



RESEARCH ARTICLE

A prebiotic diet based on dandelion (*Taraxacum officinale*) improves the productive performance and intestinal morphology of laying hens

Una dieta prebiótica a base de diente de león (*Taraxacum officinale*) mejora el desempeño productivo y la morfología intestinal de gallinas ponedoras

Francys Mitchel Canto Saenz¹ ; José Américo Saucedo-Uriarte² ; Alejandrina Sotelo-Mendez³ ; Segundo José Zamora-Huamán^{2,*} 

¹ Instituto Nacional de Innovación Agraria, Estación Experimental San Bernardo, Avenida Fitzcarrald 265, Tambopata, Madre de Dios. Peru.

² Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Calle Higos Urco 342-350-356, Chachapoyas, Amazonas. Peru.

³ Universidad Nacional Agraria la Molina, Facultad de Zootecnia, Departamento de Nutrición, La Molina 15024, Lima. Peru.

* Corresponding author: jose.zamora@untrm.edu.pe (S. J. Zamora-Huamán).

Received: 9 November 2020. Accepted: 15 July 2021. Published: 20 August 2021.

Abstract

The inclusion of Dandelion meal [DL] (*Taraxacum officinale*) in the diet of laying hens and its effect on productive performance, intestinal morphology and dry matter content in feces was evaluated. Ninety-six 35-week-old brown Hisex hens were distributed in 6 treatments. Gradual levels of DM meal (1%, 2%, 3% and 4%) were compared with a diet based on the mixture of antibiotics (CAB; 0.03% Zinc bacitracin + 0.03% colistin sulfate) and another based of 0.20% sodium butyrate (CPB). DM and CPB improved egg production ($p < 0.05$) compared to CAB, but feed consumption and egg weight decreased with the use of 4% DM ($p < 0.05$), without affecting the feed conversion ratio ($p > 0.05$). In general, DM (1% - 4%) improved intestinal morphology parameters ($p < 0.05$). Higher quantity and content of dry matter in feces was observed in 4% DM compared to CAB. The incorporation of up to 3% DM improved the productive indexes on the feeding of laying hens and managed to have the best prebiotic effect, as it was evidenced in the intestinal morphology and goblet cells.

Keywords: *Taraxacum officinale*; dandelion; productive performance; prebiotic; fitobiotic; nutraceutical; intestinal morphology.

Resumen

Se evaluó la inclusión de la harina de Diente de León [DL] (*Taraxacum officinale*) en la dieta de gallinas ponedoras y su efecto en el desempeño productivo, morfología intestinal y contenido de materia seca en heces. Noventa y seis gallinas Hisex marrón de 35 semanas de edad fueron distribuidas en 6 tratamientos. Niveles graduales de harina de DL (1%, 2%, 3% y 4%) fueron comparadas con una dieta en base a la mezcla de antibióticos (CAB; 0.03% Zinc bacitracina + 0,03% sulfato de colistina) y otra a base de 0.20% de butirato de sodio (CPB). El DL y CPB mejoraron la producción de huevo ($p < 0,05$) respecto a CAB, pero el consumo de alimento y peso de huevo disminuyeron con el uso de 4% de DL ($p < 0,05$), sin afectar la conversión alimenticia ($p > 0,05$). En líneas generales, el uso de DL (1% - 4%) mejoraron los índices evaluados para morfología intestinal ($p < 0,05$). Mayor cantidad y contenido de materia seca de heces se observó en 4% DL comparado con CAB. La incorporación de hasta 3% DL mejoró los índices productivos en la alimentación de gallinas ponedoras y logró tener el mejor efecto prebiótico, al evidenciarse en la morfología intestinal y células caliciformes.

Palabras clave: *Taraxacum officinale*; diente de leon; performance productivo; prebiótico; fitobiótico, nutraceutico; morfología intestinal.

DOI: <https://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2021.044>

Cite this article:

Canto Saenz, F. M., Saucedo-Uriarte, J. A., Sotelo-Mendez, A., & Zamora-Huamán, S. J. (2021). Una dieta prebiótica a base de diente de león (*Taraxacum officinale*) mejora el desempeño productivo y la morfología intestinal de gallinas ponedoras. *Scientia Agropecuaria*, 12(3), 403-410.

1. Introducción

La industria de la producción de huevos juega un papel importante en la dieta humana y provee una variedad de nutrientes (Wilson, 2017) implica procesos complejos que incluyen eficiencia en todas las etapas, siendo la nutrición y alimentación la que más costos involucra (Lang et al., 2019). Para garantizar una eficiente producción avícola, los antibióticos promotores de crecimiento (APC) han sido

ampliamente usados en la prevención de enfermedades, así como en la mejora de la producción, sin embargo, su uso excesivo ha desencadenado en resistencia bacteriana (Sebastian et al., 2021). El incremento de los estándares de calidad en los alimentos y el cuidado de los consumidores conlleva a una mayor presión por alternativas más naturales y que no dejen residuos en carne y huevos (El-Ghousein & Al-Beitawi, 2009).

Existen alternativas a los APC y que se adicionan al alimento en la forma de aditivos: pueden ser de origen probiótico, prebiótico, enzimas, hierbas (Henchion et al., 2017) y ácidos orgánicos que contribuyen a una alta productividad, mejorando la palatabilidad (Pandey et al., 2019) y que sean simultáneamente seguros para los animales, humanos y el medio ambiente (Al-Yasiry et al., 2017; Samolińska et al., 2020).

Los prebióticos son componentes no digeribles en los ingredientes de los alimentos que afectan de manera benéfica a su hospedero. Actúan mediante la estimulación selectiva del crecimiento y/o actividad de un número limitado de bacterias benéficas en el colon, además de la producción de vitaminas y mantenimiento del equilibrio del sistema inmunológico (Azad et al., 2020). Para ser clasificado como prebiótico, el substrato no debe ser hidrolizado o absorbido en el estómago o intestino delgado, debe ser selectivo y su fermentación debe inducir efectos benéficos en el hospedero (Gibson et al., 2004).

El Diente de León (DL, *Taraxacum officinale*) pertenece a la familia de las Asteraceae, ha sido ampliamente usado en medicina ancestral y actual para el tratamiento de diversas enfermedades (Hu, 2018; Liu et al., 2020), tiene actividad antiangiogénica, antiinflamatoria, antimicrobiana, antinociceptiva y antioxidante (Balenočić et al., 2018; Ge et al., 2021). Tiene componentes antiplaquetarios por la fracción C de las hojas, la que reduce la expresión de P-selectina y la presencia de una forma activa de glicoproteínas (GPIIb/IIIa) en las plaquetas que se estimulan con colágeno y se inhibe la formación de trombones (Lis et al., 2021). Es una rica fuente de nutrientes (Lis & Olas, 2019), es usado como prebiótico, debido a ingredientes activos como la inulina (Balenočić et al., 2018).

