *Morinda citrifolia* (noni) leaf meal in their diet.

Method: the study was conducted over 45 days under a completely randomized design (CRD), which included four treatments, five replicates, and a total of 140 laying quails. The treatments consisted of different inclusion levels of *Morinda citrifolia* leaf meal: 0 % (T4), 0,5 % (T1), 1,0 % (T2), and 1,5 % (T3). Productive performance variables were evaluated, mainly laying percentage and economic profitability.

Results: supplementation with *Morinda citrifolia* leaf meal did not exert significant effects on the productive performance of laying quails. No statistical differences were observed in laying percentage among treatments; however, week 6 showed the highest laying rate and persistence, reaching 74,40 %. In economic terms, treatment T2 (1,0 % noni leaf meal) yielded the best results, with a profitability of 45,5 % and a benefit/cost ratio of \$1,45, indicating that for every dollar invested, a net gain of \$0,45 was obtained.

Conclusions: the inclusion of *Morinda citrifolia* leaf meal in the diet of laying quails did not significantly affect productive performance. Nevertheless, supplementation at 1,0 % stood out as the most profitable alternative, highlighting its potential as a phytobiotic feed additive in quail production. These findings contribute to the development of sustainable nutritional strategies in poultry farming, enhancing the competitiveness and profitability of low-cost production systems.

Keywords: Laying Quails; *Morinda Citrifolia*; Phytobiotics; Productive Performance; Economic Profitability.

RESUMEN

Introducción: la producción de codornices en América Latina ha experimentado un crecimiento significativo debido a su rusticidad, prolificidad y bajo costo de mantenimiento, lo que convierte a la crianza de estas aves en una alternativa competitiva para la obtención de huevos. En este contexto, los fitobióticos han adquirido importancia dentro de la industria alimenticia animal, dado que constituyen una estrategia sostenible para mejorar la eficiencia productiva y reducir la dependencia de aditivos sintéticos. Bajo este enfoque, el objetivo de la presente investigación fue evaluar el rendimiento productivo de codornices ponedoras suplementadas con harina de hojas de *Morinda citrifolia* (noni) en la dieta.

Método: el estudio se llevó a cabo durante 45 días bajo un diseño completamente al azar (DCA), que incluyó cuatro tratamientos, cinco repeticiones y un total de 140 codornices ponedoras. Los tratamientos consistieron en diferentes niveles de inclusión de harina de hojas de *Morinda citrifolia*: 0% (T4), 0,5 % (T1), 1,0 % (T2) y 1,5 % (T3). Se evaluaron variables relacionadas con el comportamiento productivo, principalmente porcentaje de postura y rentabilidad económica.

Resultados: la suplementación con harina de *Morinda citrifolia* no presentó efectos significativos sobre el comportamiento productivo de las codornices. No se registraron diferencias estadísticas en el porcentaje de postura entre los tratamientos, aunque la semana 6 evidenció la mayor tasa de puesta y persistencia, alcanzando el 74,40 %. En términos económicos, el tratamiento T2 (1,0 % de harina de noni) obtuvo los mejores resultados, con una rentabilidad del 45,5 % y una relación beneficio/costo de \$1,45, lo que indica que por cada dólar invertido se generó una ganancia de 0,45 centavos.

Conclusiones: la inclusión de harina de hojas de *Morinda citrifolia* en la dieta de codornices ponedoras no modificó significativamente su rendimiento productivo. Sin embargo, la suplementación al 1,0 % se destacó como la alternativa más rentable, evidenciando potencial para su aplicación como aditivo fitobiótico en la producción de codornices. Estos hallazgos contribuyen al desarrollo de estrategias nutricionales sostenibles en la avicultura, favoreciendo la competitividad y rentabilidad de sistemas productivos a bajo costo.

Palabras clave: Codornices Ponedoras; *Morinda Citrifolia*; Fitobióticos; Rendimiento Productivo; Rentabilidad Económica.

INTRODUCCIÓN

La producción mundial de codornices ha experimentado un notable crecimiento, especialmente en países como Brasil, México y Argentina, donde se han alcanzado mayores avances y experiencias en su manejo zootécnico.⁽¹⁾ En Ecuador, la coturnicultura se concentra principalmente en las regiones Costa y Sierra, ya que las condiciones climáticas favorecen su desarrollo.⁽²⁾ No obstante, su expansión ha sido limitada por factores culturales, la escasa difusión de información técnica y el bajo reconocimiento de los beneficios económicos y nutricionales que esta actividad ofrece.⁽³⁾

La cría de codornices se ha consolidado como una alternativa productiva de bajo costo gracias a la rusticidad y prolificidad de esta especie, lo que permite obtener una mayor rentabilidad en la producción de huevos.⁽⁴⁾ Sin embargo, en la avicultura moderna se han utilizado diversos aditivos como promotores de crecimiento para mejorar la salud y productividad de las aves. El uso inadecuado de estos productos condujo a restricciones en su aplicación, generando la necesidad de alternativas más seguras como los prebióticos⁽⁵⁾ los cuales regulan la microbiota intestinal y fortalecen el estado sanitario de las aves.⁽⁶⁾ Además, se ha reportado que la utilización de antibióticos como promotores de crecimiento ha generado residuos en carne y subproductos, representando un riesgo para la salud humana.⁽⁷⁾

Ante esta problemática, los fitobióticos han emergido como una estrategia prometedora en la nutrición animal. Estos compuestos, derivados de plantas en forma de harinas, extractos o polvos, se clasifican de acuerdo con su origen vegetal y composición bromatológica, destacando por sus propiedades medicinales y su capacidad de mejorar la eficiencia alimenticia Zambrano 2023.⁽⁸⁾ En este contexto, la nutrición representa un pilar esencial en el crecimiento, engorde y, especialmente, en la producción de huevos, siendo a la vez el componente de mayor peso en los costos de producción, llegando a representar hasta el 75% del total.⁽⁹⁾ Por ello, la incorporación de fitobióticos naturales en las dietas cobra gran relevancia, al mejorar la salud intestinal y fortalecer el sistema inmunológico.⁽¹⁰⁾ Según Yépez⁽¹¹⁾ los polvos medicinales en la alimentación de aves promueven la digestibilidad de nutrientes, limitan el crecimiento de microorganismos patógenos en el tracto digestivo y mejoran la calidad de los productos finales (huevo y carne). La presente investigación fue evaluar el efecto de la suplementación con harina de hojas de *Morinda citrifolia* (noni) en la dieta sobre el rendimiento productivo de codornices ponedoras, con el fin de reducir costos alimenticios y mejorar la calidad de la producción avícola.

