

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA: LA INMUNOGLOBULINA Y (IgY),

PROPIEDADES Y USOS EN LA MEDICINA VETERINARIA

MONOGRAFÍA



OSCAR ALBERTO CASAS CAMACHO

Universidad Antonio Nariño

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Sede Circunvalar (Bogotá), Colombia

2021

**REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA: LA INMUNOGLOBULINA Y (IgY),
PROPIEDADES Y USOS EN LA MEDICINA VETERINARIA
MONOGRAFÍA**



OSCAR ALBERTO CASAS CAMACHO

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de;

Médico Veterinario

Director

MSc Jaime Fabian Cruz Uribe

Universidad Antonio Nariño

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Sede Circunvalar (Bogotá), Colombia

2021

Tabla de Contenido

1. Planteamiento del Problema	2
2. Objetivos	3
<i>General.....</i>	3
<i>Específicos.....</i>	3
3. Justificación	4
4. Metodología.....	6
5. Marco Teórico	8
5.1. <i>Definición de Inmunoglobulinas</i>	8
5.2. <i>Usos de las inmunoglobulinas</i>	9
5.3. <i>Inmunoglobulina Y</i>	12
6. Resultados y Discusión.....	17
6.1. Usos generales de la IgY.....	17
6.1.1. Propiedades antibacterianas	21
6.1.2. Diagnóstico clínico.....	21
6.1.3. Control de virus y bacterias.....	¡Error! Marcador no definido.
Conclusiones.....	22
Referencias	23

Lista de Ilustraciones

<i>Ilustración 1. Estructura básica de las inmunoglobulinas. Fuente: (Juárez-Rubio, 2015, p. 18).</i>	13
<i>Ilustración 2. Estructura molecular de la inmunoglobulina. (Fuente: https://www.youtube.com/watch?v=lplOTd6F95E).</i>	13
<i>Ilustración 3. Anticuerpos en las aves. Fuente: https://www.dianova.com/wp-content/uploads/2018/10/IgG-v.s.-IgE-v.s.-IgY_V2.jpg .</i>	15

Lista de Tablas

<i>Tabla 1. Tabla 1. Usos Generales de la IgY. (Fuente: Creación propia).....</i>	<i>17</i>
---	-----------

1. Planteamiento del Problema

Las inmunoglobulinas son complejas estructuras proteicas que interactúan en los organismos, cuya acción se centra en la protección de los efectos ocasionados por microorganismos como las bacterias, virus y hongos, los cuales sobreviven dañificando a seres vivos multicelulares. A partir de este escenario es que aparece el campo de la inmunología, el cual ha tenido avances amplios y muy importantes en las aplicaciones científicas en medicina veterinaria y humana, situación que ha conducido a que se vea aumentada la vida promedio de las recientes generaciones.

De acuerdo con esto, la lucha contra las enfermedades ocasionadas en humanos y animales por las acciones de virus, bacterias y hongos, sigue en una constante construcción cuyo fin no es del todo claro (Somasundaram, Choraria, & Antonysamy, 2020). Esto se manifiesta en múltiples tratamientos clínicos que van desde la utilización de antibióticos hasta las terapias que incluyen a las inmunoglobulinas, con los cuales se tienen contribuciones en este proceso.

En los últimos años se ha logrado observar que las IgY han crecido en su uso debido a las múltiples aplicaciones y bondades que de ellas se han descubierto (Vega, Bok, Saif, Fernandez, & Parreño, 2015, p. 3), situación que viene a ser de gran relevancia para el terreno de la medicina veterinaria y humana puesto que, en función del tiempo, amplía el panorama de acción que se tiene. Conforme a esta situación es que en el presente documento se pretende llevar a cabo una revisión bibliográfica que recopile parte de estas investigaciones, centrándose en categorías relacionadas pero diferenciadas como son el uso de las inmunoglobulinas frente al diagnóstico de las enfermedades virales, frente a la actividad antiparasitaria, frente a la actividad antitumoral, frente a la actividad antialérgica, entre otras; desde este panorama aparece la pregunta problémica que se piensa discutir en este documento y consiste en:

¿Cuáles son las aplicaciones de la inmunoglobulina IgY en el campo de la medicina veterinaria?

2. Objetivos

General

- Elaborar una revisión bibliográfica a modo de monografía que aborde las funciones, los beneficios, las características principales y algunas aplicaciones clínicas de la inmunoglobulina Y en la medicina veterinaria.

Específicos

- Identificar los usos reportados en la literatura científica de la IgY en el tratamiento de enfermedades veterinarias
- Identificar los usos reportados en la literatura científica de la IgY como herramienta diagnóstica

3. Justificación

La investigación que se desarrolla alrededor de las inmunoglobulinas es un tema de gran relevancia en áreas de la medicina humana, veterinaria y ramas afines, puesto que permite tener un acercamiento que posibilite la comparación, contraste y analogía entre tales ciencias; Bajo esta idea es posible imaginar un camino de las ciencias biológicas y médicas en el cual se logren identificar características, funciones y beneficios comunes de la inmunoglobulina Y de las aves, y la inmunoglobulina G de los mamíferos, puesto que algunos autores las consideran análogas (Romero, Magnoli, & Peralta, 2014, p. 2).

Este camino adquiere mayor relevancia cuando se reconocen aspectos generales como son el hecho de que, no todos los seres vivos cuentan con la misma oportunidad de llevar consigo un sistema inmunológico lo suficientemente fuerte que permita contrarrestar las acciones de algunos agentes patógenos y, por tanto, necesiten vincularse a procedimientos como son la terapia de inmunoglobulización intravenosa (IGIV) (Martínez, 2003, p. 259), que no es más que una asistencia clínica a quienes presenten un cuadro diagnóstico como el inicialmente descrito, con el fin de ajustar un tipo de balance alrededor del sistema inmunológico.

Múltiples ensayos clínicos, investigaciones en microbiología y pruebas en inmunología, permitieron obtener y aislar las inmunoglobulinas Y de la yema de huevos de las gallinas, con el fin de evaluar sus características y propiedades, al mismo tiempo que son usadas con demás especies animales, por ejemplo, mamíferos como los conejos, equinos, y demás (Pereira, van Tilburg, Florean, & Guedes, 2019, p. 294), aprovechando sus cualidades de protección ante agentes patógenos. Este método representa un avance importante frente a las prácticas de décadas anteriores en tanto son menos agresivas con los animales que se someten a ensayos, ya que no existía forma de extraer las inmunoglobulinas de los animales.

Por estas razones es que viene a ser importante prestar atención a estas prácticas, a los ensayos que se llevan a cabo dentro de esta rama de las ciencias, y a demás aspectos que tienen lugar, puesto que los éxitos y avances que se puedan tener, podrían traducirse en pasos de gran relevancia sobre los usos de la IgY en procesos médicos y diagnósticos veterinarios.

Todos estos estudios que involucran a los temas de inmunologías se destacan en la actualidad puesto que se ha notado que, históricamente los agentes microbianos y bacterianos que hay en la cotidianidad humana han tenido tendencia al crecimiento y a cambiar constantemente de manera que cuenten con diferentes métodos y estrategias de ingresar y atacar a los seres vivos (Roitt, 1993, p. 22), por tanto, el ser humano se ha visto obligado a evolucionar de manera que pueda hacer frente a estas enfermedades, lo cual explica la necesidad de que se intensifiquen las investigaciones que se dan a la par de este desarrollo (Gallastegui, Bernárdez, Regueira, Dávila, & Leboreiro, 2017, p. 1078).

4. Metodología

La metodología a seguir para el desarrollo de esta monografía fué la siguiente:

- **Diseño:** Se realizó una recopilación de artículos en bases de datos científicas como Science direct, springer, scopus, sage journals, web of science, nature research, pubmed y scielo. Las bases de datos fueron tomadas en los recursos electrónicos que ofrece la Universidad Antonio Nariño, siendo una herramienta segura, confiable y de libre acceso para la toma y búsqueda de la información.
- **Estrategia de búsqueda:** Se utilizó para la búsqueda de los artículos como palabras clave: IgY, Inmunoglobulin Y, Egg yolk antibodies (IgY) veterinary.
- **Criterios de inclusión y exclusión**

De inclusión:

- ✓ Artículos científicos publicados en revistas científicas indexadas.
- ✓ Documentación publicada desde 1990 hasta la fecha.