Algunos investigadores sugieren su uso en la alimentación animal, debido a su actividad prebiótica y como reemplazo al uso de antimicrobianos en dietas de pollo de engorde (Al-Kassie et al., 2008), promueve la salud intestinal, mejorando la morfología, inmunidad y capacidad antioxidante en *Trachinotus ovatus* (Tan et al., 2018). De acuerdo a la parte de la planta (raíz, tallo y flor) usado en la alimentación animal, estas pueden tener efectos favorables en la salud integral de las aves. La raíz del DL tiene un efecto favorable sobre el sistema gastrointestinal, estimulando la digestión y función hepática, mientras que las hojas son usadas para dar un efecto diurético y los componentes flavonoides en las flores presentan efecto inmuno estimulador (Yarnell & Abascal 2009; Jassim et al., 2012). En un experimento hecho con gallinas al pastoreo, utilizaron 29% de hierbas (*Plantago lanceolata* L., *T. officinale* auct. non Wigg., *Urtica dioica* L., *Achillea millefolium* L.) más trigo integral como alimento, logrando obtener un aumento significativo en el contenido de carotenoides y tocoferol, por consiguiente, estabilidad oxidativa en huevos (Skřivan & Englmaierová, 2014). En pavos, al suministrar 0,25% de *T. officinale* (precedente biológico) en la dieta basal no presentó efecto alguno en ninguno de los parámetros productivos (Sahib, 2017). Sin embargo, todavía existe limitada información relacionada con la inclusión específica de la harina de DL en dietas de gallinas ponedoras y su efecto prebiótico en el desempeño productivo y la morfología intestinal.

El objetivo de la presente investigación fue evaluar la inclusión de la harina de DL en la dieta de gallinas ponedoras y su efecto en el desempeño productivo, morfología intestinal y contenido de materia seca en heces.

2. Materiales y métodos

El experimento se realizó en el Módulo de Investigación en Gallinas de Postura de la Estación Experimental Chachapoyas de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. La evaluación de morfología intestinal se realizó en el Laboratorio de Histología perteneciente a la Universidad Nacional Agraria la Molina (UNALM). En el experimento se emplearon 96 gallinas ponedoras de 35 semanas de edad, distribuidas al azar en seis tratamientos: T1 (CAB: 0,03% de Zinc bacitracina más 0,03% de sulfato de colistina), T2 (CPB: 0,20% de butirato sódico), T3-6 (1%, 2%, 3% y 4% DL) y con una duración de 8 semanas. Cada tratamiento tuvo cuatro unidades experimentales (jaulas) y cuatro gallinas por jaula (repetición). Los insumos evaluados fueron: harina de diente de león (DL) en composición de 82% de hojas más tallo y 18% de raíz, cuya mezcla presentó 11,75% de humedad, 13,90% de proteína cruda, 3,15% de extracto etéreo, 14,41% de ceniza y 12,12% de fibra.

Las dietas experimentales fueron balanceadas en base a los estándares nutricionales de Hendrix Genetics Francia. El porcentaje de composición y su valor nutricional de las dietas experimentales se muestran en la **Tabla 1**.

Para la evaluación de los índices productivos se consideró la producción de huevos (relación entre el número de huevos producidos diarios y el número de gallinas) (Morales et al., 2018), consumo de alimento, conversión alimenticia (Dazuk et al., 2020). Los pesos de huevo se realizaron semanalmente, registrado con una balanza digital (kambor, KD-08, USA), de capacidad máxima de 5 kg y sensibilidad de 0,1 g.

Para la morfología intestinal se benefició a cuatro gallinas por tratamiento (24 gallinas al azar) y se extirparon los segmentos intestinales. Del intestino delgado se seccionó el duodeno (desde la salida de la molleja hasta el final del asa pancreática) e íleon (desde el divertículo de Meckel hasta la unión ileocecal). Un aproximado de 2,5 cm de intestino se recolectó para la preparación de muestras y evaluar la morfología intestinal (Chen et al., 2020). Cada repetición (muestra) fue embebida en los medios de inclusión, resina y cera, hasta su endurecimiento mediante congelación; posteriormente se cortó en secciones de 5 µm de espesor para finalmente ser teñidas con colorantes hematoxilina-eosina (Yang et al., 2019; Gong et al., 2020). Seguido a la preparación del tejido seccionado, se fijó en láminas portaobjetos, para luego ser observadas ante microscopio óptico (Leica, modelo DM750) y finalmente realizar el análisis de imágenes (Leica, modelo ICC50W) para su evaluación (Liu et al., 2020). De cada muestra se midió 10 vellosidades y se estableció un promedio. En las mediciones se consideró: altura de vellosidad (HV), ancho de vellosidad (AV), profundidad de cripta (PC), células calciformes (CC) y relación entre altura de vellosidad intestinal con profundidad de cripta (HV/PC) (Gong et al., 2020). Además, el efecto diurético se realizó tomando los pesos y contenido de materia seca de las heces en los tratamientos (Chopda et al., 2013).

Tabla 1

Composición y valor nutricional de las dietas experimentales

Composición	Tratamientos					
	CAB	CPB	DL1	DL2	DL3	DL4
Maíz amarillo	60,5	60,36	59,56	58,36	57,36	56,36
Torta de Soya	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87
Subproducto de trigo	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Aceite de soya	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Carbonato de calcio	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50
Fosfato dicálcico	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40
Sal común	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
DL metionina	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14
Premezcla vit. + minerales ¹	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Cloruro colina 60%	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
Bicarbonato de sodio	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
Zincbacitracin + S.Colistina	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Butirato de sodio	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00
Diente de León	0,00	0,00	1,00	2,00	3,00	4,00
Valor nutricional						
Energía metabolizable (Mcal/kg)	2,80	2,80	2,80	2,80	2,80	2,80
Proteína bruta (%)	16,70	16,70	16,70	16,70	16,70	16,70
Fibra bruta (%)	2,72	2,72	2,72	2,72	2,72	2,72
Calcio (%)	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60
Fósforo disponible (%)	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36
Lisina digestible (%)	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78
Metionina digestible (%)	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39
Met + Cis digestible (%)	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64
Treonina digestible (%)	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
Triptófano digestible (%)	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
Ácido linoleico (%)	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40
Sodio (%)	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15

¹ Vit + min premix: vitamina A, 12000 UI/kg; Vitamina D3, 3600 UI/kg; Vitamina E, 18 UI/kg; Vitamina K3, 3,0 mg/kg; tiamina, 2,4 mg/kg; riboflavina, 7,2 mg/kg; piridoxina, 7,8 mg/kg; ácido pantoténico, 7,2 mg/kg; ácido fólico, 0,6 mg/kg; niacina, 24 mg/kg; biotina, 0,18 mg/kg; manganeso, 72 mg/kg; zinc, 7,2 mg/kg; hierro, 4,8 mg/kg; cobre, 7,2 mg/kg; yodo, 1,2 mg/kg; selenio, 0,36 mg/kg y cobalto, 0,18 mg/kg.

