

LUCAS MALLADA, 26 (2024)

ISSN 0214-8315, ISSN-e 2445-060X

<http://revistas.ica.es/index.php/LUMALL>

SUPLEMENTACIÓN VITAMÍNICA Y MINERAL PARA LA MEJORA DE LA REPRODUCCIÓN DEL QUEBRANTAHUESOS (*GYPAETUS BARBATUS*) EN EL PIRINEO CENTRAL

Juan Antonio Gil¹ | Gonzalo Chéliz¹ |
Óscar Díez¹ | Juan Carlos Ascaso¹

RESUMEN Entre 2020 y 2023 se llevó a cabo un programa de alimentación suplementaria en 10 unidades reproductoras (UR) de quebrantahuesos en el Pirineo central (Aragón) por el que se aportaron 2800 kilogramos de huesos en los que se aplicó un suplemento vitamínico mineral. Durante esos cuatro años se recogieron muestras de 39 huevos y 1 pollo que procedían de los rescates efectuados en 19 UR de quebrantahuesos. De estas, se proporcionó alimentación suplementaria en 5 UR y se analizaron 24 huevos de 14 UR rescatadas y de 14 pollos nacidos del rescate de 9 UR. Se determinó en qué medida las UR suplementadas habían incorporado los suplementos en su organismo y qué efectos significativos podían tener sobre la supervivencia de los pollos. Los resultados muestran que la ingesta, la tolerancia y la asimilación de los suplementos empleados fueron correctas, lo que se traduce en niveles superiores de vitaminas A, E, carotenos, calcio, peso y tamaño de huevos y neonatos, índices de conversión, inmunomodulación, tolerancia al estrés y calidad ultraestructural de la cáscara.

PALABRAS CLAVE Quebrantahuesos. Alimentación y vitaminas. Pirineo central (Aragón).

¹ Fundación para la Conservación del Quebrantahuesos (FCQ). Plaza de San Pedro Nolasco, 1, 4.º
F. E-50001 Zaragoza. www.quebrantahuesos.org / fcq@quebrantahuesos.org

ABSTRACT A supplementary feeding programme was conducted between 2020 and 2023 with 10 bearded vulture breeding pairs (BPs) in the Central Pyrenees (Aragón), providing 2800 kilograms of bones to which a vitamin and mineral supplement was applied. During these four years, samples of 39 eggs and 1 chick were collected from rescues carried out on 19 bearded vulture BPs. Supplementary feeding was provided for 5 BPs, and 24 eggs from 14 rescued BPs and 14 chicks born from the rescue of 9 BPs were analysed. We determined to what extent the supplemented BPs absorbed the supplements and whether the supplementary feedings had significant effects on the survival of the chicks. The results show a satisfactory intake, tolerance and assimilation of the supplements used, resulting in higher levels of vitamins A and E, carotenes, and calcium; greater weight and size of eggs and neonates; and improved conversion rates, immunomodulation, stress tolerance, and quality of shell ultrastructure.

KEYWORDS Bearded vulture. Vitamin-mineral supplement. Central Pyrenees (Aragón).

INTRODUCCIÓN

Existen varios nutrientes esenciales para el correcto funcionamiento de los organismos que no pueden ser sintetizados naturalmente, sino a través de la alimentación: proteínas, carbohidratos, grasas, vitaminas, minerales, fibra y agua. Estos se pueden clasificar en macronutrientes (hidratos de carbono, proteínas y grasas) y micronutrientes (vitaminas y minerales), compuestos que, en muy pequeña cantidad, son requeridos por el cuerpo para la mayoría de las funciones celulares. Existen trece vitaminas esenciales, que se clasifican en hidrosolubles y en liposolubles.

En condiciones naturales una dieta variada y equilibrada asegura la ingesta de la cantidad adecuada y suficiente de estos elementos en todos los seres vivos. Sin embargo, en la actualidad la dieta de muchas especies ha sido modificada y la composición en nutrientes de lo que ingieren alterada, con presencia de ciertos tóxicos ambientales u otros compuestos que modifican tanto la absorción como el metabolismo de determinados micronutrientes esenciales para el desempeño de las funciones biológicas, entre ellas la reproducción, el crecimiento o el desarrollo y el funcionamiento del sistema inmune. Del mismo modo, el aumento del estrés oxidativo ligado a ciertos residuos tóxicos y situaciones o factores estresantes derivados de la alteración del

ecosistema, como cambios bioclimáticos, de dieta, presión humana..., son responsables de que la ingesta o el metabolismo de determinados micronutrientes sensibles a la oxidación disminuyan hasta niveles lesivos.