De exclusión

- ✓ Documentación no científica.
 - ✓ Documentación en bases de datos no indexadas.
 - ✓ Artículos publicados en revistas no científicas
- **Extracción de datos:** Se realizó una lectura completa de cada artículo seleccionado y aprobado para la revisión. Se buscó el uso y la aplicación de la inmunoglobulina Y, en medicina veterinaria. Se enlistaron sus usos de acuerdo si era para el control de bacterias, virus, hongos, parásitos o venenos. Se tomó la descripción general del uso, los autores y la fecha de la publicación. De los artículos consultados, se seleccionaron aquellos con información pertinente, apropiada y confiable al tema.

- **Análisis de datos:** Se construyeron tablas que agruparan los resultados obtenidos en categorías por uso, considerando las fuentes, año de publicación, y los principales resultados obtenidos. A partir del análisis realizado se realiza una discusión para generar conclusiones sobre su aplicación en la medicina veterinaria.

5. Estado del arte

5.1. Definición de Inmunoglobulinas

Cuando se habla de inmunoglobulinas (Ig), se está haciendo referencia a un grupo heterogéneo de proteínas que, en condiciones normales, poseen todos los seres vivos desde que nacen, y cuya función principal es la de proteger ante un estímulo antigénico (Mogica-Martínez, 2006, p. 81). En la literatura científica se puede notar que las inmunoglobulinas como proteínas con funciones de anticuerpo¹ (Ac), son un descubrimiento relativamente reciente, pues si bien su aparición se remonta a finales del siglo XIX, su aplicación en humanos es apenas de inicios y mediados del siglo XX (Martínez, 2003, p. 259).

Dentro de las inmunoglobulinas se puede nombrar las siguientes:

- *Inmunoglobulina A (IgA)*: es útil para el diagnóstico de infecciones en el lactante.
- *Inmunoglobulina G² (IgG)*: protege de las infecciones virales y bacterias, se encuentra principalmente en el líquido intersticial y el plasma sanguíneo; es la única que atraviesa la placenta.
- *Inmunoglobulina M (IgM)*: es el anticuerpo que se produce, primeramente, para combatir alguna infección.
- *Inmunoglobulina E (IgE)*: está asociado generalmente con las reacciones alérgicas.
- *Inmunoglobulina D (IgD)*: se presenta en pequeñas cantidades en la sangre; poco se sabe de este anticuerpo.

Las inmunoglobulinas no se ubican exclusivamente en el plasma sanguíneo, pues también se encuentran presentes en todo el organismo, más precisamente en diversos fluidos tales como líquido intersticial, secreción mucosa intestinal, líquido sinovial, saliva, lágrimas, etc. (Juárez-Rubio, 2015, p. 15).

¹ Cabe destacar que cuando se introdujo el concepto de anticuerpo en 1891, se hizo a partir de estudios con plantas; los estudios con seres humanos se dan desde 1952 (Martínez, 2003, p. 259).

² En diversas investigaciones entre humanos y animales se puede ver que la IgG propia de los mamíferos, y la IgY de las aves cumplen funciones similares, al punto que se pueden considerar análogas (Romero, Magnoli, & Peralta, 2014, p. 2).

5.2. *Usos de las inmunoglobulinas*

Estos primeros pasos tienen lugar al mismo tiempo que se habla de la terapia de inmunoglobulina intravenosa, que es el método que se utiliza para dotar de anticuerpos de manera artificial a las personas que presentan algún tipo de deficiencia natural (Martínez, 2003, p. 259). Por supuesto, siendo estas las primeras pruebas, los resultados obtenidos no fueron los esperados puesto que se produjeron reacciones severas ante la presencia de múltiples variables que fueron corregidas en función del tiempo y los estudios que se llevaban a cabo.

Debido a esta combinación de anticuerpos es como se ha conducido a que hoy en día se pueda contar con tratamientos eficaces contra enfermedades autoinmunes, alérgicas e incluso el cáncer (Vega, 2009, p. 138), los cuales son producto de profundas investigaciones que han tenido lugar en función de sus apariciones en el campo científico.

Las eficacias de este tipo de procedimientos de infusiones de inmunoglobulinas se consideran en función de su impacto en la salud de las personas, es decir, que se disminuyan las infecciones bacterianas graves en los pacientes (Espinosa-Rosales et al, 2018, p. 142). Por tal razón es que se considera que existe una correlación inversamente proporcional entre los tratamientos y la presencia de procesos infecciosos en las personas (Espinosa-Rosales et al, 2018, p. 146).

En el contexto de los seres humanos, en la actualidad se reconoce que todas las personas cuentan con una configuración diferente de los diversos sistemas que lo componen, lo cual es producto de la correspondiente herencia genética e influencia ambiental que se tenga. Conforme a esto, se presentan algunos casos en que el sistema inmune se caracteriza por tener déficits significativos de anticuerpos, lo cual hace necesario que se efectúen acciones que contribuyan a su normalización (GEMEH & SEFH, 2011, p. 130); muestra de esto es la previamente descrita IGIV, que llega a tener gran utilidad por sus alcances en la actualidad (Martínez, 2003, pp. 259, 260).

Debido a lo que se viene nombrando es comprensible que las técnicas como la terapia de la IGIV vienen a ser importantes en pacientes que presenten alteraciones en el sistema inmunológico tales como enfermedades autoinmunes, bajos niveles de anticuerpos,

infecciones virales o bacterianas graves, entre otros (Mogica-Martínez, 2006, p. 81), puesto que es una forma artificial y controlada de proveer a las personas con estas proteínas, ayudando así a que puedan obtener mejor calidad de vida ante las diferentes enfermedades que padezcan (Mogica-Martínez, p. 85).

En algunos casos es posible notar que el mismo organismo es quien crea autónomamente las barreras inmunológicas, también llamadas inmunidades inespecíficas o innatas (piel y mucosas) (Gallastegui, Bernárdez, Regueira, Dávila, & Leboreiro, 2017, p. 1077). No obstante, hay casos en que tal barrera no se crea de esta forma natural, por tanto, es necesaria la intervención de agentes externos que, mediante los procedimientos científicos y la ayuda de las diferentes tecnologías, se insertan en el organismo a partir de inducción farmacológica, siendo las vacunas uno de los métodos más reconocidos; a este tipo de barrera se le conoce como inmunidad específica o adquirida (Gallastegui, Bernárdez, Regueira, Dávila, & Leboreiro, 2017, p. 1077), que consiste en la introducción artificial de una cantidad concentrada de anticuerpos a los seres vivos (Martínez, 2003, p. 260).

Siendo más específicos, la terapia sustitutiva de la inyección subcutánea de inmunoglobulina es aquella que se lleva a cabo cuando el organismo mismo no tiene la capacidad de crear esta capa autoinmune (GEMEH & SEFH, 2011, p. 111). Dicho procedimiento se ejecuta con regularidad semanal, y es reconocido de manera positiva debido a los grados de efectividad y seguridad que proporciona a quienes se someten a esta práctica, aunque en ciertos casos, el grado de efectividad de los tratamientos son definidos por la autonomía de los médicos (GEMEH & SEFH, 2011, pp. 111, 112).

Este contexto de la administración de inyecciones subcutáneas adquiere relevancia cuando se reconoce que, en términos anatómicos se puede nombrar que la piel es el órgano más externo con el que cuentan las personas, y presenta gran notabilidad ya que cumple con el rol de ser la barrera ante las diferentes infecciones ocasionadas por hongos, virus y bacterias que se encuentran en el entorno. Su importancia está dada en los escenarios en que una persona sufre lesiones tales como quemaduras, raspaduras, o cualquier forma de destrucción cutánea, se presenta una mayor predisposición a las acciones ocasionadas por estos agentes infecciosos (Roitt, 1993, p. 3).