La investigación se realizó bajo un Diseño Completamente al Azar (DCA). Los parámetros productivos, morfología intestinal y efecto diurético de tratamientos fueron evaluados mediante análisis de variancia de una vía. Las diferencias entre las medias fueron evaluadas con la prueba de Tukey, con un nivel de significancia de 0,05 en el paquete informático SAS v. 6 (SAS, 2009).

3. Resultados y discusión

Parámetros productivos

La inclusión del DL (en todos sus niveles) y CPB (0,20% de butirato sódico) en la dieta de gallinas ponedoras mejoró la producción de huevo de manera significativa ($p < 0,05$) en más del 4.5% respecto al CAB (0.03% de Zinc bacitracina+0.03% sulfato de colistina) y se muestran en la Tabla 2. La inclusión de butirato de sodio (300 g/t) y zinc bacitracina (30 ppm/t) en la dieta de gallinas de producción comercial incrementa el porcentaje de producción de huevos hasta 5,8% sobre el promedio de aves que son alimentadas con dieta estándar (Sánchez et al., 2009). Otro estudio demuestra que al incluir 30 ppm de zinc bacitracina en la dieta de gallinas de la estirpe ISA-Babcock B380 llegaron a un porcentaje de postura de 92,6% (Sánchez et al., 2011), siendo similar al hallazgo de este estudio. El más alto porcentaje de producción del tratamiento de diente de león y butirato de sodio puede deberse a las mejores características de la vellosidad intestinal (alto y ancho), por lo que se asocia con la mayor digestión y absorción de nutrientes para la producción de huevos.

El consumo de alimento disminuyó significativamente ($p < 0,05$) con 4% de DL en la dieta respecto a los otros grupos de aves (Tabla 2), posiblemente por altos niveles de taraxacina, amyryna entre otros de sabor amargo (Qureshi et al., 2017; Yan et al., 2011). Sin embargo, un porcentaje bajo de DL (1%) mejora el consumo de alimento. Las hojas del DL aportan sustancias que estimulan el apetito posiblemente por sus componentes de lactona y sesqui terpenoides que pertenecen a los grupos eudesmanóidos y germacranóidos (Gimeno, 2000; Sweeney et al., 2005). Específicamente, las hojas del DL presentan ese sabor amargo por la presencia de ácido taraxínico β -D-glucopiranosido y ácido 11,13-dihidrotaraxínico-D-glucopiranosido (González-Castejón et al., 2012). En ese sentido, es importante considerar equilibrar la cantidad adicionada de DL en la dieta y que permitan un adecuado consumo que permita mejorar la productividad.

Los niveles de consumo de alimento de este estudio son inferiores a los reportados por la literatura. Al incluir 300 g/t de butirato en la dieta en gallinas Bovans, el consumo fue de 111,9 g/ave/día (Sánchez et al., 2009) y en gallinas ponedoras de la estirpe ISA-Babcock B380 al incluir 30 ppm de zinc bacitracina, el consumo reportado es 123,6 g/ave/día (Sánchez et al., 2009). Aunque al butirato de sodio se le atribuye el estímulo de la síntesis de hormonas gastrointestinales que son relacionadas con el consumo de alimento (Hu & Gou, 2007; Puyalto & Mallo, 2014), fue menor el consumo el grupo que recibió butirato respecto al DL en concentración del 1% (Tabla 2).

Tabla 2
Efecto de tratamientos en los indicadores de producción en gallinas ponedoras

Item	Tratamientos							Valor P
	CAB ¹	CPB ²	DL1 ³	DL2 ⁴	DL3 ⁵	DL4 ⁶	EEM ⁷	
Producción de huevo (%)	93,41 ^b	98,55 ^a	98,10 ^a	97,43 ^a	99,00 ^a	97,43 ^a	0,42	0,000
Consumo de alimento (g/ave/día)	101,48 ^{ab}	99,58 ^b	102,43 ^a	100,63 ^{ab}	99,88 ^{ab}	96,90 ^c	0,35	0,000
Conversión alimenticia (kg/kg)	1,63	1,55	1,63	1,57	1,61	1,59	0,01	0,069
Peso de huevo (g)	65,48 ^a	65,26 ^a	63,80 ^{ab}	64,66 ^{ab}	63,30 ^{ab}	61,88 ^b	0,31	0,004

^{ab} Letras diferentes de cada fila indican diferencias significativas (p < 0,05). ¹ Control AntiBiótico (0,03% BMD + 0,03% Colystina sulfato); ² Control PreBiótico (0,03% Butirato de Sodio); ³⁻⁶ Diente de León desde 1% al 4%; ⁷ Error estándar de la media.

Tabla 3
Efecto de tratamientos en la morfología intestinal¹ y células calciformes² de gallinas ponedoras

Item	Tratamientos							Valor P
	CAB ³	CPB ⁴	DL1 ⁴	DL2 ⁶	DL3 ⁷	DL4 ⁸	EEM ⁹	
Duodeno								
HV ¹⁰	1023,74 ^e	1079,01 ^{de}	1292,79 ^c	1375,35 ^b	1536,07 ^a	1125,69 ^d	13,42	0,000
AV ¹¹	85,78 ^c	101,37 ^a	99,11 ^{ab}	99,00 ^{ab}	98,98 ^{ab}	97,19 ^b	0,45	0,000
PC ¹²	31,71 ^c	35,70 ^b	36,97 ^a	33,03 ^{bc}	36,15 ^b	38,20 ^a	0,53	0,0015
HV/PC ¹³	33,64 ^b	32,62 ^b	36,92 ^{ab}	44,97 ^a	45,18 ^a	30,75 ^c	0,79	0,000
CC ¹⁴	28,23 ^b	25,20 ^c	29,30 ^b	31,15 ^a	30,60 ^a	31,35 ^a	0,24	0,000
Íleon								
HV	1185,94 ^d	1239,73 ^c	1426,73 ^{ab}	1439,46 ^a	1370,72 ^b	1333,08 ^{bc}	8,65	0,000
AV	131,07 ^b	131,16 ^b	143,87 ^a	151,21 ^a	128,78 ^b	126,99 ^b	1,27	0,000
PC	51,51 ^c	55,50 ^{ab}	56,77 ^a	52,83 ^b	55,95 ^{ab}	58,00 ^a	0,53	0,0015
HV/PC	23,39 ^b	22,90 ^c	26,13 ^{ab}	28,23 ^a	25,20 ^{ab}	23,38 ^b	0,31	0,000
CC	20,07 ^b	14,60 ^c	16,08 ^c	20,70 ^{ab}	21,75 ^a	19,95 ^b	0,26	0,000

^{ab} Letras diferentes de cada fila indican diferencias significativas (p < 0,05). ¹ Micrómetro, ² Numero de células calciformes por vellosidad; ³ Control AntiBiótico (0,03% BMD + 0,03% Colystina sulfato); ⁴ Control PreBiótico (0,03% Butirato de Sodio); ⁵⁻⁸ Diente de León desde 1% al 4%; ⁹ Error estándar de la media; ¹⁰ Altura de vellosidad; ¹¹ Ancho de vellosidad; ¹² Profundidad de cripta; ¹³ Relación; ¹⁴ Células calciformes.