En el caso del quebrantahuesos (*Gypaetus barbatus*), la existencia de una dieta poco variada o la presencia de determinados tóxicos ambientales (Mateo y cols., 2015) pueden producir una disminución de las vitaminas y de los minerales que afecte a la reproducción, ya sea a los huevos o a los pollos. La calidad de la cáscara del huevo depende de numerosos factores: individuales, nutricionales, genéticos, hormonales, ecotoxicológicos, de estrés, ligados a patologías (Hernández y cols., 2018)... Las dietas bajas en calcio pueden dar lugar a alteraciones en la ultraestructura y a un aumento de la fragilidad de la cáscara. Los suplementos vitamínicos suponen la adición de ciertos minerales y, en concreto, niveles importantes de calcio que ayudan a mejorar la calidad de la cáscara.

A continuación se presentan los resultados de la suplementación nutricional vitamínica y mineral y sus efectos en la fisiología y los parámetros reproductivos del quebrantahuesos entre 2020 y 2023 en el Pirineo central (Aragón), concretamente en la calidad de la cáscara y los micronutrientes en sangre de los pollos, que afectan a la tasa de eclosión y de supervivencia juvenil.

MATERIAL Y MÉTODOS

Programa de alimentación suplementaria vitamínica y mineral

El área de trabajo se situó en el ámbito de aplicación del Plan de Recuperación del Quebrantahuesos en Aragón (11 063 kilómetros cuadrados), concretamente en la vertiente sur del Pirineo central (Huesca y Zaragoza). Durante cuatro temporadas, de 2019-2020 a 2022-2023, se llevó a cabo un programa de alimentación suplementaria en 10 unidades reproductoras (UR) de quebrantahuesos (n.ºs 26, 39, 41, 45, 47, 52, 53, 63, 66, 78), entre los meses de octubre y enero, por el cual se aportaron 2800 kilogramos de huesos. En ellos se aplicó un suplemento vitamínico mineral Núcleo Rapaces® a la dosis de 0,5 gramos/kilogramo de peso vivo. El suplemento se añadió justo antes de dispensar los huesos del aporte, de manera que los micronutrientes se adicionaran lo más frescos e inalterados posible.

La aceptación del suplemento vitamínico fue buena, pues se constató una ingesta adecuada. Determinadas vitaminas como las liposolubles tardan entre un mes y medio y dos en alcanzar suficiente nivel en sangre, por lo que es preciso que la suplementación se realice con antelación suficiente, de forma que al llegar la época reproductiva se hayan alcanzado los niveles requeridos.

Recogida de muestras

Se recogieron muestras de 39 huevos y 1 pollo, procedentes de los rescates efectuados en 19 UR de quebrantahuesos en cuatro temporadas. De ellas, se dio alimentación suplementaria en 5 UR (tabla I). Se analizaron 24 huevos de 14 UR y 14 pollos de 9 UR (tabla II). Para conocer los parámetros relacionados con el crecimiento de los pollos se compilaron los datos del peso al nacimiento, la ingesta diaria de alimentos y la ganancia diaria de peso. Con ellos se calcularon los índices de conversión del alimento en ganancia de peso.

Análisis de muestras

En el caso de las vitaminas y de los minerales, se llevaron a cabo tanto en yema de huevos no eclosionados como en sangre de pollos de 20-30 días de edad criados en cautividad y provenientes de huevos de rescate. Se estimó la fecha de puesta y el peso inicial de los huevos, tanto de los eclosionados como de los no eclosionados. Se realizaron análisis hematológicos de niveles de micronutrientes (vitamina A, vitamina E, B caroteno) en plasma de los pollos y en la cáscara de los huevos (carbonato cálcico en la cáscara), mediante microscopía electrónica de barrido y de la pureza de carbonato cálcico.

Así se determinó en qué medida las UR suplementadas habían incorporado los suplementos en su organismo y qué efectos significativos podían tener sobre los siguientes parámetros que influyen en la supervivencia:

- Tamaño del huevo y del neonato.
- Capacidad de inmunomodulación del sistema inmune en los pollos.
- Índices de crecimiento.
- Calidad de la cáscara mediante análisis de parámetros ultraestructurales, incluyendo el contenido en calcio y otros elementos.



Imágenes correspondientes al programa de suplementación alimentaria en quebrantahuesos llevado a cabo entre 2020 y 2023 en el Pirineo central (Aragón).
(Fundación para la Conservación del Quebrantahuesos)

Tabla 1. Número de huevos rescatados en el periodo 2020-2023.
(Con asterisco, las unidades reproductoras con alimentación suplementaria)

<i>Número de UR</i>	<i>2020</i>	<i>2021</i>	<i>2022</i>	<i>2023</i>
3 Hecho 1		2		
8 Aragón 2		2		
17 Escuaín 2	1			
20 Chistau 1	2	1		
28 Turbón			2	
40 Ferrera			2	1
*41 Esdolomada				1
48 Flumen	1			
*52 Yaso	1			
*53 Alcanadre 1			1	
60 Añisclo 3			1	
61 Guarguera		2	1	
*63 Fago			1	2
70 Sahún	2			
*78 Fanlo	1			
84 Bergua			1	
86 Abi		1		
89 Yesa	2	2		1
91 Inclusa		1	2	2
<i>Total</i>	10	11	11	7

Tabla II. Número de huevos y pollos analizados en el periodo 2020-2023.