Conforme a la situación descrita, desde un primer momento la acción de los anticuerpos se centra en servir de protección frente las bacterias, virus y demás microorganismos que habitan en el ambiente y que pueden generar enfermedades a los humanos y animales; cuando estas bacterias, virus o bacterias ingresan al cuerpo del organismo vivo, se produce respuesta humoral específica que consiste en una liberación de millones de inmunoglobulinas que los atacan e inhiben sus efectos. Esta función de las inmunoglobulinas viene a ser importante puesto que, en un momento posterior cuando aparezca el mismo virus que ya fue neutralizado por los anticuerpos, se desata un mismo grupo de estos, y así combaten con mayor velocidad e intensidad a los agentes patógenos presentes en el organismo, haciendo que este segundo encuentro sea más efectivo que el anterior (Roitt, 1993, pp. 28, 29).

Todos estos estudios que involucran a los temas de inmunologías vienen a ser relevantes en la actualidad puesto que se ha notado que, históricamente los agentes microbianos y bacterianos que hay en la cotidianidad humana han tenido tendencia al crecimiento y a cambiar constantemente de manera que cuenten con diferentes métodos y estrategias de ingresar y atacar a los seres vivos (Roitt, 1993, p. 22), por tanto, el ser humano se ha visto obligado a evolucionar de manera que pueda hacer frente a estas enfermedades, lo cual explica la necesidad de que se intensifiquen las investigaciones que se dan a la par de este desarrollo (Gallastegui, Bernárdez, Regueira, Dávila, & Leboeiro, 2017, p. 1078).

Claramente, estas situaciones permiten que se pueda dar un paso más en la búsqueda, detección y tratamiento de diversas patologías que llegaban a ser desconocidas en años anteriores o que no podían ser abarcadas ampliamente como sí lo es posible ahora, o lo ha de ser en años próximos gracias a los aportes tecnológicos e investigaciones que se sigan llevando a cabo (Gallastegui, Bernárdez, Regueira, Dávila, & Leboeiro, 2017, p. 1077).

Al momento de hablar sobre la relevancia y necesidad de las inmunoglobulinas, se considera la inmunoglobulina G, la cual adquiere su categoría destacada debido a que es considerada la más importante de todas por muchos científicos debido a que es la primera inmunoglobulina que se hace presente ante la presencia de algún virus dentro del organismo de los mamíferos (Roitt, 1993, pp. 51, 53).

En esta misma idea, como se nombra previamente, esta es la inmunoglobulina de mayor abundancia en la sangre (Gallastegui, Bernárdez, Regueira, Dávila, & Leboeiro, 2017, p. 1079), compone cerca del 75% del total de inmunoglobulinas totales que posee cada persona, y también es la única que tiene la capacidad de atravesar la placenta (Merino Pérez & Noriega Borge, p. 9). Contrario a esto último, en investigaciones con seres vivos no humanos se ha podido encontrar que en algunas razas de bovinos la inmunoglobulina G no cuenta con la capacidad de traspasar la placenta, por tanto, es necesario el consumo de calostro durante las primeras horas de vida, pues de otra forma el ser vivo se vería expuesto a varios riesgos ocasionados por virus o bacterias que se encuentran en el ambiente (Iáñez Pareja, 1999).

Al realizar la correspondiente indagación en torno a las inmunoglobulinas que existen en la naturaleza de las especies animales, es posible notar que esta inmunoglobulina cumple funciones similares en aves y mamíferos, sólo que con diferente nomenclatura (Romero, Magnoli, & Peralta, 2014, p. 2); de igual manera, dentro de la literatura se puede encontrar información sobre esta inmunoglobulina en mamíferos, pero con el nombre de *inmunoglobulina G*, situación que viene a ser diferente puesto que llega a ser conocida como inmunoglobulina Y, yolk o yema (Alarcón, Hurtado, & Castellanos, 2000, p. 339).

En muchos estudios de inmunoterapia se ha utilizado esta inmunoglobulina para combatir bacterias y prevenir sus efectos que pueden conducir a la mortalidad y morbilidad de ciertos mamíferos (cerdos neonatos en este caso); del mismo modo, esta inmunoglobulina se ha hecho partícipe de procesos periodontales, con el fin de establecer inmunidad pasiva (Alarcón, Hurtado, & Castellanos, 2000, p. 341).

5.3. *Inmunoglobulina Y*

Las inmunoglobulinas son proteínas que se ubican en el plasma sanguíneo con el objetivo de dar respuesta inmunológica frente a la presencia de sustancias extrañas, agentes patógenos o antígenos (Juárez-Rubio, 2015, p. 15); se producen en el sistema inmunológico por los linfocitos tipo B, los cuales hacen que, cuando se detecta alguna anomalía como las descritas previamente, se unen al antígeno, la célula se clona multiplicándose por millones de anticuerpos atacando al antígeno hasta que este se marcha, dejando así un registro o memoria en el organismo durante 5 meses

aproximadamente (Thirumalai, Visaga Ambi, Vieira-Pires, Xiaoying, Sekaran, & Krishnan, 2019), (Juárez-Rubio, 2015, p. 16).

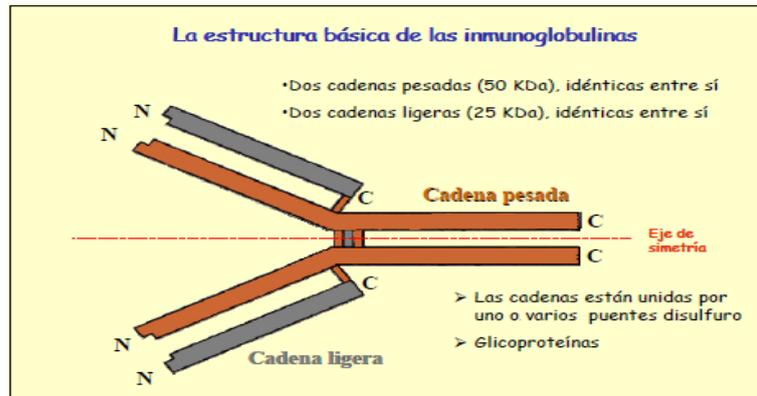


Ilustración 1. Estructura básica de las inmunoglobulinas. Fuente: (Juárez-Rubio, 2015, p. 18).

Al referirse a su estructura molecular, las inmunoglobulinas tienen una forma de Y, y se componen de dos cadenas polipeptídicas ligeras (light en inglés) idénticas, y dos cadenas pesadas (heavy en inglés) idénticas también (véase Ilustración 1) (Juárez-Rubio, 2015, pp. 16, 19); estas dos se unen por un puente de disulfuro, generando así una zona de bisagra ligeramente flexible que permite que las cadenas ubicadas en la fracción de unión al antígeno tengan un grado de movilidad de apertura y giro para unirse a los antígenos extraños en caso de detectarse (observar ilustración 2) (Juárez-Rubio, 2015, pp. 15, 16).

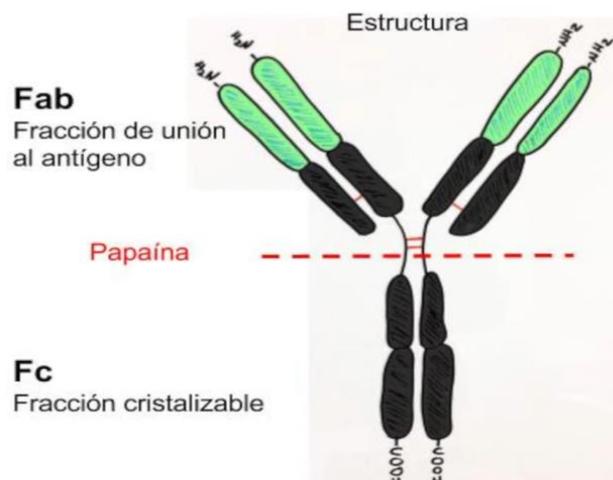


Ilustración 2. Estructura molecular de la inmunoglobulina. (Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=lplOTd6F95E>).