Al respecto, **Moquet et al. (2018)** y **Furness et al. (2013)** mencionan que el butirato presenta un efecto anoréxico y que está modulado por células colónicas L. Estas células se encuentran en el intestino delgado distal, pero el colon es el sitio principal para efectos anoréxicos. Además, las células L son entero endócrinas que funcionan estimulando la absorción de carbohidratos, liberando insulina y retrasando el tránsito intestinal (**Furness et al., 2013**). No se encontró diferencias significativas (p > 0,05) en valores de conversión alimenticia entre grupos de estudio (**Tabla 2**). Un similar resultado obtuvo **Świątkiewicz et al. (2010)**, quienes al suplementar las dietas de aves de postura con aditivos como 0,75% de inulina, 0,75% de oligofruktosa y 0,50% de ácidos grasos volátiles, no encontraron diferencias en la conversión de alimento. En pollos de engorde chinos, al suministrarse 9 g/kg de peso vivo de *Taraxacum officinale* y *Astragalus membranaceus* no se reportó diferencias en conversión alimenticia a los 7 y 14 días (**Liang et al., 2021**). Otro estudio en pavos, al adicionar 0,25% de DL y 0,25% de DL más 0,25% de *Saccharomyces cerevisiae* (SC) en la dieta, no afectó la conversión alimenticia (**Sahib, 2017**). Estos resultados coinciden con ciertos reportes que, al usar bacitracina o paredes celulares de SC en la dieta de aves de postura, no encontraron efecto alguno en la conversión de alimento (**Koizuma et al., 2018**) y otros si encontraron diferencias en conversión de alimento al incluir SC en alimento en gallinas Hy-line Brown (**Dazuk et al., 2020**). Al no encontrarse diferencias entre los grupos evaluados, se puede usar el DL como prebiótico en la industria avícola. Se encontraron menores pesos de huevo con la adición de 4% de DL en la dieta en comparación al CAB y CPB. **Sánchez et al. (2011)**, reportaron pesos similares de huevos al incluir 30 ppm de bacitracina y 300 g/t de butirato de sodio en gallinas de 32 semanas de edad.

Morfología intestinal

Los datos sobre la morfología del duodeno e íleon se muestran en la **Tabla 3**. La morfología intestinal de gallinas ponedoras fue mayor en alto y ancho de vellosidad al incluir de 1 a 3% de DL y ancho de vellosidad al adicionar butirato de sodio (**Figura 1**). Los promedios más altos para altura de vellosidad (HV) en duodeno e íleon se encontraron en los tratamientos DL1, DL2 y DL3 (**Figura 1: C, D y E**, respectivamente), incluso el T6 presenta mayores valores significativos (p < 0,05) en comparación a CAB y CPB, posiblemente debido al alto contenido en carbohidrato inulina que incrementa la concentración de lactato en el yeyuno y butirato (estimulador de la división celular) en los ciegos y este ácido es la fuente de energía para colonocitos y permite la proliferación celular en criptas de la mucosa colorrectal e ileal (**Topping & Clifton, 2001; Trojanová et al., 2004; Qureshi et al., 2017**). La profundidad de cripta en el duodeno e íleon fueron similares en las aves alimentadas con CPB, DL1, DL3 y DL4 y con valores más bajos en CAB y DL2 (p = 0,0015) (**Tabla 3, Figura 1**). Estas mejoras en la morfología intestinal podrían deberse a que el Diente de León (DL) tiene componentes benéficos para la salud como prebióticos, antioxidantes, antiinflamatorios, regulador de azúcar, lípidos en sangre y hepato protectores y nefro protectores (Hu, 2018); **Pfingstgraf et al., 2021**). Por ejemplo, al suplementar (926,8 µg de ácido L-chicórico, 20,19 µg de luteolina y 3, 379 g de sacarosa) de jarabe de agua de flores de DL mejora el colesterol HDL en 1,11 veces en ratas obesas (**Majewski et al., 2021**). Uno de sus componentes es la inulina, carbohidrato de almacenamiento principalmente en la raíz y con contenidos en oligosacáridos (15-40%) que promueven el desarrollo intestinal de *Bifidobacterium* (**Abdelqader et al., 2013**) y *Lactobacillus* reduciendo la población de *Enterobacteriaceae* (**Trojanová**

et al., 2004; Kim & Baik., 2015) además de modular el metabolismo lipídico por la elevación de proteína quinasa activada por monofosfato de adenosina y logra reducir niveles séricos de glucosa, colesterol y triglicéridos (Wirngo et al., 2016; Lis et al., 2018).

Se ha encontrado reportes que corroboran a los hallazgos de este estudio, estos estudios indican que la suplementación con butirato en la dieta puede aumentar la altura de las vellosidades, profundidad de cripta en aves de postura y otros animales no rumiantes, dando como resultado el aumento de la superficie de absorción de nutrientes (Qaisrani et al., 2015). En este estudio al suplementar con 0,2% de butirato de sodio, se encontró vellosidades más anchas en el duodeno (Tabla 3). Esto se atribuye al ácido butírico puede mejorar el desarrollo de células epiteliales, debido a que proporciona carbonos que actúan como fuente de energía para las células epiteliales del intestino promoviendo su proliferación, diferenciación y multiplicación (Levy et al., 2015; Qaisrani et al., 2015).