<i>Número de UR</i>	<i>Huevos</i>	<i>Pollos</i>
3 Hecho 1	1	
8 Aragón 2	2	2
17 Escuaín 2	1	1
20 Chistau 1	3	2
28 Turbón		
40 Ferrera		
41 Esdolomada		1
48 Flumen	1	
52 Yaso	1	1
53 Alcanadre 1	1	
60 Añisclo 3		
61 Guarguera	2	
63 Fago	3	3
70 Sahún	2	
78 Fanlo	1	1
84 Bergua		
86 Abi	1	
89 Yesa	4	2
91 Inclusa	1	1
<i>Total</i>	24	14

RESULTADOS

Los pollos de las UR suplementadas presentan niveles significativamente superiores de vitamina A, E y B caroteno en plasma en comparación con la gran mayoría de los de las UR no suplementadas, lo que confirma un correcto consumo y una adecuada incorporación del suplemento (figs. 1, 2 y 3).

Los pollos de las UR suplementadas mostraron recuentos totales de eosinófilos en el rango inferior de los valores de referencia, lo que indicaba una mayor capacidad de inmunomodulación, es decir, un sistema inmune que reacciona más adecuadamente ante el estrés térmico o la agresión de agentes patógenos. La suplementación con vitamina A dio lugar a un probado fortalecimiento del sistema inmune (fig. 4).

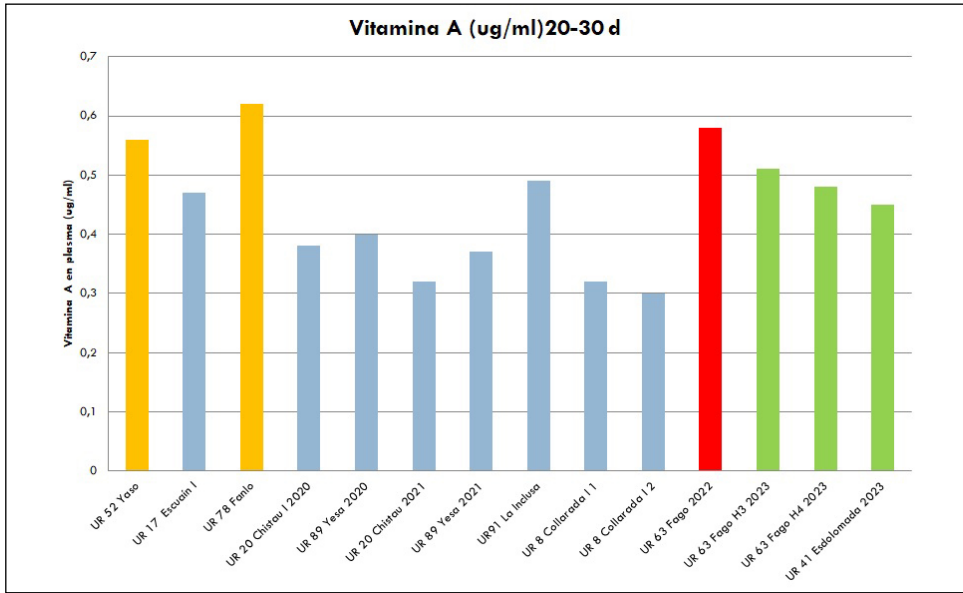


Fig. 1. Niveles de vitamina A en plasma en los pollos examinados en 2021 como comparativa. (En naranja se marcan los procedentes de parejas suplementadas en 2021, en rojo los de 2022 y en verde los de 2023)

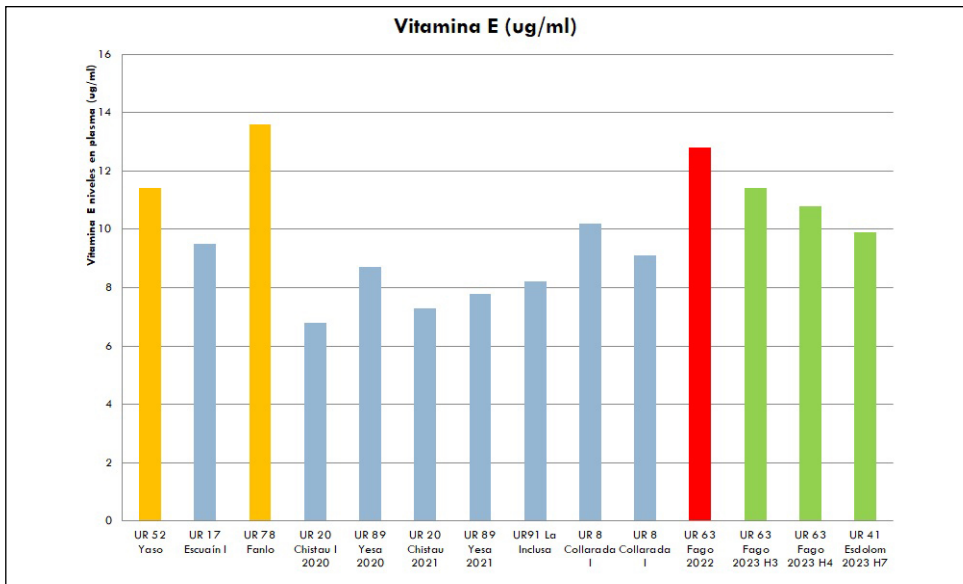


Fig. 2. Niveles de vitamina E en plasma en los pollos examinados. (En naranja, rojo y verde se marcan los procedentes de parejas suplementadas en 2021, 2022 y 2023)