En este marco, la harina de hojas de *Morinda citrifolia* (noni) se considera un fitobiótico de interés por su alto contenido de vitaminas, minerales y ácidos grasos esenciales, que contribuyen positivamente al metabolismo y desempeño productivo de las aves.⁽¹²⁾

MÉTODO

Localización

La presente investigación se realizó en el Campus “La María” de la Facultad de Ciencias Pecuarias y Biológicas de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo. En el cantón Mocache, provincia de Los Ríos. Entre las coordenadas geográficas de 79° 29' de la longitud oeste, 01° 06' de latitud sur, a una altitud de 73 metros sobre el nivel del mar.⁽¹³⁾

Diseño experimental

En este estudio se implementó un diseño completamente al azar (DCA), conformado por cuatro tratamientos con cinco repeticiones cada uno, empleando siete unidades experimentales (UE) por repetición, lo que representó un total de 140 codornices. El periodo de evaluación en campo se extendió durante 45 días. Para determinar la existencia de diferencias estadísticas entre las medias de los tratamientos, se utilizó la prueba de comparación múltiple de Tukey con un nivel de significancia de $P \leq 0,05$.⁽¹⁴⁾ El esquema correspondiente al análisis de varianza (ANDEVA) se presenta en la tabla 1.

Tabla 1. Análisis de varianza (ANDEVA)		
Fuente de Variación	Grados de libertad	
Tratamiento	t-1	3
Error Experimental	t(r-1)	16
Total	t.r-1	19

Esquema del Experimento

El diseño experimental se presenta de manera estructurada en la tabla 2.

Tabla 2. Esquema del experimento			
Tratamientos	Repeticiones	UE	Total, de codornices
T1	5	7	35
T2	5	7	35
T3	5	7	35
T4 (Control)	5	7	35
Total			140

Tratamientos por evaluar

Esquema del estudio

Los tratamientos se basaron en la inclusión de harina de *Morinda citrifolia* (noni) en la dieta de las aves, con niveles de suplementación de 0,50 % (T1), 1,00 % (T2), 1,50 % (T3) y un control sin adición (0 %, T4). Las concentraciones seleccionadas se establecieron a partir de antecedentes de investigaciones previas que reportaron los efectos de esta planta medicinal, mientras que en el presente estudio se buscó evaluar el impacto de su harina en distintas proporciones. La caracterización de los tratamientos evaluados se detalla en la tabla 3.

Tabla 3. Descripción de los Tratamientos	
Tratamientos	Composición
T1	Balanceado + 0,5 % de nutraceutico
T2	Balanceado + 1,0 % de nutraceutico
T3	Balanceado + 1,5 % de nutraceutico
T4 (Control)	Balanceado

Elaboración del nutraceutico

Selección de la planta medicinal

Se utilizó *Morinda citrifolia* (noni).

Selección de las hojas

Se escogieron hojas de diferentes tamaños y estructuras, asegurando que estuvieran sanas, sin lesiones mecánicas ni síntomas de patógenos.

Conservación inicial

Las hojas recolectadas fueron trasladadas al Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Ciencias Pecuarias y Biológicas de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, con el fin de garantizar condiciones adecuadas de conservación e higiene.

Lavado

Las muestras se lavaron cuidadosamente con agua destilada para eliminar impurezas superficiales.

Deshidratado

El proceso de deshidratación se efectuó durante siete días, bajo sombra, sobre láminas de papel aluminio, removiendo las hojas dos veces al día para asegurar un secado uniforme.

Secado

Posteriormente, las hojas se sometieron a secado en una estufa con recirculación de aire, a 60 °C durante una hora.

Triturado

El material vegetal seco se procesó en un molino de martillos con cuchillas paralelas, hasta obtener partículas de 1 mm de diámetro.

Almacenamiento de la harina

La harina resultante se conservó en frascos ámbar a temperatura ambiente, lo que permitió protegerla de la luz y prevenir la degradación de compuestos bioactivos, siguiendo la metodología propuesta por Foo S et al.⁽¹⁵⁾

La harina obtenida se empleó en la formulación de las dietas experimentales con los siguientes niveles de inclusión: 0,5 % para T1, 1,0 % para T2 y 1,5 % para T3.

Análisis bromatológico del nutraceutico

El análisis bromatológico de la harina de *Morinda citrifolia* mostró un contenido de humedad del 30,54 % en base húmeda. El porcentaje de cenizas fue de 9,27 % en base seca y 10,51 % en base húmeda. La proteína bruta alcanzó un 22,44 % en base húmeda. En cuanto a la fibra bruta, se registraron valores de 18,00 % en base seca y 24,43 % en base húmeda. Finalmente, el contenido de grasa fue de 5,23 % en base seca y 5,01 % en base húmeda. Estos resultados se detallan en la tabla 4.