La Colistina, también conocida como polimixina B, antibiótico para tratamiento de enfermedades digestivas, suprimiendo la formación de peptidoglucanos de paredes celulares y como promotor de crecimiento contra bacterias gramnegativas (Kahn et al., 2005) y que unido a la bacitracina tiene un efecto sinérgico en el tratamiento de infecciones de *Staphylococcus aureus* (Si et al., 2018). El uso de promotores de crecimiento (antibióticos) tienen el

efecto de control de bacterias ácido-lácticas propias de las grampositivas. El Di salicilato metileno de bacitracina (BMD) en la dieta de aves tiene influencia positiva en los parámetros productivos como ganancia de peso, pero disminuye la longitud, peso intestinal, altura de vellosidades y profundidad de cripta más cortas (Miles et al., 2006). Los estudios en salud intestinal (SI) se están dando con más frecuencia debido a que es un factor importante en la productividad de pollos de engorde y gallinas ponedoras (Miao et al., 2020; Chen et al., 2020; Stefanello et al., 2020). La SI es caracterizada de diversas formas, una de ellas es la alta relación que existe entre la altura de vellosidad y la profundidad de cripta y está dada por vellosidades maduras, con una cripta poco profunda y con constante renovación celular (Kaczmarek et al., 2016). La relación de HV/PC más alto en duodeno se encontró en DL2 y DL3 comparado con los otros tratamientos, mientras que la relación HV/PC más alta en íleon se encontró en DL1 y DL2. En duodeno, las células calciformes fueron mayores en DL2, DL3 y DL4 con valores superiores (p < 0,05) respecto a los otros tratamientos. Sin embargo, en el íleon se encontró mayores células calciformes solo en DL3 (Tabla 3). Una de las funciones que se atribuyen a las células calciformes es la producción de mucina en la mucosa intestinal para generar moco con funciones protectoras en el paso de los alimentos (Oviedo-Rondón, 2019).

Tabla 4
Efecto de tratamientos en cantidad de heces de gallinas ponedoras

Item	Tratamientos						Valor P	
	CAB ¹	CPB ²	DL1 ³	DL2 ⁴	DL3 ⁵	DL4 ⁶		EEM ⁷
	Heces MS ⁸ (g/ave)							
Sem 1-2	376,05	362,20	343,97	353,82	322,53	329,01	6,37	0,120
Sem 3-4	363,47 ^a	378,48 ^a	303,05 ^b	330,14 ^{ab}	300,76 ^b	328,55 ^{ab}	7,42	0,001
Sem 5-6	374,93 ^a	333,43 ^{ab}	310,76 ^{ab}	351,02 ^{ab}	307,27 ^b	327,69 ^{ab}	7,17	0,036
Sem 7-8	330,77 ^a	317,37 ^{ab}	314,70 ^{ab}	303,00 ^{ab}	302,10 ^{ab}	266,30 ^b	6,50	0,045
	Heces MS (g/ave/semana)							
Sem 1-8	361,30 ^a	344,27 ^{ab}	310,07 ^{cd}	337,41 ^{abc}	299,22 ^d	322,60 ^{bcd}	3,85	0,000

^{ab} Letras diferentes de cada fila indican diferencias significativas (p < 0,05). ¹ Control AntiBiótico (0,03% BMD + 0,03% Colystina sulfato); ² Control PreBiótico (0,03% Butirato de Sodio); ³⁻⁶ Diente de León desde 1% al 4%; ⁷ Error estándar de la media; ⁸ Materia seca.

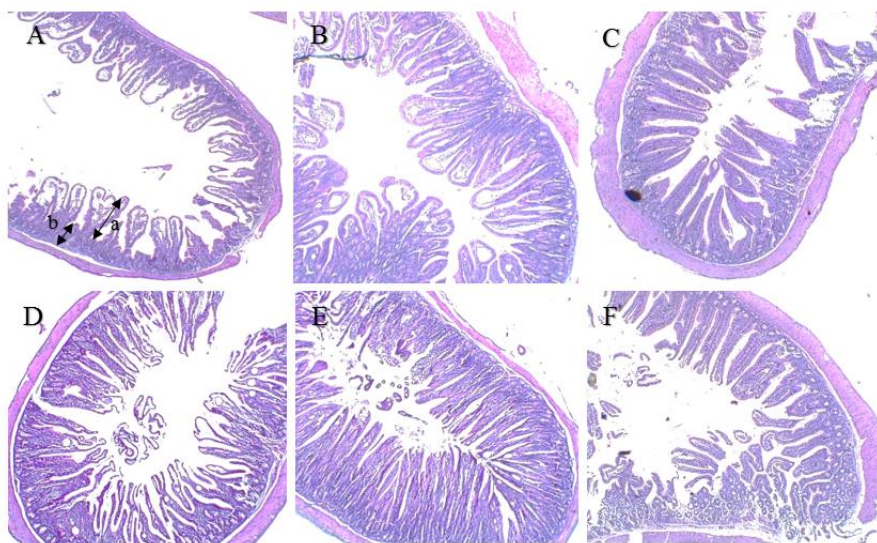


Figura 1. Efecto de DL en morfología intestinal en gallinas a la semana 43. (A): CAB, (B): CPB, (C): DL1, (D): DL2, (E): DL3, (F): DL4. a: altura de vellosidad, b: profundidad de cripta.

Tabla 5

Efecto de tratamientos en contenido de materia seca de heces en gallinas ponedoras

Item	Tratamientos						Valor P	
	CAB ¹	CPB ²	DL1 ³	DL2 ⁴	DL3 ⁵	DL4 ⁶		EEM ⁷
	Materia seca heces (%)							
Sem 1-2	22,64 ^{ab}	25,78 ^a	22,08 ^{ab}	22,01 ^{ab}	20,22 ^b	20,62 ^b	0,49	0,006
Sem 3-4	23,64	22,89	22,69	25,89	22,49	21,54	0,54	0,299
Sem 5-6	24,52	26,40	25,51	23,92	22,73	21,92	0,51	0,123
Sem 7-8	24,56 ^{ab}	25,77 ^a	23,79 ^{ab}	23,92 ^{ab}	22,98 ^{ab}	21,08 ^b	0,48	0,053
	Materia seca heces (%)							
Sem 1-8	23,57 ^b	26,08 ^a	23,37 ^b	22,97 ^b	21,48 ^c	21,14 ^c	0,26	0,000

^{ab} Letras diferentes de cada fila indican diferencias significativas ($p < 0,05$). ¹ Control AntiBiótico (0,03% BMD + 0,03% Colystina sulfato); ² Control PreBiótico (0,03% Butirato de Sodio); ³⁻⁶ Diente de León desde 1% al 4%; ⁷ Error estándar de la media.

Efecto diurético y contenido de materia seca en heces

Mayor contenido de materia seca de heces del CAB, con diferencias significativas ($p < 0,05$) a nivel semanal y total respecto a los otros grupos (Tabla 4). Los resultados encontrados en este estudio indican que no se expresó la función diurética del DL (Clare et al., 2009; Martínez et al., 2015). Por ejemplo, un estudio en humanos, Clare et al. (2009), indicaron que el extracto etanólico de hojas de DL en concentraciones de 1g/1ml aumenta la frecuencia de excreción de fluidos. El efecto diurético del DL está dado por la actividad del polímero de fructosa de bajo peso molecular llamado inulina (Lara-Fiallos et al., 2017). Este tiene la capacidad de no metabolizarse y de no fijar proteínas a nivel glomerular, conllevando al aumento de la presión osmótica y resorción de sodio en el túbulo proximal (Gimeno, 2000). Posiblemente no se observó el efecto diurético en las aves porque se añadió solo el 82% de hojas, ya que Sharma & Lal (2005) y Guarrera (2003) indican que el efecto diurético se encuentra en las hojas del DL. Además, los efectos diuréticos son atribuidos al DL por su alto contenido de potasio (Guarrera & Savo, 2013). Sin embargo, no está muy claro la acción diurética de estos componentes en la fisiología de las aves, por lo que se merecen más investigaciones.