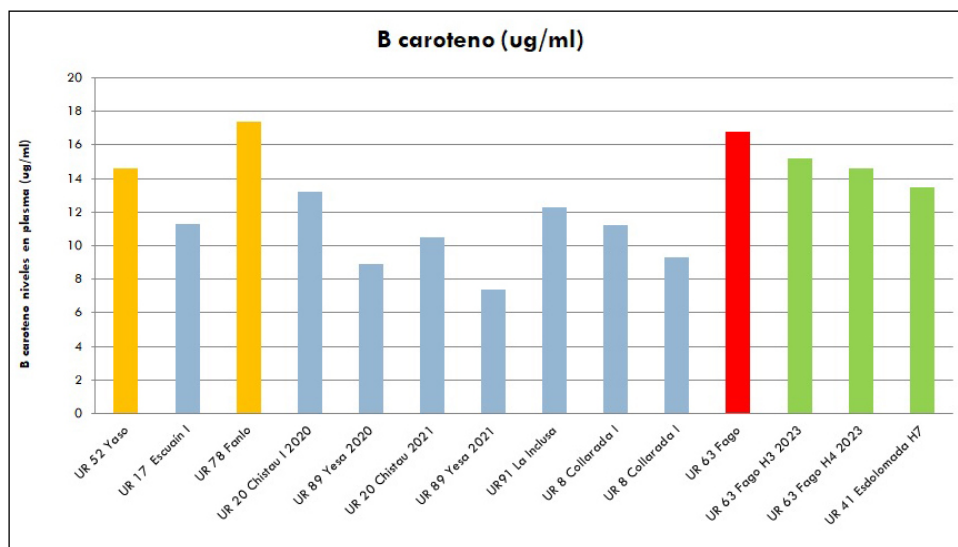


Fig. 3. Niveles de B caroteno en plasma en los pollos examinados. (En naranja, rojo y verde se marcan los procedentes de parejas suplementadas intervenidas con descendencia en 2021, 2022 y 2023, respectivamente, con fines comparativos)

El tamaño de los huevos suplementados fue superior al de los no suplementados, con unos mayores niveles de vitamina A y E. Los huevos de mayor tamaño dan lugar al nacimiento de pollos de mayor peso, lo que favorece su supervivencia (figs. 5 y 6).

Los pollos de las UR suplementadas, con niveles superiores de vitamina A en plasma, presentaban ganancias de peso e índices de conversión máximos, comparativamente superiores a la mayoría de los otros pollos durante la primera fase del crecimiento (primera semana), pero también en la segunda y en el índice de conversión medio (primer mes) (fig. 7).

Los huevos puestos por las hembras de las UR suplementadas presentaron porcentajes superiores de carbonato cálcico, es decir, contenían mayor cantidad o pureza de carbonato cálcico por unidad de peso de la cáscara, lo que *a priori* les concede mayor resistencia a la fractura (fig. 8). Los análisis de niveles de calcio mediante difracción de rayos X en las diferentes capas de la cáscara mostraron que las cáscaras procedentes de las UR suplementadas contenían niveles medios de calcio entre los más elevados de todas las