Tabla 4. Análisis bromatológico del nutraceutico			
Análisis	Unidad	Harina de noni	
		Seca	Húmeda
Humedad	%		30,54
Ceniza	%	9,27	10,51
Proteína Bruta	%		22,44
Fibra bruta	%	18	24,43
Grasa	%	5,23	5,01

Dietas experimentales

Tabla 5. Análisis calculado de la dieta experimental del “Comportamiento productivo de codornices ponedoras suplementadas con harina de hojas de <i>Morinda citrifolia</i> (noni) en la dieta”				
Materia prima	T1	T2	T3	T4
Maíz nacional	0,320	0,320	0,319	0,320
Polvillo de arroz	0,050	0,050	0,050	0,050
Torta soja	0,410	0,410	0,408	0,415
Harina de noni	0,005	0,010	0,015	0,000
Ac. Palma	0,076	0,075	0,073	0,076
Carbonato cálcico	0,090	0,090	0,090	0,090
Fosfato monocalcico	0,014	0,010	0,010	0,014
Cloruro sódico	0,005	0,005	0,005	0,005
Núcleo	0,0300	0,0300	0,0300	0,0300
Riqueza nutritiva del balanceado	1,000	1,000	1,000	1,000

La tabla 5 presenta el análisis formulado de las dietas experimentales utilizadas durante la fase de postura de las codornices. Asimismo, en la tabla 6 se expone el análisis bromatológico correspondiente a dichas dietas experimentales aplicadas en esta etapa de la investigación.

Tabla 6. Análisis bromatológico de la dieta experimental del “Comportamiento productivo de codornices ponedoras suplementadas con harina de hojas de <i>Morinda citrifolia</i> (noni) en la dieta”					
Tratamiento	Humedad %	Ceniza %	Grasa	Fibra	Proteína
1	89,51	12,64	10,34	35,94	10,78
2	90,05	14,88	7,45	33,30	16,64
3	89,54	16,01	9,74	33,93	9,34
4 (control)	88,7	8,48	6,95	30,90	14,30

Variables evaluadas

Consumo de nutrientes: se determinó mediante el método directo (alimento ofrecido - alimento rechazado), ajustado a cada tratamiento.

Materia seca: se calculó en función de la diferencia de peso de las muestras, aplicando la fórmula $MS (\%) = 100 - H$.

Producción de huevos: se registró diariamente a partir del segundo día del ensayo, considerando número, peso y características.

Conversión alimenticia: se estableció como la relación entre el alimento consumido y el rendimiento en huevos.

Análisis económico: incluyó el cálculo del ingreso total por venta de huevos, los costos fijos y variables de producción, el beneficio neto, la relación beneficio/costo y la rentabilidad (%).

Indicadores productivos adicionales: Se evaluaron peso promedio del huevo, pigmentación de yema (Escala La Roché, 1-15), mortalidad (%), así como análisis bromatológicos (humedad, materia seca, ceniza y proteína) de muestras representativas por tratamiento.

Durante la ejecución del presente estudio se observaron de manera estricta los principios de bienestar animal. Las codornices fueron mantenidas en condiciones de manejo, alimentación y sanidad adecuadas, garantizando su cuidado y evitando cualquier tipo de sufrimiento innecesario. El protocolo experimental respetó las normativas internacionales establecidas por la *Guide for the Care and Use of Laboratory Animals*, la Directiva Europea 2010/63/EU y las directrices de la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE), aplicando además los principios de las 3R (Replacement, Reduction, Refinement). Asimismo, se empleó el número mínimo de unidades experimentales necesarias para asegurar la validez estadística de los resultados, procurando siempre un balance entre el rigor científico y el respeto a la integridad de los animales.

RESULTADOS

Determinación del efecto de la suplementación con harina de hojas de *M. citrifolia* sobre el rendimiento productivo de codornices ponedoras.

Consumo de alimento (g)

Tabla 7. Consumo de alimento en codornices de postura (g)					
Semanas	Tratamientos				CV (%)
	T1 (0,5 %)	T2 (1,0 %)	T3 (1,5 %)	T4 (control)	
1	199,66 ^a	200,77 ^a	199,11 ^a	200,77 ^a	1,50
2	203,29 ^a	201,60 ^a	199,74 ^a	201,86 ^a	1,69
3	198,23 ^a	197,37 ^a	196,81 ^a	199,48 ^a	1,01
4	198,69 ^a	197,97 ^a	197,94 ^a	197,62 ^a	0,63
5	195,00 ^a	195,29 ^a	193,35 ^a	194,01 ^a	0,99
6	201,64 ^a	200,40 ^a	197,18 ^a	198,90 ^a	1,49
Promedio	199,41	198,90	197,35	198,77	
Nota: letras superíndice iguales en una misma fila indican ausencia de diferencias estadísticas entre tratamientos, mientras que letras distintas señalan diferencias significativas de acuerdo con la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$).					

En relación con la variable de consumo de alimento, no se detectaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos. Durante la primera semana, el tratamiento T2 y el control registraron los mayores valores, con un consumo promedio de 200,77 g, mientras que el T3 (1,5 % de inclusión de harina de noni) presentó el menor consumo, con 199,11 g. En la segunda y tercera semana, el T1 y el control alcanzaron los consumos más altos, con 203,29 g y 199,48 g, respectivamente. En las semanas cuarta, quinta y sexta, los mayores consumos se observaron en T1 y T2, con valores de 198,69 g y 195,29 g, mientras que el T3 mantuvo los promedios más bajos, alcanzando 201,64 g en dichas evaluaciones. De manera consistente, el tratamiento con mayor nivel de suplementación (T3) fue el que presentó la menor ingesta en la última semana del estudio. Los resultados detallados se muestran en la tabla 7.

Índice de conversión alimenticia

En la tabla 8 se presentan los resultados correspondientes al índice de conversión alimenticia. No se observaron diferencias estadísticas significativas entre las medias de los tratamientos. En la primera semana, el valor más elevado correspondió al T1 (8,18). Durante la segunda semana, los tratamientos con inclusión del 0,5 % y 1,5 % de harina de noni mostraron valores similares (7,78). En la tercera semana, el T1 registró nuevamente el mayor índice (7,26). En las semanas cuarta y quinta, el T3 alcanzó los resultados más altos con 5,91 y 6,00, respectivamente. Finalmente, en la sexta semana, el mayor índice correspondió al T1 con 4,81. Estos hallazgos indican que la suplementación con harina de hojas de *Morinda citrifolia* como nutraceutico en la dieta de las codornices no generó efectos significativos sobre el índice de conversión alimenticia.