Bajo contenido de materia seca ($p < 0,05$) se observa en los tratamientos con DL comparado con CAB y CPB tanto a nivel semanal como total (Tabla 5). Estos efectos posiblemente estén dados a su alto contenido de potasio (Hook et al., 1993; Guarrera & Savo, 2013). La materia seca de heces está directamente asociada a su contenido de fibra detergente neutra de la dieta (Fabro et al., 2016). El mayor contenido de materia seca en las heces indica que la fibra consumida por el animal es de baja calidad nutricional. En patos alimentados con 60 g de pellet, 100 g de DL, el contenido de materia seca de las heces fue de 32,0 g/MS/ave (Fabro et al., 2016). Estas diferencias pueden deberse al tipo de ave, condiciones alimenticias, factores ambientales, entre otros. El mayor contenido de materia seca observado en el CPB puede deberse a que el butirato de sodio al llegar al intestino puede favorecer el desarrollo de la flora láctica y logra reducir las bacterias dañinas dando como resultado menos episodios de diarrea (Puyalto & Mallo, 2014). En un experimento con pollos de engorde chinos, al inyectarse *Escherichia coli* patógena aislada (0,4 ml, 9×10^8 UFC/ml) y para controlar esta enfermedad, se administró 9 g/kg de peso vivo de DL y *Astragalus membranaceuse* y la diarrea se redujo en un 45% (Liang et al., 2021).

4. Conclusiones

La incorporación de DL en niveles de 2% y 3% mejoraron los índices productivos en la alimentación de gallinas ponedoras y demostraron tener los mejores efectos prebióticos al evidenciarse en la morfología intestinal y células calciformes. Con el uso de DL en las dietas de gallinas ponedoras se evidenció menor cantidad y menor contenido de materia seca en heces por gallina en el periodo de estudio respecto a las dietas con antibiótico y butirato de sodio. Se recomienda trabajos futuros que involucren al uso de DL, sus posibles variaciones en parámetros de sangre y perfil de ácidos grasos, y la determinación de la acción diurética de los componentes del DL en la fisiología de las aves de postura.

ORCID

F. Canto Saenz  <https://orcid.org/0000-0003-3229-1538>
 J. Saucedo-Uriarte  <https://orcid.org/0000-0003-2756-6402>
 A. Sotelo Mendez  <https://orcid.org/0000-0002-6992-4821>
 S. Zamora-Huamán  <https://orcid.org/0000-0003-3362-9609>

Referencias bibliográficas

- Abdelqader, A., Irshaid, R., & Al-Fataftah, A. (2013). Effects of dietary probiotic inclusion on performance, eggshell quality, cecal microflora composition, and tibia traits of laying hens in the late phase of production. *Tropical Animal Health and Production*, 45(4), 1017-1024.
- Al-Kassie, G., Al-Jumaa, Y., & Jameel, Y. (2008). Effect of probiotic (*Aspergillus niger*) and prebiotic (*Taraxacum officinale*) on blood picture and biochemical properties of broiler chicks. *International Journal of Poultry Science*, 7(12), 1182-1184.
- Al-Yasiry, A., Kiczorowska, B., Samolińska, W., Kowalczyk-Vasilev, E., & Kowalczyk-Pecka, D. (2017). The effect of *Boswellia serrata* resin diet supplementation on production, hematological, biochemical and immunological parameters in broiler chickens. *Animal*, 11(11), 1890-1898.
- Azad, M. A., Gao, J., Ma, J., Li, T., Tan, B., Huang, X., & Yin, J. (2020). Opportunities of prebiotics for the intestinal health of monogastric animals. *Animal Nutrition*, 6(4), 379-388.
- Balenović, M., Savić, V., Janječić, Z., Popović, M., Šimpraga, B., et al. (2018). Immunomodulatory and antimicrobial effects of selected herbs on laying hens. *Veterinarski Arhiv*, 88(5), 673-686.
- Chen, J. F., Xu, M. M., Kang, K. L., Tang, S. G., He, C. Q., et al. (2020). The effects and combinational effects of *Bacillus subtilis* and *montmorillonite* on the intestinal health status in laying hens. *Poultry Science*, 99(3), 1311-1319.
- Chopda, G., Vemuri, V., Sharma, R., Thakur, G., Makriyannis, A., & Paronis, C. (2013). Diuretic effects of cannabinoid agonists in mice. *European Journal of Pharmacology*, 721(1-3), 64-69.
- Clare, B., Conroy, R., & Spelman, K. (2009). The diuretic effect in human subjects of an extract of *Taraxacum officinale* folium over a single day. *The Journal of Alternative and Complementary Medicine*, 15(8), 929-934.
- Dazuk, V., Boiago, M., Rolim, G., Paravis, A., Copetti, P., et al. (2020). Laying hens fed mycotoxin-contaminated feed produced by *Fusarium* fungi (T-2 toxin and fumonisin B1) and *Saccharomyces cerevisiae* lysate: Impacts on poultry health, productive efficiency, and egg quality. *Microbial Pathogenesis*, 149, 104517.