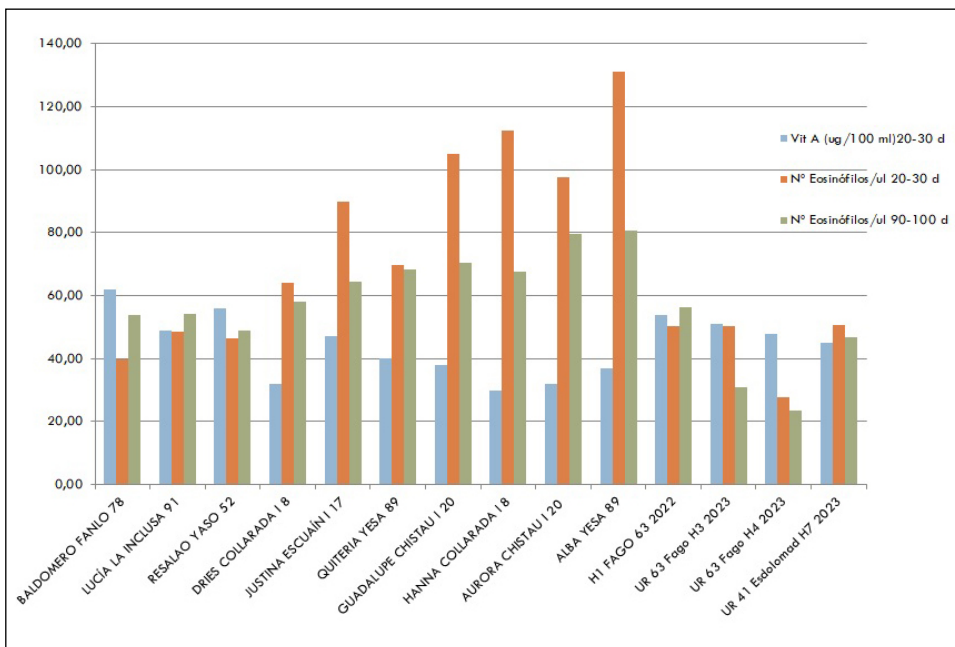


Fig. 4. Niveles de vitamina A en relación con el número total de eosinófilos a los 6 y 30 días de edad y entre los 80 y 100 días de desarrollo en parejas suplementadas y no suplementadas.

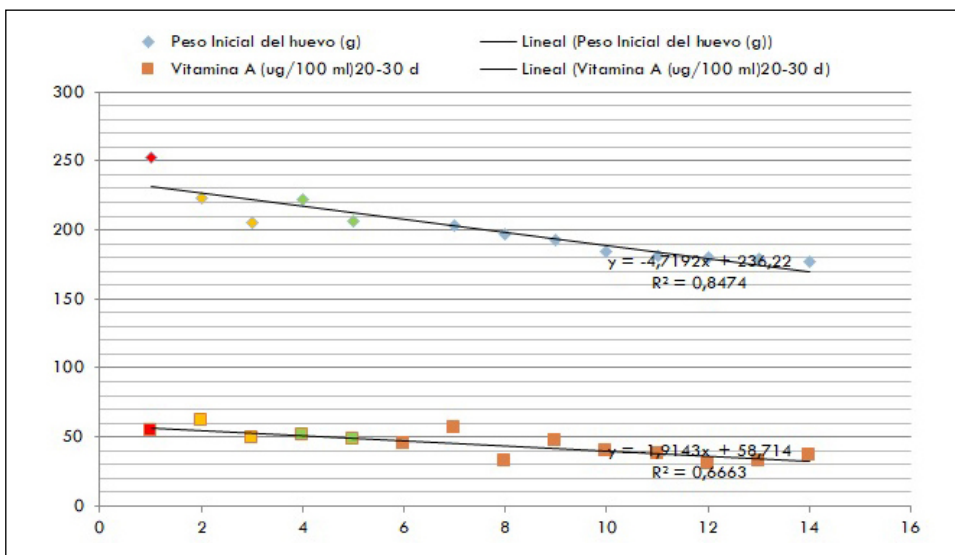


Fig. 5. Peso inicial de los huevos y vitaminas aportadas.

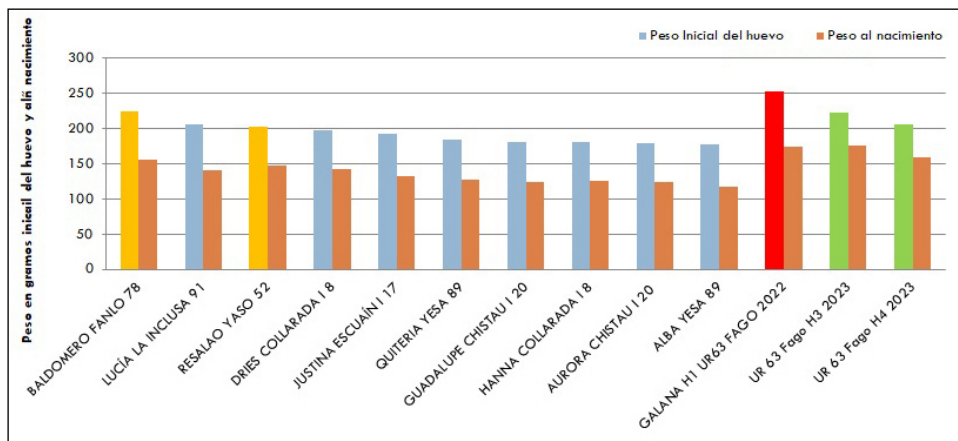


Fig. 6. Peso inicial de los huevos y de los pollos nacidos con suplementación vitamínica.