La inmunoglobulina Y se encuentra presente en las aves en grandes cantidades (Pinto, y otros, 2005, p. 38). Esta inmunoglobulina tiene ciertas características fisiológicas y químicas que difieren a las que poseen los mamíferos. No obstante, también se ha podido

observar que hay ciertas similitudes entre ambas especies, más precisamente en el método de transferencia de los anticuerpos sanguíneos entre la madre y su cría (Alarcón, Hurtado, & Castellanos, 2000, p. 339).

Esta especie posee altos índices de anticuerpos que se ubican en el suero y en la yema de los huevos (Alarcón, Hurtado, & Castellanos, 2000, p. 339). La presencia de inmunoglobulina Y en los huevos, su alta calidad y gran estabilidad, permite que puedan ser utilizados en procedimientos de la medicina humana y veterinaria (Alarcón, Hurtado, & Castellanos, 2000, p. 341). Este anticuerpo cumple funciones inmunoprolácticas e inmunoterapéuticas, las cuales son equiparables a la inmunoglobulina G de los mamíferos en tanto asume un rol protector que se manifiesta en los actos de neutralización y acción contra los agentes patógenos (Da Silva, Deodato, & Villar, 2021, p. 785) (Cedeño, Coello, Márquez, & León, 2018, pp. 161, 162), es decir, la protección de diferentes virus y bacterias (Roitt, 1993, pp. 51, 53).

Cuando se hace una breve indagación sobre los usos que se la ha dado a la inmunoglobulina Y en humanos se ha podido encontrar aplicaciones en medicina forense, odontología, inmunodiagnóstico, e investigaciones biomédicas. De igual forma, en algunas investigaciones realizadas con pollos se ha podido ver que las inmunoglobulinas Y adquieren un papel relevante puesto que se encargan de controlar problemas bacterianos, los cuales pueden verse relacionados con el crecimiento en términos de ganancia de peso (Cedeño, Coello, Márquez, & León, 2018, p. 161-169).

Del mismo modo se encuentra información en la que se nombra que la inmunoglobulina Y cuenta con cualidades analgésicas, lo cual hace que sea utilizada como barrera de protección ante patógenos que ocasionan diarreas de larga duración (Vega, Bok, Saif, Fernandez, & Parreño, 2015, p.1), las cuales son características propias de la estructura que poseen las inmunoglobulinas G, E, y Y (ver ilustración 3).

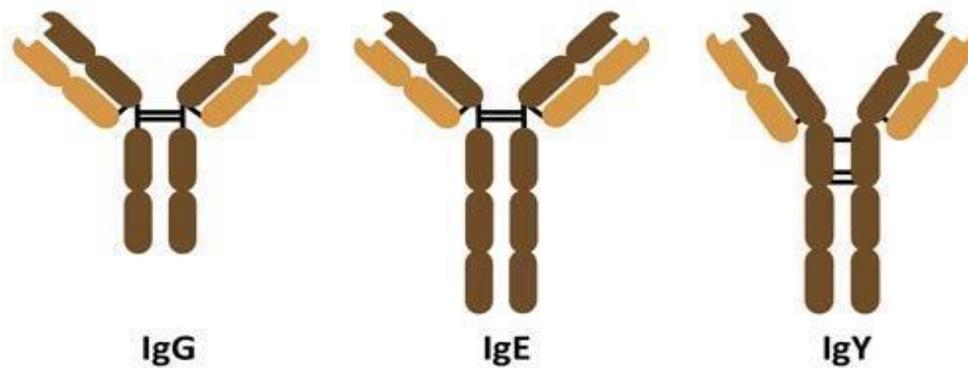


Ilustración 3. Anticuerpos en las aves. Fuente: https://www.dianova.com/wp-content/uploads/2018/10/IgG-v.s.-IgE-v.s.-IgY_V2.jpg

Con las investigaciones y estudios realizados por diferentes autores se ha logrado notar que la aplicación asistida de inmunoglobulina Y en pollos broilers de 28 días, resulta ser un tratamiento de producción más sustentable, ecológico y económico que el uso tradicional de antibióticos (Cedeño, Coello, Márquez, & León, 2018, p. 175). El procedimiento que se lleva a cabo consiste en la obtención de anticuerpos a partir de las yemas de huevos de las gallinas previamente inmunizadas, lo cual es menos invasor y más efectivo que otras formas convencionales de obtener estos antígenos, que consistían más precisamente en el sacrificio del ser vivo y la recolección de toda la sangre mediante punción cardíaca o intravenosa (Alarcón, Hurtado, & Castellanos, 2000, p. 340).

Por esta razón es que los trabajos con aves adquieren gran importancia en la actualidad, puesto que se logra trabajar tanto con el animal como con sus huevos, reemplazando la extracción de sangre al animal lo cual señala un camino prometedor en cuanto al desarrollo de anticuerpos (Pinto, y otros, 2005, p. 38). En términos económicos, este procedimiento de extraer los anticuerpos a partir de las aves presenta ciertas ventajas que se deben tener en cuenta. Por ejemplo, con las gallinas, resulta ser más viable que cuando se utilizan otros animales como conejos, por su bajo costo de producción y facilidad de obtención (Alarcón, Hurtado, & Castellanos, 2000, p. 340).

5.3.1. Usos como herramienta diagnóstica. Múltiples investigaciones son útiles como argumento a favor del uso de las inmunoglobulinas Y que se extraen de los huevos de las aves, debido a razones diversas entre las que se señala un conjunto amplio de propiedades y beneficios que se han descubierto, entre las cuales se pueden nombrar la relación costo-beneficio (bajo costo de producción y resultados favorables), su abundancia en tales seres

vivos, su cercanía a las inmunoglobulinas G de los mamíferos (Da Silva, Deodato, & Villar, 2021, p. 785), la limpieza de su extracción y el bajo impacto al bienestar de los animales con que se trabaja (Cedeño, Coello, Márquez, & León, 2018, p. 175).

Tales motivos y otros más hacen que las terapias y tratamientos de inmunización intravenosa asistida con IgY sean cada vez más frecuentes (Sifi, Adi-Bessalem, & Larabadijebari, 2018, p. 258), puesto que representan un camino con gran potencial para las investigaciones en inmunología tanto en campos de la veterinaria como de la clínica humana. Evidencia de los impactos favorables que se tienen con la inmunización con ayuda de la IgY se pueden observar en los resultados obtenidos con menos casos de falsos positivos (da Silva, Schaefer, Gava, Souza, da Silva Vaz, Bastos, & Venancio, 2018, p. 102), en la detección de cepas de leptospira (Salomone, Chacana, Wigdorovitz & Rossetti, 2012), en tratamientos contra la hepatitis A (de Paula, da Silva, Mendonça de Vasconcelos, Tavares Iff, Silva, Kappel, Cruz & Pinto, 2011, p. 103), e incluso en la reciente Covid 19 (Somasundaram, Choraria, & Antonysamy, 2020).

6. Resultados y Discusión

6.1. Usos generales de la IgY

La IgY se ha utilizado en tratamientos de enfermedades bacterianas o como herramienta diagnóstica. En la tabla 1 se presentan referencias de diferentes trabajos realizados y sus aplicaciones generales.

Tabla 1. Tabla 1. Usos Generales de la IgY. (Fuente: Creación propia).