- El-Ghoussein, S., & Al-Beitawi, A. (2009). The effect of feeding of crushed thyme (*Thymus vulgaris* L) on growth, blood constituents, gastrointestinal tract and carcass characteristics of broiler chickens. *The Journal of Poultry Science*, 46(2), 100-104.
- Fabro, C., Del Fabbro, M., Piani, B., Filacorda, S., & Susmel, P. (2016). Apparent Metabolizability of Diets Containing Concentrate, Zostera Noltii or *Taraxacum Officinale* in Anas Penelope. *Animal Review*, 3(1), 22-35.
- Furness, J., Rivera, L., Cho, H., Bravo, D., & Callaghan, B. (2013). The gut as a sensory organ. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*, 10(12), 729-740.
- Ge, J., Zhao, P., Li, T., Sang, R., Wang, M., Zhou, Y., & Zhang, M. (2021). *Taraxacum mongolicum* protects against *Staphylococcus aureus*-infected mastitis by exerting anti-inflammatory role via TLR2-NF- κ B/MAPKs pathways in mice. *Journal of Ethnopharmacology*, 268, 113595.
- Gibson, R., Probert, M., Van Loo, J., Rastall, A., & Roberfroid, B. (2004). Dietary modulation of the human colonic microbiota: updating the concept of prebiotics. *Nutrition research reviews*, 17(2), 259-275.
- Gimeno, J. M. (2000). Diente de Leon: *taraxacum officinale* weber. *Medicina Naturista*, 1, 20-23.
- Gong, H., Yang, Z., Celi, P., Yan, L., Ding, X., et al. (2020). Effect of benzoic acid on production performance, egg quality, intestinal morphology and cecal microbial community of laying hens. *Poultry Science*, 100(1), 196-205.
- González-Castejón, M., Visioli, F., & Rodríguez-Casado, A. (2012). Diverse biological activities of dandelion. *Nutrition Reviews*, 70(9), 534-547.
- Guarrera, P. M. (2003). Food medicine and minor nourishment in the folk traditions of Central Italy (Marche, Abruzzo and Latium). *Fitoterapia*, 74(6), 515-544.
- Guarrera, P., & Savo, V. (2013). Perceived health properties of wild and cultivated food plants in local and popular traditions of Italy: a review. *Journal of Ethnopharmacology*, 146(3), 659-680.
- Henchion, M., Hayes, M., Mullen, A. M., Fenelon, M., & Tiwari, B. (2017). Future protein supply and demand: strategies and factors influencing a sustainable equilibrium. *Foods*, 6(7), 53.
- Hook, I., McGee, A., & Henman, M. (1993). Evaluation of dandelion for diuretic activity and variation in potassium content. *International Journal of Pharmacognosy*, 31(1), 29-34.
- Hu, C. (2018). *Taraxacum*: Phytochemistry and health benefits. *Chinese Herbal Medicines* 10(4), 353-361.
- Hu, Z., & Guo, Y. (2007). Effects of dietary sodium butyrate supplementation on the intestinal morphological structure, absorptive function and gut flora in chickens. *Animal Feed Science and Technology*, 132(3-4), 240-249.
- Jassim, A., Farhan, S., & Noori, O. (2012). Identification of dandelion *Taraxacum officinale* leaves components and study its extracts effect on different microorganisms. *Al-Nahrain Journal of Science*, 15(3), 7-14.
- Kaczmarek, S., Barri, A., Hejdyś, M., & Rutkoski, A. (2016). Effect of different doses of coated butyric acid on growth performance and energy utilization in broilers. *Poultry Science*, 95(4), 851-859.
- Kahn, C., Line, S., & Aiello, S. (2005). The merck veterinary manual. 9th ed. Merck & Co. Inc., Whitehouse Station, NJ.
- Kim, J., & Baik, S. (2015). Preparation and characterization of fermented dandelion (*Taraxacum officinale*) beverage using *Lactobacillus acidophilus* F46 having cinnamoyl esterase activity. *Food Science and Biotechnology*, 24(2), 583-593.
- Koiyama, N., Utimi, N., Santos, B., Bonato, M., Barbalho, R., et al. (2018). Effect of yeast cell wall supplementation in laying hen feed on economic viability, egg production, and egg quality. *Journal of Applied Poultry Research*, 27(1), 116-123.
- Lang, W., Hong, P., Li, R., Zhang, H., Huang, Y., & Zheng, X. (2019). Growth performance and intestinal morphology of Hyline chickens fed diets with different diet particle sizes. *Journal of animal physiology and animal nutrition*, 103(2), 518-524.
- Lara-Fiallos, M., Lara-Gordillo, P., Julián-Ricardo, M., Pérez-Martínez, A., & Benítez-Cortés, I. (2017). Avances en la producción de inulina. *Tecnología Química*, 37(2), 352-366.
- Levy, A., Kessler, J., Fuller, L., Williams, S., Mathis, G., Lumpkins, B., & Valdez, F. (2015). Effect of feeding an encapsulated source of butyric acid (ButiPEARL) on the performance of male Cobb broilers reared to 42 d of age. *Poultry Science*, 94(8), 1864-1870.
- Liang, W., Li, H., Zhou, H., Wang, M., Zhao, X., et al. (2021). Effects of *Taraxacum* and *Astragalus* extracts combined with probiotic *Bacillus subtilis* and *Lactobacillus* on *Escherichia coli*-infected broiler chickens. *Poultry Science*, 100(4), 101007.
- Lis, B., Jędrejek, D., Stochmal, A., & Olas, B. (2018). Assessment of effects of phenolic fractions from leaves and petals of dandelion in selected components of hemostasis. *Food Research International*, 107, 605-612.
- Lis, B., & Olas, B. (2019). Pro-health activity of dandelion (*Taraxacum officinale* L.) and its food products—history and present. *Journal of Functional Foods*, 59, 40-48.
- Lis, B., Rywaniak, J., Jędrejek, D., Szustka, A., Stochmal, A., & Olas, B. (2021). Anti-platelet activity of phytochemicals in various dandelion organs in human whole blood model in vitro. *Journal of Functional Foods*, 80, 104438.
- Liu, J., Yan, H., Zhang, Y., Hu, Y., & Zhang, H. (2020). Effects of stale maize on growth performance, immunity, intestinal morphology and antioxidant capacity in broilers. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 33(4), 605-614.
- Liu, N., Song, M., Wang, N., Wang, Y., Wang, R., An, X., & Qi, J. (2020). The effects of solid-state fermentation on the content, composition and in vitro antioxidant activity of flavonoids from dandelion. *PLoS One*, 15(9), e0239076.
- Majewski, M., Lis, B., Juszkiewicz, J., Ognik, K., Jędrejek, D., Stochmal, A., & Olas, B. (2021). The composition and vascular/antioxidant properties of *Taraxacum officinale* flower water syrup in a normal-fat diet using an obese rat model. *Journal of Ethnopharmacology*, 265, 113393.
- Martinez, M., Poirrier, P., Chamy, R., Prufer, D., Schulze-Gronover, C., Jorquera, L., & Ruiz, G. (2015). *Taraxacum officinale* and related species—An ethnopharmacological review and its potential as a commercial medicinal plant. *J. of Ethnopharmacology*, 169, 244-262.
- Miao, L., Zhu, M., Li, H., Xu, Q., Dong, X., & Zou, X. (2020). Dietary High Sodium Fluoride Impairs Digestion and Absorption Ability, Mucosal Immunity, and Alters Cecum Microbial Community of Laying Hens. *Animals*, 10(2), 179.
- Miles, R., Butcher, G., Henry, P., & Littell, R. (2006). Effect of antibiotic growth promoters on broiler performance, intestinal growth parameters, and quantitative morphology. *Poultry Science*, 85(3), 476-485.
- Moquet, P., Salami, S., Onrust, L., Hendriks, W., & Kwakkel, R. (2018). Butyrate presence in distinct gastrointestinal tract segments modifies differentially digestive processes and amino acid bioavailability in young broiler chickens. *Poultry Science*, 97(1), 167-176.
- Morales, W., Rodríguez, V., & Verjan, N. (2018). Parámetros productivos y económicos de gallinas ponedoras ISA Brown en segundo ciclo de producción suplementadas con aminoácidos no esenciales. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 29(2), 533-543.
- Oviedo-Rondón, E. (2019). Holistic view of intestinal health in poultry. *Animal Feed Science and Technology*, 250, 1-8.
- Pandey, A., Kumar, P., & Saxena, M. (2019). Feed Additives in Animal Health. In Gupta, R., Srivastava, A., Lall, R. (eds) *Nutraceuticals in Veterinary Medicine*. Springer, Cham. Pp. 345-362
- Pfingstgraf, I. O., Taulescu, M., Pop, R. M., Orăsan, R., Vlase, L., et al. (2021). Protective Effects of *Taraxacum officinale* L. (Dandelion) Root Extract in Experimental Acute on Chronic Liver Failure. *Antioxidants*, 10(4), 504.
- Puyalto, M., & Mallo, J. (2014). Nutrition of laying hens plays a major role in maintaining egg quality. *International Poultry Production*, 22(6), 15-17.
- Qaisrani, S., Van Krimpen, M., Kwakkel, R., Versteegen, M., & Hendriks, W. (2015). Diet structure, butyric acid, and fermentable carbohydrates influence growth performance, gut morphology, and cecal fermentation characteristics in broilers. *Poultry Science*, 94(9), 2152-2164.
- Qureshi, S., Adil, S., Abd El-Hack, M., Alagawany, M., & Farag, M. (2017). Beneficial uses of dandelion herb (*Taraxacum officinale*) in poultry nutrition. *World's Poultry Science Journal*, 73(3), 591-602.
- Sahib, AM. (2017). Effect of *Taraxacum officinale* and *Saccharomyces cerevisiae* or their Mixture on some Productive Parameters of Turkey. *Kufo Journal For Veterinary Medical Sciences*, 8(1), 31-37.
- Samolińska, W., Grela, R., Kowalczyk-Vasilev, E., Kiczorowska, B., Klebanik, R., & Hanczakowska, E. (2020). Evaluation of garlic and dandelion supplementation on the growth performance, carcass traits, and fatty acid composition of growing-finishing pigs. *Animal Feed Science and Technology*, 259, 114316.
- Sánchez, I., Posadas, E., Sánchez, E., Fuente, M., Laparra, V., & Ávila, G. (2011). Efecto del butirato de sodio sobre algunos parámetros productivos de gallinas de postura en semilibertad. *Veterinaria México*, 42(3), 227-232.
- Sánchez, I., Posadas, E., Sánchez, E., Fuente, B., Hernández, J., Laparra, L., & Ávila, E. (2009). Efecto del butirato de sodio en dietas para gallinas sobre el comportamiento productivo, calidad del huevo y vellosidades intestinales. *Veterinaria México*, 40(4), 397-403.
- SAS. (2009). SAS/STAT Software: User's Guide (Version 6). Computer software. SAS Inst. Inc., Cary, NC.
- Sebastian, S., Tom, A. A., Babu, J. A., & Joshy, M. (2021). Antibiotic resistance in *Escherichia coli* isolates from poultry environment and UTI patients in Kerala, India: A comparison study. *Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases*, 75, 101614.
- Sharma, P., & Lal, B. (2005). Ethnobotanical notes on some medicinal and aromatic plants of Himachal Pradesh. *Indian Journal of Traditional Knowledge*, 4(4), 424-428.
- Si, W., Wang, L., Usongo, V., & Zhao, X. (2018). Colistin induces *S. aureus* susceptibility to bacitracin. *Frontiers in Microbiology*, 9, 2805.
- Skřivan, M., & Englmaierová, M. (2014). The deposition of carotenoids and α -tocopherol in hen eggs produced under a combination of sequential feeding and grazing. *Animal Feed Science and Technology*, 190, 79-86.