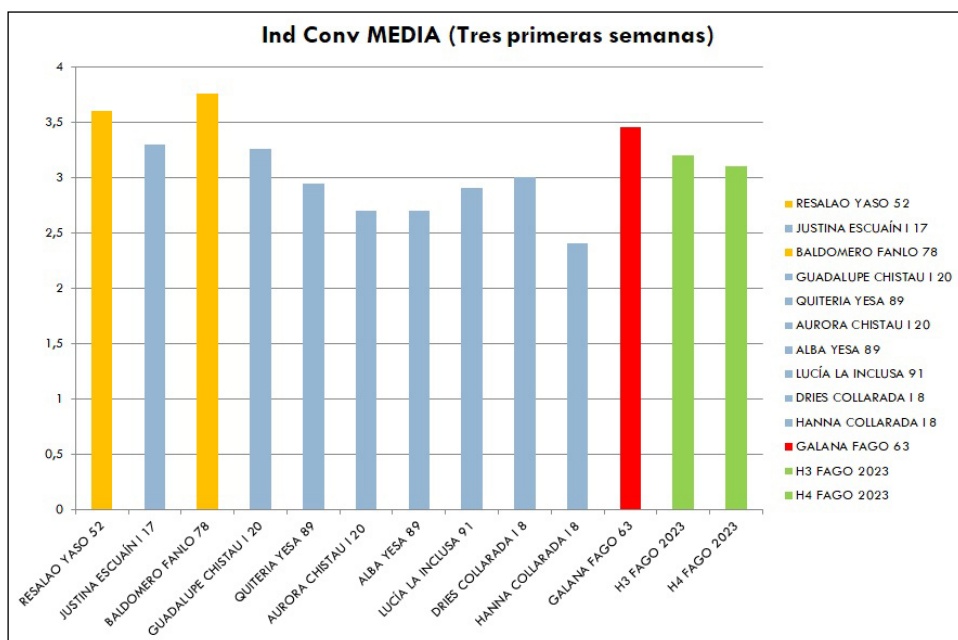


Fig. 7. Índice de conversión medio de las tres primeras semanas en los pollos estudiados. (En naranja se marcan los procedentes de parejas suplementadas en 2021, en rojo los de 2022 y en verde los de 2023)

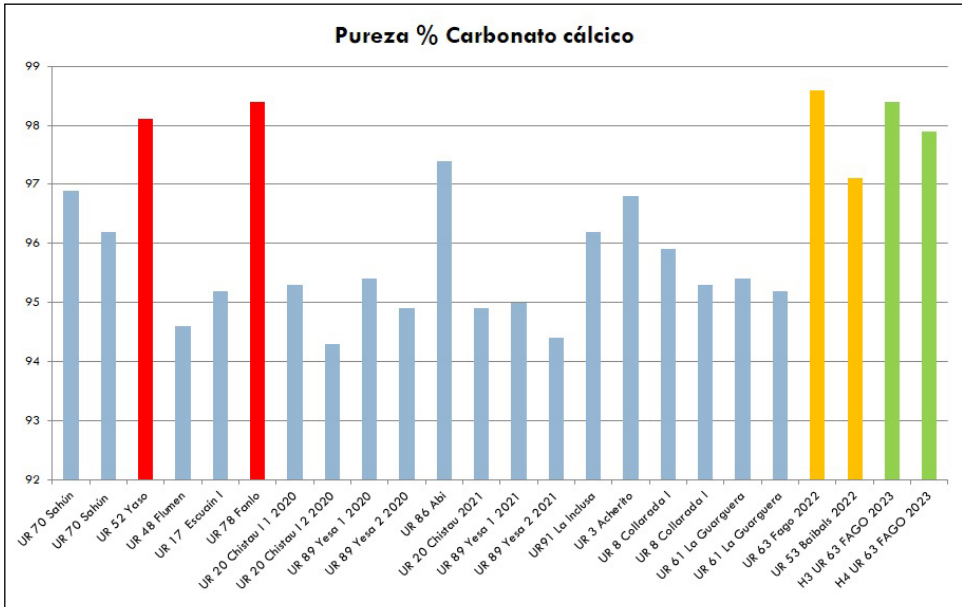


Fig. 8. Pureza del carbonato cálcico en las 24 cáscaras analizadas. (En rojo se marcan las procedentes de parejas suplementadas en 2021, en naranja las de 2022 y en verde las de 2023)

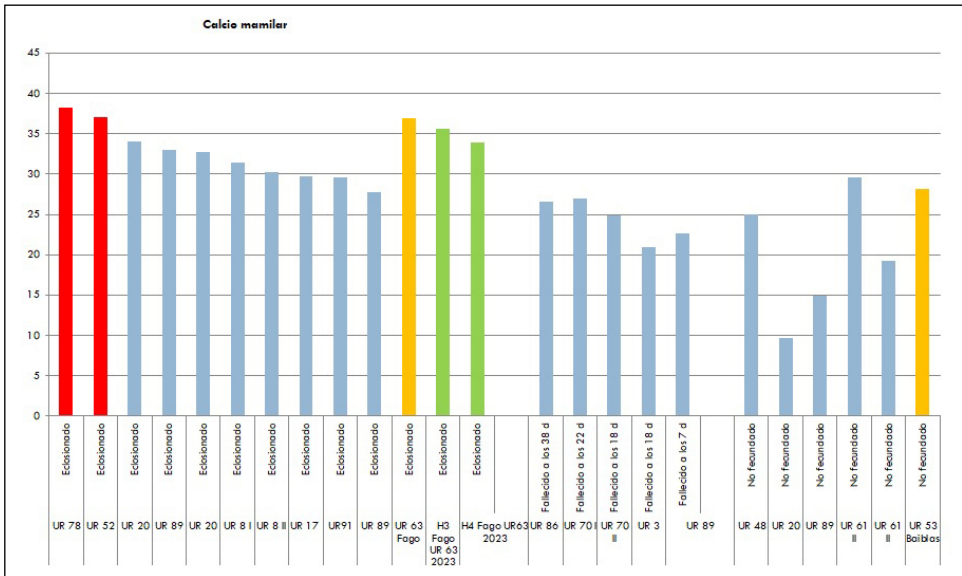


Fig. 9. Niveles de calcio mamilar en relación con el desarrollo embrionario alcanzado.