Tabla 8. Índice de conversión alimenticia					
Semanas	Tratamientos				CV (%)
	T1 (0,5 %)	T2 (1,0 %)	T3 (1,5 %)	T4 (control)	
1	8,18 ^a	5,85 ^a	7,47 ^a	6,48 ^a	23,29
2	7,78 ^a	6,93 ^a	7,78 ^a	7,08 ^a	15,37
3	7,26 ^a	6,28 ^a	6,58 ^a	5,99 ^a	15,93
4	5,81 ^a	4,89 ^a	5,91 ^a	5,41 ^a	15,93
5	5,89 ^a	5,33 ^a	6,00 ^a	5,63 ^a	23,55
6	4,82 ^a	4,55 ^a	4,66 ^a	4,81 ^a	17,70
Promedio	6,62	5,63	6,40	5,90	
Nota: letras superíndice iguales en una misma fila indican ausencia de diferencias estadísticas entre tratamientos, mientras que letras distintas señalan diferencias significativas de acuerdo con la prueba de Tukey (P ≤ 0,05)					

Mortalidad (%)

En la tabla 9 se presentan los resultados de mortalidad, donde se evidencia una similitud en la tasa obtenida para los tratamientos T1, T2 y T4, con un valor de 2,86 % en cada caso. En contraste, el tratamiento T3, con 1,5 % de inclusión de harina de noni, no registró mortalidad (0 %). Considerando el total de 140 aves evaluadas, la tasa global de mortalidad fue del 2,14 %. Al analizar únicamente las 105 aves que recibieron dietas suplementadas con nutraceuticos, la mortalidad alcanzó un 1,9 % durante el periodo experimental.

Tabla 9. Mortalidad (%)			
Tratamientos	Núm. Aves Inicial	Núm. Aves Muertas	% Mortalidad
T1	35	1	2,86
T2	35	1	2,86
T3	35	0	0
T4	35	1	2,86
Total	140	3	2,14
	105	2	1,9

Análisis del efecto de la suplementación con harina de hojas de *M. citrifolia* en la tasa de puesta de las codornices

Producción de huevos (%)

En relación con el porcentaje de producción de huevos, no se evidenciaron diferencias estadísticas significativas (P<0,05) entre los tratamientos en ninguna de las semanas evaluadas. No obstante, en la primera

semana el tratamiento T2 alcanzó el mayor valor con 27,60 %. Durante la segunda semana, aunque tampoco se detectaron diferencias estadísticas, el T2 registró la mayor producción (32,80 %), mientras que el T4 presentó el valor más bajo (20,00 %). En la tercera y cuarta semana se mantuvo la ausencia de diferencias estadísticas, destacándose nuevamente el T2 con los porcentajes más altos de producción (34,20 % y 29,40 %, respectivamente). En la quinta semana, el T1 alcanzó el mayor nivel de postura con un 30,00 %, mientras que en la sexta semana fue el T2 el que registró la mayor producción con un 34,00 %. Los resultados detallados se presentan en la tabla 10 a su vez se visualiza en la gráfica 1 la curva de puesta de huevos.

Tabla 10. Producción de huevos (%)					
Semanas	Tratamientos				CV (%)
	T1 (0,5 %)	T2 (1,0 %)	T3 (1,5 %)	T4 (control)	
1	21,80 ^a	27,60 ^a	21,80 ^a	17,00 ^a	39,91
2	26,80 ^a	32,80 ^a	21,80 ^a	20,00 ^a	30,33
3	30,20 ^a	34,20 ^a	22,60 ^a	23,80 ^a	33,94
4	29,20 ^a	29,40 ^a	23,40 ^a	20,20 ^a	31,76
5	30,00 ^a	27,20 ^a	21,60 ^a	20,40 ^a	38,98
6	27,00 ^a	34,00 ^a	22,60 ^a	26,60 ^a	24,92
Promedio	27,5	31,00	22,30	21,00	

Nota: letras superíndice iguales en una misma fila indican ausencia de diferencias estadísticas entre tratamientos, mientras que letras distintas señalan diferencias significativas de acuerdo con la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$).

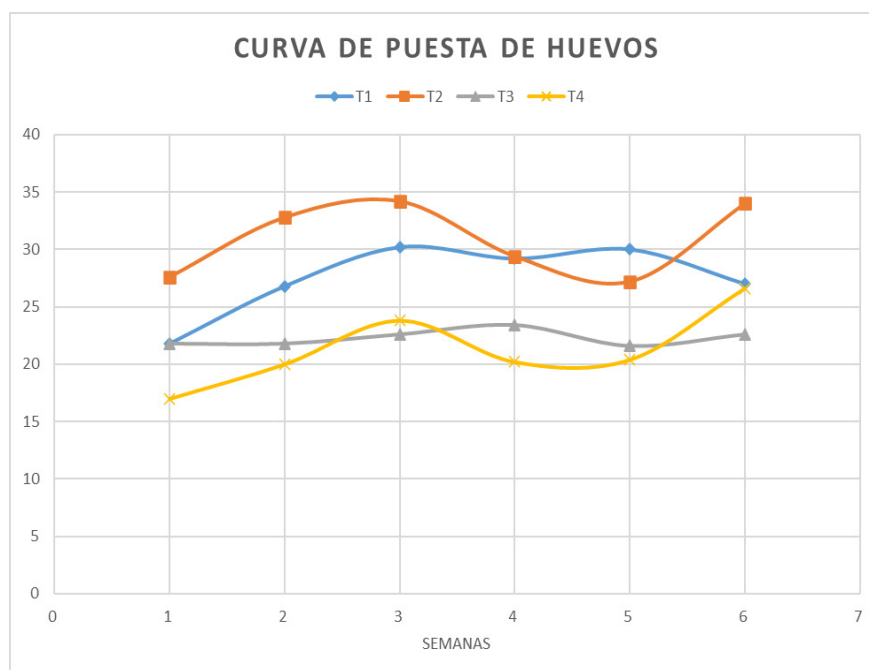


Figura 1. Curva de puesta de huevos

Peso promedio del huevo (g)