- Stefanello, C., Rosa, D., Dalmoro, Y., Segatto, A., Vieira, M., Moraes, M., & Santin, E. (2020). Protected Blend of Organic Acids and Essential Oils Improves Growth Performance, Nutrient Digestibility, and Intestinal Health of Broiler Chickens Undergoing an Intestinal Challenge. *Frontiers in Veterinary Science*, 6, 491.
- Sweeney, B., Vora, M., Ulbricht, C., & Basch, E. (2005). Evidence-based systematic review of dandelion (*Taraxacum officinale*) by natural standard research collaboration. *Journal of Herbal Pharmacotherapy*, 5(1), 79-93.
- Świątkiewicz, S., Koreleski, J., & Arczewska, A. (2010). Laying performance and eggshell quality in laying hens fed diets supplemented with prebiotics and organic acids. *Czech Journal of Animal Science*, 55(7), 294-306.
- Tan, X., Sun, Z., Zhou, C., Huang, Z., Tan, L., et al. (2018). Effects of dietary dandelion extract on intestinal morphology, antioxidant status, immune function and physical barrier function of juvenile golden pompano *Trachinotus ovatus*. *Fish & shellfish immunology*, 73, 197-206.
- Topping, D., & Clifton, P. (2001). Short-chain fatty acids and human colonic function: roles of resistant starch and nonstarch polysaccharides. *Physiological Reviews*, 81(3), 1031-1064.
- Trojanová, I., Rada, V., Kokoška, L., & Vlková, E. (2004). The bifidogenic effect of *Taraxacum officinale* root. *Fitoterapia*, 75(7-8), 760-763.
- Wilson, P.B. (2017). Recent advances in avian egg science: A review. *Poultry science*, 96(10), 3747-3754.
- Wirngo, F., Lambert, M., & Jeppesen, P. (2016). The physiological effects of dandelion (*Taraxacum officinale*) in type 2 diabetes. *The review of diabetic studies: RDS*, 13(2-3), 113-131.
- Yan, L., Meng, Q., & Kim, I. (2011). The effects of dietary *Houttuynia cordata* and *Taraxacum officinale* extract powder on growth performance, nutrient digestibility, blood characteristics and meat quality in finishing pigs. *Livestock Science*, 141(2-3), 188-193.
- Yang, J., Zhan, K., & Zhang, M. (2019). Effects of the use of a combination of two *Bacillus* species on performance, egg quality, small intestinal mucosal morphology, and cecal microbiota profile in aging laying hens. *Probiotics and Antimicrobial Proteins*, 12(1), 204-213.
- Yarnell, E., & Abascal, K. (2009). Dandelion (*Taraxacum officinale* and *T. mongolicum*). *Integrative Medicine*, 8(2), 35-38.