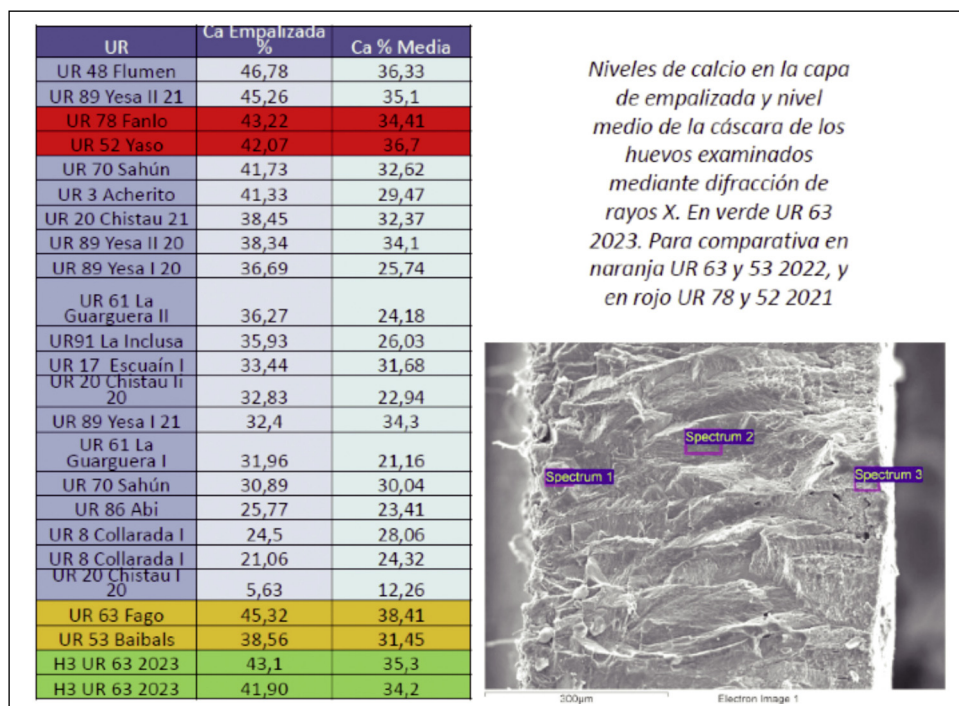


Fig. 10. Niveles de calcio en la cáscara de los huevos con vitaminas aportadas.

analizadas. Esto presume la correcta incorporación mineral mediante la suplementación, que contribuye positivamente a una adecuada estructura, si bien es cierto que los huevos de tamaño superior contienen niveles de calcio más elevados como contribución a la fortaleza y a la calidad de su estructura (fig. 9).

Los niveles de calcio específicamente en la capa de empalizada de las UR suplementadas fueron los más altos del total de muestras procesadas. Esto apoya la hipótesis de que el suplemento fue correctamente absorbido y que contribuyó, aparentemente, al aumento del contenido de calcio medio en la cáscara y, parcialmente, a una mejora de la fortaleza de la estructura (fig. 10).

Las cáscaras de las UR suplementadas se situaron entre las de mayor grosor total y con un elevado grado de cristalización. Estos datos, junto con otros ya comentados en relación con el contenido en calcio, presuponen que