En la tabla 11 se presentan los resultados del peso promedio de los huevos de codorniz durante la fase de postura. No se encontraron diferencias estadísticas significativas entre las medias de los tratamientos. En la primera semana, el mayor peso correspondió al T3 (1,5 % de inclusión de harina de noni) con 13,60 g, mientras que el menor valor fue registrado en el T1 con 12,40 g. En la segunda semana, el T3 mantuvo los valores más altos (13,40 g), en tanto que los tratamientos T2 y T4 mostraron resultados similares, ambos con 12,80 g. Durante la tercera semana no se observaron diferencias entre tratamientos, registrándose un promedio uniforme de 13,00 g. En las semanas cuarta y quinta predominaron el T3 y el control, con promedios de 13,00 g y 13,20 g, respectivamente. Finalmente, en la sexta semana, el T1 alcanzó el mayor peso promedio con 13,60 g, seguido por T3 y T4 con 13,40 g, mientras que el menor valor correspondió al T2 (1,0 % de inclusión de harina de noni) con 13,20 g.

Tabla 11. Peso promedio del huevo (g)

Semanas	Tratamientos				CV (%)
	T1 (0,5 %)	T2 (1,0 %)	T3 (1,5 %)	T4 (control)	
1	12,40 ^a	12,80 ^a	13,60 ^a	13,00 ^a	7,05
2	13,00 ^a	12,80 ^a	13,40 ^a	12,80 ^a	5,79
3	13,00 ^a	13,00 ^a	13,00 ^a	13,00 ^a	7,85
4	12,80 ^a	12,80 ^a	13,00 ^a	12,60 ^a	4,84
5	12,80 ^a	12,80 ^a	12,60 ^a	13,20 ^a	3,41
6	13,60 ^a	13,20 ^a	13,40 ^a	13,40 ^a	6,13
Promedio	13,10	12,90	13,16	13,00	

Nota: letras superíndice iguales en una misma fila indican ausencia de diferencias estadísticas entre tratamientos, mientras que letras distintas señalan diferencias significativas de acuerdo con la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$)

Masa del huevo (g)

En la variable correspondiente a la masa del huevo de codorniz durante la fase de postura, los resultados de la primera semana mostraron que el mayor valor se registró en el tratamiento T2 con 7,18 g, mientras que el T4 obtuvo el menor promedio con 4,50 g. En la segunda y tercera semana, el T2 mantuvo los valores más altos con 8,65 g y 8,97 g, respectivamente. Para la cuarta semana, el tratamiento T2 (1,0 % de inclusión de harina de noni) alcanzó nuevamente el mayor valor con 7,70 g, en tanto que el T4 presentó el promedio más bajo con 5,25 g. En las dos últimas semanas, los tratamientos con mayores promedios fueron el T1 (8,23 g) en la quinta semana y el T2 (9,83 g) en la sexta semana. En el análisis global no se detectaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos ($P > 0,05$), lo que indica que la suplementación con harina de hojas de *Morinda citrifolia* en la dieta balanceada de codornices no influyó de manera significativa en esta variable. Los resultados detallados se presentan en la tabla 12.

Tabla 12. Masa del huevo en codornices de postura (g)

Semanas	Tratamientos				CV (%)
	T1 (0,5 %)	T2 (1,0 %)	T3 (1,5 %)	T4 (Control)	
1	5,54 ^a	7,18 ^a	5,92 ^a	4,50 ^a	40,59
2	7,10 ^a	8,65 ^a	6,00 ^a	5,35 ^a	33,91
3	8,15 ^a	8,97 ^a	6,10 ^a	6,38 ^a	34,58
4	7,61 ^a	7,70 ^a	6,20 ^a	5,25 ^a	32,10
5	8,23 ^a	7,73 ^a	5,84 ^a	5,86 ^a	37,96
6	7,94 ^a	9,83 ^a	6,53 ^a	7,75 ^a	27,79
Promedio	7,42	8,34	6,09	5,84	

Nota: letras superíndice iguales en una misma fila indican ausencia de diferencias estadísticas entre tratamientos, mientras que letras distintas señalan diferencias significativas de acuerdo con la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$)

Pigmentación de la yema

Tabla 13. Pigmentación de la yema

Tratamientos	Pigmentación													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
T1						X								
T2									X					
T3										X				
T4												X		

En la evaluación de la pigmentación de la yema de los huevos de codorniz, el tratamiento control (T4) registró el valor más alto con 12 puntos en la Escala de La Roché, lo que refleja la mayor intensidad de color.

En contraste, los tratamientos con inclusión de harina de noni presentaron valores inferiores: T1 con 6, T2 con 9 y T3 con 10 puntos, evidenciando una menor intensidad de pigmentación en comparación con el control. Los resultados específicos se detallan en la tabla 13.

Porcentaje de postura (%)

En la variable correspondiente al porcentaje de postura no se evidenciaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos. Durante la primera semana, el valor más alto se registró en el T2 con 56,20 %, mientras que el control alcanzó el menor porcentaje con 34,80 %. En las semanas siguientes (2, 3 y 4), el T2 se mantuvo como el tratamiento con los mayores promedios de postura (66,80 %; 69,80 % y 60,00 %, respectivamente). En la quinta semana, el T1 presentó el porcentaje más alto con 64,20 %, en tanto que el control mostró el valor más bajo con 44,40 %. Para la sexta semana, el T2 volvió a destacar con el mayor porcentaje (74,40 %), mientras que los tratamientos T1 y T4 registraron resultados similares de 57,60 %. Finalmente, el menor porcentaje correspondió al T3 (1,5 % de inclusión de harina de noni) con 48,80 %. Los resultados detallados se presentan en la tabla 14.