Usos generales de la IgY	Autores	Año de publicación	Resultados
<i>Acción Antiviral</i>	Vega, Bok, Saif, Fernandez, & Parreño	2015	En la protección de la diarrea causada principalmente por el rotavirus tipo A de los bovinos (RVA) neonatos
	Yang, Wen, Zhao, Zhang, & Zhou	2014	Usada en enfermedades que afectan el tracto respiratorio tales como el virus pandémico H1N1 o influenza
	Lee, Jeon, Park, Kim, Lee, & Lee	2015	Se realizan tratamientos a base de IgY para combatir la diarrea epidémica porcina, reduciendo la gravedad de las lesiones intestinales causadas por la infección.
	Somasundaram, Choraria, & Antonysamy	2020	Pruebas para la búsqueda y consolidación de una vacuna que sea lo suficientemente efectiva frente a los efectos ocasionados por la SARS CoV-2 (COVID-19).
<i>Acción antibacteriana</i>	Malekshahi, Gargari, Rasooli, Ebrahimzadeh W.	2011	Acción terapéutica contra <i>Helicobacter pylori</i> .
	Rahman, Nguyen, Icatlo Jr., Umeda, & Kodama	2013	Uso de inmunoglobulinas Y para prevenir la resistencia microbiológica como proceso de inhibición del crecimiento bacteriano
	Li, Yao, Zhen, Thacker, Wang, Shi, Zhao, Zong, Wang, & Xu	2016	IgY frente a las enfermedades ocasionadas en la mucosa intestinal de ratas por especies como la <i>Salmonella typhimurium</i>
	Bustos, Leiva, Gambarotta, Guida, & Chacana	2021	Evaluación contra <i>Salmonella Newport</i> que ha desarrollado un tipo de resistencia múltiple
<i>Actividad antifúngica</i>	Takeuchi, Motohashi, Kimori, Nakagawa, Tsurumoto	2014	La preparación de una fórmula en gel para uso oral con alto contenido de IgY presenta un camino prometedor en las prácticas profilácticas, al presentar disminuciones en la infección oral causada por la <i>Candida albicans</i> .
	Kamikawa, Fujisaki, Nagayama, Kawasaki, Hirabayashi, Hamada	2016	El suministro de IgY inhibió la adhesión de <i>Candida albicans</i> y <i>Candida glabrata</i> a la base de la dentadura

Actividad antiparasitaria	Sampaio, Baldissera, Grando, Gressler, Capeleto, de Sá, et al	2014	Se produjo una IgY de alta avidéz contra el protozoo <i>Trypanosoma evansi</i> lo cual aumentó su tasa de supervivencia al momento de utilizarse concomitantemente con fármacos anti-hematozoides
	Grando, Baldissera, de Sá, do Carmo, Porto, Aguirre, et al	2017	Se realizó un procedimiento donde se inocularon tripomastigotes de <i>Trypanosoma cruzi</i> con IgY, dando como resultado que no es confiable como herramienta de diagnóstico, pero merece más investigaciones como posible recurso terapéutico para la infección por tripanosomas
Actividad antitumoral	Gassmann, Thömmes, Weiser, Hübscher	1990	La distancia filogenética entre aves y mamíferos puede ser ventajosa para producir IgY contra antígenos tumorales humanos, porque asegura una respuesta inmune más fuerte contra los antígenos de mamíferos por parte de las aves.
Actividad antiobesidad	Hirose, Ando, Shofiqur, Umeda, Kodama, Nguyen, et al.	2013	La IgY anti-lipasa inhibió la hidrólisis de la grasa de la dieta y redujo su absorción intestinal, mostrando actividad antiobesidad
Actividad antialérgica	Wei-xu, Wen-yun, Xi-ling, Zhu, Li-hua, Xiao-mu, et al.	2016	Se evaluó el efecto antialérgico de la IgY específica contra las citocinas proinflamatorias IL- β 1 y TNF- α en cobayas con rinitis alérgica inducida, encontrando una reducción del número de eosinófilos en sangre y en los lavados nasales y bronquiales.
	Revathy, Karthika, Sentila, Michael	2014	Las IgY son parte de tratamientos para combatir el acné, a partir de la producción de una fórmula antibiótico que combate su crecimiento
Diagnóstico enfermedades virales	Cai, Guo, Chen, Tian, Steinmann, Chen, et al.	2012	Se usa como elemento útil en las propuestas de tratamientos de inmunodiagnóstico en especies veterinarias y humanos.
Diagnóstico infecciones bacterianas	LeClaire, R. D., Hunt, R.E., Bavari, S.	2002	La tecnología de los tratamientos a base de inmunoglobulinas Y es parte de investigaciones relacionadas con bacterias.
	Amro, Al-Qaisi, & Al-Razem	2017	Uso como herramienta para el trabajo inmunológico y diagnóstico de enfermedades, siendo de gran apoyo en las terapias y la purificación de compuestos específicos
	Da Silva, Schaefer, Gava, Souza, da Silva Vaz, Bastos, & Venancio	2018	En múltiples investigaciones bacteriológicas se hace uso debido a que no reacciona ante la presencia de algunos receptores Fc, haciendo así que los falsos positivos sean menores.
	Salomone, Chacana, Wigdorovitz & Rossetti	2012	Se utiliza la IgY ya que posee cualidades afines y análogas a la IgG, que lo convierten en un elemento útil para la detección de las cepas de leptospira

<i>Diagnóstico infecciones parasitarias</i>	Sert, Cakir-Koc, Kilinc	2017	Los tratamientos basados en IgY tienen una potencial prueba diagnóstica para la toxoplasmosis
	Cakir-Koc	2016	Se ejecutaron procedimientos con uso de IgY en los cuales se pudo identificar algunas infecciones parasitarias, destacando la capacidad para detectar el protozoo <i>Toxoplasma gondii</i> al producir IgY contra su proteína de superficie SAG-1
	Thirumalai, Visaga Ambi, Vieira-Pires, Xiaoying, Sekaran, & Krishnan	2019	Las propiedades que posee la IgY en cuanto a su manipulación, facilidades de extracción frente a la IgG de los mamíferos, relación costo-beneficio, y los amplios aspectos favorables en el área de la inmunología, hacen que sea altamente utilizada en procesos que incluyen tratamientos y terapias de parasitología, diagnóstico clínico, entre otras.
<i>Diagnóstico de tumores</i>	Grzywa, Łupicka-Słowik, Walczak, Idzi, Bobrek, Boivin, et al.	2014	La IgY posee potencial en el uso clínica, pues muchos autores usaron la IgY contra el antígeno peptídico CA 15-3, que es un marcador de cáncer de mama de uso común, como anticuerpo secundario en un ELISA tipo sándwich con el objetivo de detectar CA 15-3.
	Amirijavid, Entezari, Movafagh, Hashemi, Mosavi-Jarahi, Deghani,	2016	Se produjeron anticuerpos IgY altamente específicos unidos a la secuencia de aminoácidos y activaron los receptores DR5 en las células de cáncer de mama humano MCF7, actuando como agonista de TRAIL e induciendo la apoptosis.
<i>Pruebas hematológicas</i>	Chalghoumi, R., Beckers, Y., Portetelle, D., Théwis, A.	2009	Múltiples pruebas y ensayos con apoyo de las inmunoglobulinas Y se desarrollan en diversas especies con el fin de prevenir enfermedades en su sangre y órganos internos.
<i>Detección de enzimas</i>	Jiang, Jiang, Li, Xue, Zhang	2016	Se utilizaron inmunoensayos de IgY para detectar la expresión hepática del citocromo P450 2E1 (CYP2E1) en ratones; dicho compuesto químico metaboliza una amplia variedad de sustancias químicas con diferentes estructuras, agentes citotóxicos y cancerígenos. La IgY anti-CYP2E1 fue capaz de detectar la reducción de la expresión hepática de CYP2E1 debido a la ingestión de productos naturales con efectos hepatoprotectores.
<i>Identificación de sustancias</i>	Nagaraj, Ramlal, Kingston, Batr	2016	La IgY cuenta con la capacidad para identificar sustancias nocivas en productos de consumo como son los productos lácteos.
<i>Neutralizante de venenos</i>	Sifi, Adi-Bessalem, & Laraba-Djebari	2018	En equinos se han logrado neutralizar gran parte de los efectos ocasionados por el veneno de escorpión.