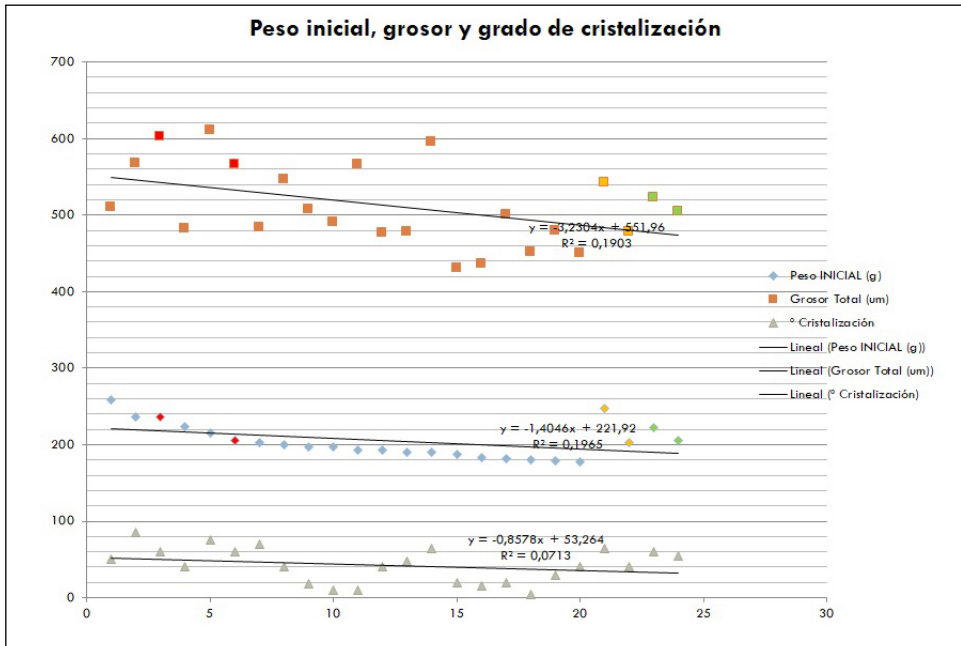


Fig. 11. Relación entre la pureza del carbonato en cáscara y el peso inicial del huevo. (En rojo, parejas suplementadas en 2021; en naranja figuran los valores de las UR 63 y 53 en 2022, y en verde los de la UR 63 en 2023, para comparación)

la suplementación pueda influir positivamente en una mayor resistencia a la fractura, si bien este aspecto solo podrá constatararse cuando se realicen pruebas de resistencia a tensiones con las pruebas de laboratorio adecuadas (pruebas de fractura con tensiómetros) (fig. 11).

DISCUSIÓN

El correcto consumo y la incorporación del suplemento vitamínico en el quebrantahuesos supuso un fortalecimiento del sistema inmune debido a su capacidad para proteger las células de la oxidación de radicales libres, así como para reducir los efectos perjudiciales de los eicosanoides (prostaglandinas, leucotrienos y tromboxanos). En aves la protección inmunitaria está fuertemente correlacionada con la concentración de prostaglandinas: a mayor concentración de estas, mayor es la inmunosupresión

(Tizard, 2009). Según Weber (1995), la vitamina E suplementaria disminuye la concentración de prostaglandinas en los órganos hematopoyéticos y aumenta la producción de anticuerpos en respuesta a una infección con *Escherichia coli*.

Crear un huevo requiere muchos nutrientes adicionales y calcio para la cáscara que provienen de la alimentación. Los huevos puestos por las hembras suplementadas mostraron porcentajes superiores de carbonato cálcico, tal y como observaron Swiatkiewicz y Koreleski (2008). Los huevos de mayor tamaño dan lugar al nacimiento de pollos de mayor peso. Esto coincide con lo demostrado para ciertas especies de aves en las que la suplementación vitamínica dio lugar a un aumento de los índices de conversión y a un crecimiento más rápido, que hizo que se adelantase la independencia de los pollos por su excelente condición y fortaleza, mejorando así su supervivencia juvenil. Los huevos suplementados mostraron poco estrato amorfo, hallazgo que en otras especies está ligado a niveles inferiores de estrés o a menor exposición a ciertos tóxicos acumulativos.

CONCLUSIONES

Los resultados mostraron una correcta ingesta y tolerancia y asimilación de los suplementos empleados, lo que parece que se traduce en niveles superiores de vitaminas A, E, carotenos, calcio, peso y tamaño de los huevos y de los neonatos, índices de conversión, inmunomodulación, tolerancia al estrés y calidad ultraestructural de la cáscara. La mejora en estos parámetros se ha relacionado en otras especies con una mayor tasa de eclosión y de supervivencia.

AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestro agradecimiento a todas las personas y entidades que han colaborado en el desarrollo de estos trabajos, y especialmente al Ministerio de Transición Ecológica y Reto Demográfico, el Gobierno de Aragón, el Grupo Cooperativo Pastores y la Fundación Águila.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Hernández, M., M. À. Colomer, M. Pizarro y A. Margalida (2018). Changes in eggshell thickness and ultrastructure in the bearded vulture (*Gypaetus barbatus*) Pyrenean population: A long-term analysis. *Science of the Total Environment*, 624: 713-721.
- Mateo, R., I. Sánchez-Barbudo, P. Camarero y J. M. Martínez (2015). Risk assessment of bearded vulture (*Gypaetus barbatus*) exposure to topical antiparasitics used in livestock within an ecotoxicological vigilance framework. *Science of the Total Environment*, 536: 70.
- Swiatkiewicz, S., y J. Koreleski (2008). The effect of zinc and manganese source in the diet for laying hens on eggshell and bones quality. *Veterinárni Medicina*, 53: 555-563.
- Tizard, I. (2009, 8.^a ed.). *Veterinary Immunology: An Introduction*: 529. Saunders Elsevier. Misuri.
- Weber, G. (1995). Micronutrientes e inmunidad, II. Vitaminas. En *XI Curso de Especialización FEDNA*. Barcelona. 15 pp.