Tabla 14. Tasa de postura en codornices (%)					
Semanas	Tratamientos				CV (%)
	T1 (0,5 %)	T2 (1,0 %)	T3 (1,5 %)	T4 (control)	
1	44,40 ^a	56,20 ^a	44,40 ^a	34,80 ^a	39,75
2	54,60 ^a	66,80 ^a	44,60 ^a	41,00 ^a	29,98
3	61,80 ^a	69,80 ^a	46,20 ^a	48,60 ^a	33,79
4	59,80 ^a	60,00 ^a	47,80 ^a	41,40 ^a	31,60
5	64,20 ^a	59,20 ^a	46,00 ^a	44,40 ^a	38,48
6	57,60 ^a	74,40 ^a	48,80 ^a	57,60 ^a	25,20
Promedio	57,00	64,40	46,30	44,60	
Nota: letras superíndice iguales en una misma fila indican ausencia de diferencias estadísticas entre tratamientos, mientras que letras distintas señalan diferencias significativas de acuerdo con la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$)					

Análisis bromatológico de los huevos

En el análisis bromatológico de los huevos, respecto al porcentaje de humedad, se observó que en el día 0 el tratamiento T3 alcanzó el valor más alto con 28,55 %, mientras que el T1 presentó el menor porcentaje con 17,94 %. Al finalizar el ensayo (día 45), el tratamiento control (T4) registró el mayor valor con 45,19 %, en contraste con el T2 que mostró el porcentaje más bajo (26,42 %). En el caso de la ceniza, los valores iniciales fueron semejantes para T1 y T2 (1,39 %), inferiores al porcentaje más alto obtenido por T3 (1,75 %); tendencia que se mantuvo al día 45, donde T3 volvió a presentar el valor más elevado (1,75 %).

En cuanto al contenido de grasa, en el día 0 el tratamiento control (T4) presentó el mayor porcentaje con 36,47 %, mientras que el T3 registró el valor más bajo con 31,89 %. Al día 45, T4 mantuvo el nivel más alto con 40,37 %, frente al menor valor observado nuevamente en T3 (35,30 %). Respecto a la fibra, los resultados más altos se registraron en el día 0 con 16 %, mientras que al día 45 destacó el T1 con 19,37 %. Finalmente, en el análisis de proteína, el T3 alcanzó 20,41 % al inicio (día 0) y 20,42 % al día 45, manteniendo los mayores porcentajes en esta variable. Los resultados completos se presentan en la tabla 15.

Tabla 15. Análisis bromatológico de los huevos										
Tratamientos	Humedad		Ceniza		Grasa		Fibra		Proteína	
	(%)		(%)		(%)		(%)		(%)	
	DÍA 0	DÍA 45	DÍA 0	DÍA 45	DÍA 0	DÍA 45	DÍA 0	DÍA 45	DÍA 0	DÍA 45
T1	17,94	36,99	1,39	1,30	32,97	36,22	9,12	19,37	20,13	19,56
T2	21,41	26,42	1,39	1,13	34,89	36,38	13,49	10,83	18,08	20,12
T3	28,55	30,52	1,75	1,25	31,89	35,30	15,58	13,29	20,41	20,42
T4 (control)	28,06	45,19	1,47	1,20	36,47	40,37	16,00	16,81	19,55	13,71

Evaluación de la viabilidad económica de la inclusión de harina de hojas de *M. citrifolia* en la dieta de codornices ponedoras

En la tabla 16 se presentan los resultados del análisis económico. El tratamiento T2, con 1,0 % de inclusión de harina de noni como nutraceutico, registró la mayor rentabilidad con un 45,50 % y una relación beneficio/costo de 1,45, lo que indica que por cada dólar invertido se obtuvo una ganancia de 0,45 USD. Le siguieron el T1 con una relación beneficio/costo de 1,30 y una rentabilidad del 29,63 %, y el T3 con 1,05 y 5,12 %, respectivamente. El menor beneficio correspondió al tratamiento control (T4), con una relación beneficio/costo de 1,01 y una rentabilidad del 0,56 %. A pesar de estas diferencias, todos los valores obtenidos se consideran aceptables dentro de los parámetros de producción avícola.

Rubros	0,5 % harina de nutraceutico	1,0 % harina de nutraceutico	1,5 % harina de nutraceutico	0 % harina de nutraceutico
Ingresos	T1	T2	T3	T4
Total de Huevos Producidos	825,00	926,00	669,00	640,00
Precio por huevo, USD	0,07	0,07	0,07	0,07
Total, de Ingresos, USD	57,75	64,82	46,83	44,80
Costos				
Codorniz 35 (\$1,20 c/u)	42,00	42,00	42,00	42,00
Mano de Obra	1,45	1,45	1,45	1,45
Alimentación	1,1	1,1	1,1	1,1
Total, de Costos, USD	44,55	44,55	44,55	44,55
Beneficio Neto	13,20	20,27	2,28	0,25
Beneficio / Costo	1,30	1,45	1,05	1,01
Rentabilidad	29,63	45,50	5,12	0,56

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en este estudio evidenciaron que la inclusión de los tratamientos evaluados no generó diferencias estadísticas significativas ($P>0,05$) en variables productivas como el consumo de alimento, la ganancia diaria de peso, el peso final y la postura de huevos. Este hallazgo sugiere que las dietas suplementadas mantienen un comportamiento productivo estable en codornices ponedoras, sin comprometer su rendimiento. Desde una perspectiva práctica, la ausencia de efectos negativos constituye un aspecto relevante, ya que respalda la factibilidad de incluir ingredientes alternativos en las dietas balanceadas como estrategia nutricional sostenible.

En términos de interpretación, la estabilidad de las respuestas podría explicarse por la adecuada capacidad fisiológica de las codornices para asimilar los nutrientes de las dietas, manteniendo un equilibrio metabólico que evita variaciones significativas en el rendimiento productivo. Este comportamiento coincide con el principio de homeostasis alimentaria, donde el ave regula su ingesta para satisfacer requerimientos energéticos y nutricionales, aun cuando se modifican los componentes de la dieta.