Conforme a la tabla anterior es posible ver que en la actualidad son muchas las investigaciones que se ejecutan con inmunoglobulinas extraídas de las yemas de huevos de las aves, debido a que presentan muchos beneficios en diversos aspectos de la medicina humana y veterinaria tales como los ensayos, las terapias y la purificación de compuestos químicos específicos (Wala Ahmad Amro, Wael Al-Qaisi, Fawzi Al-Razem, 2017). Mediante la debida obtención y manipulación de IgY de huevos de aves, es posible producir más anticuerpos con una metodología menos invasiva que evita en gran medida sacrificar a los animales (da Silva, Schaefer, Gava, Souza, da Silva Vaz, Bastos, & Venancio, 2018), (Amro, Al-Qaisi, & Al-Razem, 2017), que era la manera en que se llevaba a cabo tal fin con algunos mamíferos (Yang, Wen, Zhao, Zhang, & Zhou, 2014).

De acuerdo a la información previamente descrita es posible dar cuenta de aspectos centrales que se comparten entre los autores; algunas de ellas son que, los tratamientos con IgY dibujan un camino interesante en tanto presentan una distinta manera de proceder con múltiples ventajas, por ejemplo, frente a la inmunoglobulina G que se considera su análoga (Somasundaram, Choraria, & Antonysamy, 2020), es un proceso más limpio debido a que es poco invasivo para los animales trabajados (Pereira, van Tilburg, Florean, & Guedes, 2019) (da Silva, Schaefer, Gava, Souza, da Silva Vaz, Bastos, & Venancio, 2018), es de bajo costo (Pereira, van Tilburg, Florean, & Guedes, 2019) (da Silva, Schaefer, Gava, Souza, da Silva Vaz, Bastos, & Venancio, 2018), con alta efectividad (Yang, Wen, Zhao, Zhang, & Zhou, 2014).

Del mismo modo, un aspecto que no puede perder relevancia en el transcurso del documento actual está en que, dentro de las ventajas que se destacan con el uso de las inmunoglobulinas Y dentro de la investigación científica en el campo animal, está el trato ético que se tiene con los animales que son parte de las investigaciones, puesto que son procedimientos más naturales (Bustos, Leiva, Gambarotta, Guida, & Chacana, 2021), menos agresivos, pues se disminuyen los niveles de estrés a los que se ven sometidos los mamíferos y que, en casos extremos, conducen al sacrificio de tales seres vivos (Díaz, Malavé, Zerpa, Vázquez, D'Suze, Montero, Castillo, Alagón, & Sevcik, 2014) (Yang, Mai, Zhou, Zhu, Xing, Luo, Liu, Zhou, Huang, Luo, & Liu, 2020) (Thirumalai, Visaga Ambi, Vieira-Pires, Xiaoying, Sekaran, & Krishnan, 2019).

6.1.1. Propiedades antibacterianas, antivirales y antiparasitarias

Del mismo modo, las inmunoglobulinas poseen múltiples y diversas cualidades inmunológicas (Pereira, van Tilburg, Florean, & Guedes, 2019), que presentan resultados favorables frente al tratamiento de enfermedades infecciosas y parasitarias (Grando et al, 2017), como aquellas que producen alteraciones en la digestión y complicaciones de gastroenteritis en ciertas razas de bovinos (Vega, Bok, Saif, Fernandez, & Parreño, 2015); del mismo modo, se usan las IgY para terapias en infecciones respiratorias ocasionadas por el virus de la influenza (Yang, Wen, Zhao, Zhang, & Zhou, 2014).

En este mismo sentido, las inmunoglobulinas aportan para la efectividad de los tratamientos que involucran infecciones gastrointestinales (Li, Yao, Zhen, Thacker, Wang, Shi, Zhao, Zong, Wang, & Xu, 2016), virus de hepatitis A (de Paula, da Silva, Mendonça de Vasconcelos, Tavares Iff, Silva, Kappel, Cruz & Pinto, 2011). Cuando se usan inmunoglobulinas es posible notar que los resultados de las pruebas son más efectivos (da Silva, Schaefer, Gava, Souza, da Silva Vaz, Bastos, & Venancio, 2018), y presentan mayor duración en los procesos de inmunización (Yang, Mai, Zhou, Zhu, Xing, Luo, Liu, Zhou, Huang, Luo, & Liu, 2020).

Debido a lo que se viene describiendo, es fácil comprender que las cifras de este tipo de procesos en inmunología tienden al alza debido a que constantemente se identifican escenarios en los cuales hay lugar para conocer más de sus aplicaciones en los campos médicos con animales y humanos (Sifi, Adi-Bessalem, & Laraba-Djebari, 2018).

6.1.2. Diagnóstico clínico

En algunas investigaciones recientes en que se usa la inmunoglobulina Y extraída de la yema de los huevos de pollos, se han encontrado amplios beneficios como es el hecho que estas permiten el desarrollo de anticuerpos únicos altamente específicos que crean una herramienta inmunoterapéutica y de diagnóstico eficiente que permite la captura de distintos cambios estructurales conformacionales de moléculas de inmunoglobulina pertenecientes a sus estructuras proteicas (Somasundaram, Choraria, & Antonysamy, 2020).

Conclusiones

- Cuando se abordan las aplicaciones que han tenido las inmunoglobulinas en el campo de la medicina veterinaria, se encuentran múltiples campos, condiciones y escenarios que tienden a incrementar en función del tiempo debido a que son diversas las propiedades antibióticas que pueden obtenerse de tales. Entre ellas se encuentran algunos tratamientos de infecciones estomacales e intestinales, terapias sobre el control y procedimiento de patologías infecciosas y parasitarias, la creación asistida de barreras de protección ante agentes patógenos, inhibición de las acciones derivadas de ataques venenosos, entre otros, que son reportados en diversas investigaciones que se ejecutaron recientemente.
- En múltiples fuentes bibliográficas se encuentra información que señala la existencia de una forma de cercanía entre las inmunoglobulinas Y de las aves, y las inmunoglobulinas G de los mamíferos, que llegan a ubicarlas como análogas, debido a que asumen roles de protección frente a la amenaza de agentes patógenos; dicha situación se hace manifiesta en los diversos ensayos clínicos que realizan con el fin de diagnosticar la presencia de enfermedades como la Leptospirosis, hepatitis A, influenza A, H1N1, e incluso, en investigaciones más recientes, se han realizado pruebas relacionadas con el SARS-CoV-2.
- El trabajo con inmunoglobulinas presenta un camino de gran interés en las investigaciones de la actualidad y de años posteriores debido a que presenta cualidades de grandes ventajas, tales como que son altamente abundante en las aves, describe un proceso de trabajo más limpio y menos invasivo, bajo costo en su tratamiento, larga duración de sus efectos, forma de extracción, aislamiento y ejecución menos compleja, bajo impacto y gran tratamiento ético hacia los animales con que se trabaja, etc.

Referencias

- Alarcón, C., Hurtado, H., & Castellanos, J. (2000). Anticuerpos Aviáres: Alternativa en Producción y Diagnóstico. *Biomédica* (20), 338-343.
- Amirijavid, S., Entezari, M., Movafagh, A., Hashemi, M., Mosavi-Jarahi, A., & Dehghani, H., (2016). Apoptotic killing of breast cancer cells by IgYs produced against a small 21 aminoacid epitope of the human TRAIL-2 receptor, *Asian Pac, J. Cancer Prev.* 17 (3) (2016) 293–297.
- Amro, W.; Al-Qaisi, W; & Al-Razem, F., (2017). Production and purification of IgY antibodies from chicken egg yolk. *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology*, 16 (2018), 99-103. Hosted by Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.jgeb.2017.10.003>
- Bustos, C.; Leiva, C.; Gambarotta, M.; Guida, N.; & Chacana, P., (2021). In vitro Inhibitory Activity of IgY Antibodies Against Salmonella Ser. Newport Isolated from Horses. *Journal of Equine Veterinary Science*, Volume 103, 2021, 103657. ISSN 0737-0806. Get on: <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2021.103657>.
- Cai, Y., Guo, J., Chen, S., Tian, L., Steinmann, P., Chen, M., et al., (2012). Chicken egg yolk antibodies (IgY) for detecting circulating antigens of *Schistosoma japonicum*, *Parasitol. Int.* 61 (3) (2012) 385–390, Get on: <https://doi.org/10.1016/j.parint.2012.01.008>.
- Cakir-Koc, R., (2016). Production of anti-SAG-1 IgY antibody against *Toxoplasma gondii* parasites and evaluation of antibody activity by ELISA method, *Parasitol. Res.* 115 (8) (2016) 2947–2952, <https://doi.org/10.1007/s00436-016-5047-9>.
- Cedeño, P. P., Coello, R., Márquez, A., & León, J. F. (2018). Las Inmunoglobulinas Y, como una Alternativa a la Antibioterapia contra *Escherichia Coli* en Sistemas de Producción de Pollos Broilers. *Espiraes Revista Multidisciplinaria de*