Los resultados tienen implicaciones científicas, económicas y sociales. Científicamente, aportan evidencia sobre la inocuidad de incluir suplementos de origen vegetal en dietas de codornices, contribuyendo a ampliar la base de conocimientos en nutrición aviar. Desde la perspectiva económica, se plantea la posibilidad de reducir los costos de alimentación mediante la sustitución parcial de insumos convencionales por ingredientes alternativos de fácil acceso. Socialmente, esta estrategia puede favorecer la sostenibilidad de sistemas de producción a pequeña y mediana escala, mejorando la disponibilidad de proteína animal de alta calidad para el consumo humano.

Los hallazgos obtenidos en esta investigación guardan similitud con los reportados por Degalloda⁽¹⁶⁾, quien evaluó la adición de harina de hojas de moringa en niveles de 0,5 y 10 % en dietas para codornices, con el propósito de analizar la utilización de nutrientes, la postura y la calidad del huevo. En dicho estudio, los análisis estadísticos no mostraron diferencias significativas ($P>0,05$) en variables como consumo de alimento, ganancia diaria de peso, peso final y producción de huevos. De manera semejante, Ibarra⁽¹⁷⁾ evaluó el efecto de la inclusión de inulina en dietas para codornices de 10 semanas de edad, y tampoco encontró diferencias estadísticas en el consumo de alimento entre los tratamientos.

Resultados coincidentes fueron descritos por Ibarra⁽¹⁷⁾ en su trabajo sobre el comportamiento productivo, la calidad de la cáscara y la calidad interna de los huevos en codornices alimentadas con dietas suplementadas

con inulina bajo condiciones de niveles normales o reducidos de calcio. En este caso, el índice de conversión alimenticia tampoco presentó diferencias significativas entre tratamientos. Asimismo, Degalloda⁽¹⁶⁾ informó resultados semejantes al evaluar la suplementación con harina de hojas de moringa, ya que no se detectaron diferencias estadísticas ($P>0,05$) en la producción de huevos. De igual modo, los resultados de la presente investigación concuerdan con lo descrito por Salazar⁽¹⁸⁾, quienes tampoco evidenciaron variaciones significativas entre los tratamientos ($P>0,05$).

En contraste, por Degalloda⁽¹⁶⁾ informó resultados diferentes al observar que, en su ensayo con harina de moringa, el peso promedio de los huevos fue mayor en el tratamiento T1, en comparación con T2 y T3 ($P>0,05$). De manera semejante, Salazar⁽¹⁸⁾, en su investigación titulada “Efecto fitobiótico del polvo de hojas de *Jatropha curcas* en la productividad, calidad del huevo y bioquímica sanguínea de codornices ponedoras”, obtuvieron resultados en los que los indicadores de calidad y peso de los huevos no presentaron diferencias estadísticas ($P>0,05$). Estos autores sugieren la suplementación con un 0,5 % de polvo de hojas de *J. curcas* en dietas de codornices ponedoras como alternativa viable.

Por otro lado, Degalloda⁽¹⁶⁾ también reportó resultados divergentes al evaluar la inclusión de harina de hojas de moringa en la dieta balanceada de codornices, ya que niveles de hasta 10 % favorecieron la pigmentación de la yema sin comprometer la producción ni la calidad del huevo, observándose los mayores valores de coloración en los tratamientos T2 y T3. Finalmente, Salazar⁽¹⁸⁾, en su investigación sobre el empadre continuo y rotativo con dos sistemas de suministro de alimento en codornices reproductoras, encontró diferencias significativas entre tratamientos, destacando que el sistema rotativo cada siete días, combinado con la dieta utilizada, generó un mayor porcentaje de postura.

El presente trabajo se desarrolló bajo condiciones experimentales controladas, lo que permitió garantizar la confiabilidad de los datos y reducir la variabilidad ambiental. No obstante, este enfoque restringe la extrapolación directa de los resultados a sistemas comerciales a gran escala. Asimismo, el periodo de evaluación de 45 días proporcionó información suficiente para identificar tendencias iniciales en el desempeño productivo, aunque no abarcó los efectos potenciales en ciclos prolongados de producción.

De igual manera, no se incorporaron variables fisiológicas o bioquímicas que hubieran permitido una interpretación más profunda de los mecanismos internos asociados a la respuesta de las aves.

Pese a ello, los hallazgos ofrecen una base sólida y confiable para la comprensión del efecto de dietas suplementadas en codornices, constituyendo un punto de partida valioso para futuros estudios que integren evaluaciones de mayor duración, análisis fisiológicos y validaciones en condiciones productivas reales.

CONCLUSIONES

La suplementación de dietas de codornices ponedoras con harina de hojas de *Morinda citrifolia* (noni) constituye una estrategia nutricional viable y prometedora, ya que no afecta de manera negativa los parámetros productivos y aporta compuestos bioactivos con potencial beneficio en el desempeño de las aves. Estos resultados confirman que el uso de ingredientes alternativos de origen vegetal puede integrarse en programas de alimentación sin comprometer la eficiencia zootécnica.

Más allá de la estabilidad observada en la productividad, la inclusión de harina de noni representa una alternativa con implicaciones prácticas, económicas y sociales. Su incorporación en dietas balanceadas abre la posibilidad de reducir costos de producción, diversificar las fuentes de materias primas y aprovechar recursos locales de fácil acceso, lo que contribuye a la sostenibilidad de los sistemas avícolas y a la seguridad alimentaria.

Finalmente, este estudio constituye un punto de partida para futuras investigaciones orientadas a explorar los mecanismos fisiológicos y bioquímicos asociados al efecto del noni en las aves, así como su impacto a largo plazo en la productividad, la calidad del huevo y los indicadores de rentabilidad. La validación de estos hallazgos en condiciones comerciales permitirá consolidar el uso de este recurso vegetal como una herramienta innovadora para el desarrollo de una avicultura más sostenible y competitiva.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. González P, Robustillo P, Caravaca F. Effects of long-term storage on hatchability and incubation length of game farmed quail eggs. *Animals*. 2023;13(13):1-13. <https://www.mdpi.com/2223-7747/11/5/697#B93-plants-11-00697>
2. Nakaguchi V, Ahamed T. Development of an early embryo detection methodology for quail eggs sing a thermal micro camera and the yolo Deep learning algorithm. *Sensors*. 2022;22(15):1-22.
3. Gallo M, Huamán O. Effect of *Coturnix japonica* (quail) egg yolk in ethanol damage-induced mice. *Nutr Clin y Diet Hosp*. 2023;43(4):91-7.
4. Lobato H, Viera M, Rezende R, Ferreira F, Lara L. Japanese quail production in Brazil: historic, challenges and opportunities. *Worlds Poult Sci J*. 2025;1(20):1-10.

5. Arunrao K, Kannan D, Amutha R, Kannan A, Yakububu A. Production performance of four lines of Japanese quail reared under tropical climatic conditions of Tamil Nadu, India. *Front Genet.* 2023;14:1-13.
6. Gomes A, Santos R, Albuquerque D, Arantes L, Perazzo F. Heat Stress in japanese quails (*Coturnix japonica*): benefits of phytase supplementation. *Animals.* 2024;14(24):1-25.
7. Owusu B, Appaw W, Abe V. Antibiotic residues in poultry eggs and its implications on public health: A review. *Sci African.* 2023;19:1-9.
8. Zambrano S, Suárez G, Vásquez L, Alvarado K, Vera J, Intriago F, et al. Freeding Big- American turkeys with a balanced diet plus turnip (*Brassica rapa* L.). *Rev Vet y Zootec Amaz.* 2023;3(2):1-13. <https://revistas.unsm.edu.pe/index.php/revza/article/view/544>
9. Yepez P, Arévalo W, Vásquez L, Alvarado KB alimentados con balanceado U+ N en fase engorde para mejorar las características organolépticas de la carne. Pavos BIG6 alimentados con balanceado UTEQ + NABO en fase engorde para mejorar las características organolépticas de la carne. *J Sci Res.* 2022;7(2):1-10. <https://revistas.utb.edu.ec/index.php/sr/article/view/2737>
10. Yépez P, Vásquez L, Alvarado K, Intriago F, Estrada R, Vera J. Organoleptic characteristics of chicken meat pio pio Campero with balanced diets UTEQ and *saccharomyces cerevisiae*, in the experimental farm “La Maria.” *Rev Investig Agroempresariales.* 2023;10:9-18. <https://revistas.sena.edu.co/index.php/riag/article/view/5492>
11. Yépez P, Vásquez L, Vera F, Rodríguez S, Romero D, Alvaro P. Effect of different levels of breer´s yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) application on productive parameters and economic analysis. *Rev la Fac Agron y Vet - UNRC.* 2024;7(14):1-25.
12. Adriani L, Indrayati N, Rusmana D, Hernawan E, Rochana A. Effect of noni (*Morinda citrifolia*) fruit flour on antioxidant status and hematological indices of laying Japanese quail. *Int J Poult Sci.* 2017;16(3):93-7.
13. Vásquez L, Vera J, Erazo C, Intriago F. Induction of *rhizobium japonicum* in the fermentative mass of two varieties of cacao (*Theobroma Cacao* L.) as a strategy for the decrease of cadmium. *Int J Health Sci (Qassim).* 2022;3(April):11354-71. <https://sciencescholar.us/journal/index.php/ijhs/article/view/8672/5762>
14. Vasquez L, Alvarado K, Intriago F, Vera J, Raju N, Prasad R. Banana and apple extracts with efficient microorganisms and their effect on cadmium reduction in cocoa beans (*Theobroma cacao* L.). *Discov Food.* 2024;4(1):1-13. <https://link.springer.com/article/10.1007/s44187-024-00205-5>
15. Foo S, Yusoff F, Khong N. Storage and degradation kinetics of physicochemical and bioactive attributes in microalgal-derived fucoxanthin-rich microcapsules. *J Agric Food Res.* 2024;15:1-14.
16. Degalloda K, Bernal H, Olivares E, Vásquez N, Cervantes M, Morales A, et al. Efecto de la inclusión de *Moringa oleifera* Lam. en dietas de cordoniz, sobre posturas, utilización de energía, proteína metabolizable y calidad de huevo. *Sci Agric Vita.* 2024;1(3):1-12.
17. Ibarra A, Vilchez C, Mendoza O. Comportamiento productivo, calidad de cáscara y calidad interna del huevo de codornices (*Coturnix coturnix*) alimentadas con insulina en dietas normales o bajas en calcio. *Rev Investig Vet del Peru.* 2023;34(1):1-13.
18. Salazar I, Rodríguez R, Aroche R, Valdivié M, Martínez Y. Phytobiotic effect of *Jatropha curcas* leaf powder on productivity, egg quality. *Cuba J Agric Sci.* 2021;55(3):315-26. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2079-34802021000300315

FINANCIACIÓN

Los autores no recibieron financiación para el desarrollo de la presente investigación

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

Conceptualización: Luis Humberto Vázquez Cortez, Piedad Francisca Yépez Macías.

Curación de datos: Piedad Francisca Yépez Macías, Luis Humberto Vázquez Cortez.

Análisis formal: Luis Humberto Vázquez Cortez, Piedad Francisca Yépez Macías.

Investigación: Piedad Francisca Yépez Macías, Luis Humberto Vázquez Cortez.

Metodología: Luis Humberto Vázquez Cortez, Piedad Francisca Yépez Macías.

Recursos: Piedad Francisca Yépez Macías, Luis Humberto Vázquez Cortez

Software: Luis Humberto Vázquez Cortez, Piedad Francisca Yépez Macías.

Supervisión: Luis Humberto Vázquez Cortez.

Validación: Piedad Francisca Yépez Macías, Luis Humberto Vázquez Cortez.

Visualización: Piedad Francisca Yépez Macías, Luis Humberto Vázquez Cortez.

Redacción - borrador original: Piedad Francisca Yépez Macías, Luis Humberto Vázquez Cortez.

Redacción - revisión y edición: Luis Humberto Vázquez Cortez, Piedad Francisca Yépez Macías.