Investigación, 160-178. Obtenido de <http://www.revistaespirales.com/index.php/es/article/view/252>

Chalghoumi, R., Beckers, Y., Portetelle, D., Théwis, A., (2009). Hen egg yolk antibodies (IgY), production and use for passive immunization against bacterial enteric infections in chicken: a review. *Biotechnol. Agro. Soc. Environ* 13 (2) (2009) 295–308. Get on: [http://refhub.elsevier.com/S1567-5769\(19\)30220-6/rf0200](http://refhub.elsevier.com/S1567-5769(19)30220-6/rf0200)

Da Silva, M.; Schaefer, R.; Gava, D.; Souza, C.; da Silva Vaz, I.; Bastos, A. & Venancio, E., (2018). Production and application of anti-nucleoprotein IgY antibodies for influenza a virus detection in swine. *Journal of Immunological Methods*, Volume 461, 2018, 100-105, ISSN 0022-1759, <https://doi.org/10.1016/j.jim.2018.06.023>.

Da Silva, M. T. L.; Deodato, R. M.; Villar, L. M., (2021). Exploring the potential usefulness of IgY for antiviral therapy: A current review. *International Journal of Biological Macromolecules*. Volume 189, 2021, Pages 785-791, ISSN 0141-8130, <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2021.08.078>

De Paula VS.; da Silva Ados S, de Vasconcelos GA, Iff ET, Silva ME, Kappel LA, Cruz PB, Pinto MA., (2011). Applied biotechnology for production of immunoglobulin Y specific to hepatitis A virus. *J Virol Methods*. 2011 Jan;171(1):102-6. Doi: 10.1016/j.jviromet.2010.10.008. Epub 2010 Oct 29. PMID: 20971134. Get on: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20971134/>

Díaz, P.; Malavé, C.; Zerpa, N.; Vázquez, H.; D'Suze, G.; Montero, Y.; Castillo, C.; Alagón, A.; & Sevcik, C., (2014). IgY pharmacokinetics in rabbits: Implications for IgY use as antivenoms. *Toxicon*, Volume 90, 2014, Pages 124-133, ISSN 0041-0101. <https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2014.07.021>.

Espinosa-Rosales, et al (2018). Consenso Mexicano para la prescripción de inmunoglobulina G como tratamiento de reemplazo de inmunomodulación. *Acta Pediatr Mex*. 2018 mar; 39(2):134-171. Obtenido de: <http://www.scielo.org.mx/pdf/apm/v39n2/2395-8235-apm-39-02-134.pdf>

- Gallastegui, C., Bernárdez, B., Regueira, A., Dávila, C., & Leboreiro, B. (2017). Farmacia Hospitalaria. *Inmunología*. Obtenido de <https://www.sefh.es/bibliotecavirtual/fhtomo2/CAP11.pdf>
- Gassmann, M., Thömmes, P., Weiser, T., & Hübscher, U., (1990). Efficient production of chicken egg yolk antibodies against a conserved mammalian protein, *FASEB J.* 4 (8) (1990) 2528–2532, <https://doi.org/10.1096/fasebj.4.8.1970792>.
- Gemeh, e., & Sefh, E. (2011). Guía Clínica para el Uso de Inmunoglobulinas. Barcelona. Grupo Español de Medicamentos Hemoderivados (GEMEH), Sociedad Española de Farmacia Hospitalaria (SEFH) (Ed.). Obtenido de https://www.sefh.es/bibliotecavirtual/Guia_Igb/Guia_Inmunoglobulinas.pdf
- Grando, T.; Baldissera, M.: de Sá, M.; do Carmo, G.; Porto, B. C.; Aguirre, G.; Azevedo, M. I.; de Jesus, F.; Santurio, J.; Sagrillo, M.; Stefani, M.; & Gonzalez Monteiro, S.; (2017). Avian antibodies (IgY) against *Trypanosoma cruzi*: Purification and characterization studies. *Journal of Immunological Methods*. Volume 449, 2017, 56-61, ISSN 0022-1759, <https://doi.org/10.1016/j.jim.2017.07.002>.
- Grzywa, R., Łupicka-Słowik, A., Walczak, M., Idzi, M., Bobrek, K., Boivin, S., et al., (2014). Highly sensitive detection of cancer antigen 15-3 using novel avian IgY antibodies, *Altex* 31 (1) (2014) 43–52, <https://doi.org/10.14573/altex.1309181>.
- Hirose, M., Ando, T., Shofiqur, R., Umeda, K., Kodama, Y., Nguyen, S. V., et al., (2013). Antiobesity activity of hen egg anti-lipase immunoglobulin yolk, a novel pancreatic lipase inhibitor, *Nutr. Metab.* 10 (1) (2013) 1–6, <https://doi.org/10.1186/1743-7075-10-70>.
- Iáñez Pareja, E. (1999). Curso de Inmunología General: Inmunoglobulinas y otras moléculas de células B. Granada, España. Obtenido de https://www.ugr.es/~eianez/inmuno/cap_05.htm
- Jiang, Z., Jiang, X., Li, C., Xue, H., & Zhang, X., (2016). Development of an IgY antibody-based immunoassay for the screening of the CYP2E1 inhibitor/enhancer

from herbal medicines, *Front. Pharmacol.* 7 (2016) 1–11, <https://doi.org/10.3389/fphar.2016.00502>.

Juárez-Rubio, C., (2015). Funciones efectoras de inmunoglobulinas: activación del complemento y unión a receptores celulares. Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Ciencias Químicas. Departamento de Bioquímica. Obtenido de:

<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwi37pqnk7TzAhUiRDABHepGCmQQFnoECCQQAQ&url=https%3A%2F%2Fprints.ucm.es%2F52597%2F1%2F5309857752.pdf&usg=AOvVaw05S0Q8c0sdGYZdV9k2euxw>

Kamikawa, Y., Fujisaki, J., Nagayama, T., Kawasaki, K., Hirabayashi, D., Hamada, T., et al, (2016). Use of Candida-specific chicken egg yolk antibodies to inhibit the adhering of Candida to denture base materials: prevention of denture stomatitis, *Gerontology* 33 (3) (2016) 342–347, <https://doi.org/10.1111/ger.12163>.

LeClaire, R. D., Hunt, R.E., Bavari, S., (2002). Protection against bacterial superantigen staphylococcal enterotoxin B by passive vaccination, *Infect. Immun.* 70 (5) (2002) 2278–2281. Get on: <https://doi.org/10.1128/IAI.70.5.2278-2281.2002>.

Lee, D. H., Jeon, Y., Park, C., Kim, S., Lee, D. S., & Lee, C., (2015). Immunoprophylactic effect of chicken egg yolk antibody (IgY) against a recombinant S1 domain of the porcine epidemic diarrhea virus spike protein in piglets, *Arch. Virol.* 160 (9) (2015) 2197–2207, <https://doi.org/10.1007/s00705-015-2494-z>.

Li, X.; Yao, Y.; Wang, X.; Zhen, Y.; Thacker, P.; Wang, L.; Shi, M.; Zhao, J.; Zong, Y.; Wang, N.; Xu, Y., (2016). Chicken egg yolk antibodies (IgY) modulate the intestinal mucosal immune response in a mouse model of Salmonella typhimurium infection. *International Immunopharmacology*, Volume 36, 2016, Pages 305-314, ISSN 1567-5769. <https://doi.org/10.1016/j.intimp.2016.04.036>.

Malekshahi, Z. V., Gargari, S. L. M., Rasooli, I., & Ebrahimizadeh, W., (2011). Treatment of Helicobacter pylori infection in mice with oral administration of egg

- yolk-driven anti-UreC immunoglobulin, *Micro. Pathog.* 51 (5) (2011) 366–372, <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2011.06.002>.
- Martínez, I., (2003). Inmunoglobulina intravenosa: sus aplicaciones. Hospital Pediátrico de Centro Habana. *Revista Cubana Invest Biomed*, 2003:22(4):259-66. Obtenido de: <http://scielo.sld.cu/pdf/ibi/v22n4/ibi07403.pdf>
- Merino Pérez, J., & Noriega Borge, M. J. (s.f.). Fisiología General. Inmunología. Inmunoglobulinas (Ig) o Anticuerpos (Ac). *Universidad de Cantabria*. Obtenido de <https://ocw.unican.es/pluginfile.php/879/course/section/967/Tema%25202-Bloque%2520III-Inmunoglobulinas%2520o%2520anticuerpos.pdf>
- Mogica-Martínez, M. D., (2006). Uso terapéutico actual de la inmunoglobulina intravenosa. *Revista en línea Medigraphic Artemisa en Línea*. Obtenido de: <https://www.medigraphic.com/pdfs/imss/im-2006/ims062r.pdf>
- Nagaraj, Ramlal, S., Kingston, J., & Batr, H. V., (2016). Development of IgY based sandwich ELISA for the detection of staphylococcal enterotoxin G (SEG), an egg toxin, *Int. J. Food Microbiol.* 237 (2016) 136–141, <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2016.08.009>.
- Pereira, E.; van Tilburg, M. F.; Florean, E.; & Guedes, M., (2019). Egg yolk antibodies (IgY) and their applications in human and veterinary health: A review. *International Immunopharmacology*, Volume 73, 2019, Pages 293-303, ISSN 1567-5769. <https://doi.org/10.1016/j.intimp.2019.05.015>.
- Pinto, J., Barco, M., Afanador, M., Merchán, A., Montañéz, M., Andrade, F., & Torres, O. (2005). Obtención de Anticuerpos Policlonales IgY Antiparvovirus Canino A Partir de Yema de Huevo de Gallina. *Universitas Scientiarum*, X (1), 37-44. Obtenido de <https://revistas.javeriana.edu.co/index.php/scientarium/article/view/4935/3810>
- Rahman, S., Nguyen, S. V., Icatlo Jr., F. C., Umeda, K., & Kodama, Y., (2013). Oral passive IgY based immunotherapeutics: a novel solution for prevention and

treatment of alimentary tract diseases, *Hum. Vaccin. Immunother.* 9 (5) (2013) 1039–1048. Get on: <https://doi.org/10.4161/hv.23383>.

Revathy, J., Karthika, S., Sentila, R., & Michael, A., (2014). In vitro evaluation of the efficacy of chicken egg yolk antibodies (IgY) generated against *Propionibacterium acnes*, *Int. J. Cosmet. Sci.* 36 (1) (2014) 68–73, <https://doi.org/10.1111/ics.12097>.

Roitt, I. (1993). *Inmunología. Fundamentos*. Editorial Médica Panamericana.

Romero, P.; Magnoli, A., & Peralta, M., (2014). Biotecnología de la Inmunoglobulina Y (IgY) en animales domésticos como preventivo o terapéutico en enfermedades entéricas. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, vol. 15, núm. 1, enero, 2014, pp. 1-8. Veterinaria Organización. Málaga, España. Obtenido de: <https://www.redalyc.org/pdf/636/63637992007.pdf>

Salomone, A, Chacana, P., Wigdorovitz, A. & Rossetti, C. (2012). Utilización de la tecnología IgY como herramienta para el diagnóstico de leptospirosis. The use of IgY technology for leptospirosis diagnostics. *Revista de medicina veterinaria*. 93. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/260969497_Utilizacion_de_la_tecnologia_IgY_como_herramienta_para_el_diagnostico_de_leptospirosis_The_use_of_IgY_technology_for_leptospirosis_diagnostics

Sampaio, L. C. L., Baldissera, M. D., Grando, T. H., Gressler, L. T., Capeleto, D. M., de Sá, M. F., et al, (2014). Production, purification and therapeutic potential of egg yolk antibodies for treating *Trypanosoma evansi* infection, *Vet. Parasitol.* 204 (3–4) (2014) 96–103, <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2014.05.032>.

Sert, M., Cakir-Koc, R., Kilinc, Y. B., (2017). Novel Fitc-labeled Igy antibody: fluorescence imaging *Toxoplasma gondii* in vitro, *Sci. Rep.* 7 (1) (2017) 1–7, <https://doi.org/10.1038/s41598-017-00930-1>.

- Sifi, A.; Adi-Bessalem, S.; Laraba-Djebari, F., (2018). Development of a new approach of immunotherapy against scorpion envenoming: Avian IgYs an alternative to equine IgGs. *International Immunopharmacology*. Volume 61, 2018, Pages 256-265, ISSN 1567-5769. <https://doi.org/10.1016/j.intimp.2018.06.013>.
- Somasundaram, R., Choraria, A. & Antonysamy, M., (2020). An approach towards development of monoclonal IgY antibodies against SARS CoV-2 spike protein (S) using phage display method: A review. *International Immunopharmacology*. Volume 85. 2020. 106654. ISSN 1567-5769. <https://doi.org/10.1016/j.intimp.2020.106654>
- Takeuchi, S., Motohashi, J., Kimori, H., Nakagawa, Y., & Tsurumoto, A., (2014). Effects of oral moisturising gel containing egg yolk antibodies against *Candida albicans* in older people, *Gerodontology* 33 (1) (2014) 128–134, <https://doi.org/10.1111/ger.12139>.
- Thirumalai, D., Visaga Ambi, S., Vieira-Pires, R., Xiaoying, Z., Sekaran, S., & Krishnan, U., (2019). Chicken egg yolk antibody (IgY) as diagnostics and therapeutics in parasitic infections – A review. *International Journal of Biological Macromolecules*. Volume 136, 2019, Pages 755-763, ISSN 0141-8130, <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.06.118>.
- Vega, G. B., (2009). *Inmunología para el médico general. Anticuerpos*. Departamento de Medicina Experimental, Facultad de Medicina. *Revista en línea Medigraphic Artemisa en Línea*. Obtenido de: <https://www.medigraphic.com/pdfs/facmed/un-2009/un093j.pdf>
- Vega, C.; Bok, M.; Saif, L.; Fernandez, F.; & Parreño, V., (2015). Egg yolk IgY antibodies: A therapeutic intervention against group A rotavirus in calves. *Research in Veterinary Science*. Volume 103, 2015, 1-10, ISSN 0034-5288, <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2015.09.005>.
- Wei-xu, H., Wen-yun, Z., Xi-ling, Zhu, W., Li-hua, W., Xiao-mu, W., et al., (2016). Anti-Interleukin-1 beta/tumor necrosis factor-alpha IgY antibodies reduce pathological

allergic responses in guinea pigs with allergic rhinitis, *Mediat. Inflamm.* 2016 (2016) 1–11, <https://doi.org/10.1155/2016/3128182>.

Yang, D., Mai, K., Zhou, Q., Zhu, Y., Xing, J., Luo, C.; Liu, S., Zhou, Q., Huang, W., Luo, J., & Liu, J., (2020). The protective efficacy of specific egg yolk immunoglobulin Y (IgY) against *Riemerella Anatipestifer* infections. *Veterinary Microbiology*. Volume 243, 2020. 108642. ISSN 0378-1135. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2020.108642>.

Yang, Y., Wen, J., Zhao, S., Zhang, K., & Zhou, Y., (2014). Prophylaxis and therapy of pandemic H1N1 virus infection using egg yolk antibody. *Journal of Virological Methods*, Volume 206, 2014, Pages 19-26, ISSN 0166-0934. <https://doi.org/10.1016/j.jviromet.2014.05.016>.