

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**



**“Situación actual de la enfermedad de Newcastle patotipo  
mesogénico en aves comerciales”**

POR

**NOE AGUILAR DE LA ROSA**

MONOGRAFIA

PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA  
OBTENER EL TÍTULO DE

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.

NOVIEMBRE DE 2014

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**



**“Situación actual de la enfermedad de Newcastle patotipo mesogénico  
en aves comerciales”**

POR

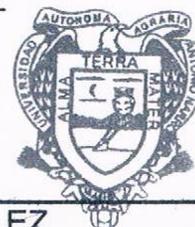
**NOE AGUILAR DE LA ROSA**

---

MVZ. JESUS ALFONSO AMAYA GONZÁLEZ  
ASESOR PRINCIPAL

---

M.C.V. RAMÓN ALFREDO DELGADO GONZÁLEZ  
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.

NOVIEMBRE DE 2014

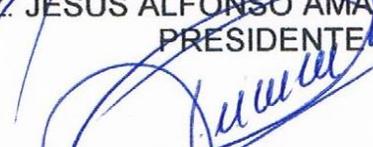
**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
UNIDAD LAGUNA**

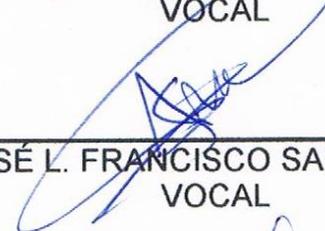
**DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**

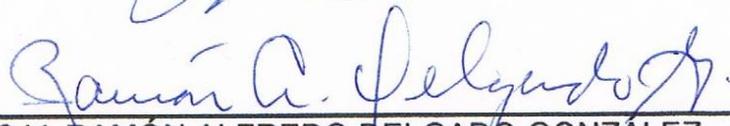


MONOGRAFÍA QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO  
EXAMINADOR COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

  
M.V.Z. JESÚS ALFONSO AMAYA GONZÁLEZ  
PRESIDENTE

  
M.V.Z. JESÚS GAETA COVARRUBIAS  
VOCAL

  
M.C. JOSÉ L. FRANCISCO SANDOVAL ELÍAS  
VOCAL

  
M.C.V. RAMÓN ALFREDO DELGADO GONZÁLEZ  
VOCAL SUPLENTE

## *AGRADECIMIENTOS*

*A MI FAMILIA*, ya que siempre me apoyaron en las buenas y en las malas, con su cariño, consejos y palabras de aliento, me ayudaron a salir a delante, gracias a ellos una vez más he realizado un sueño más.

*EN GENERAL*, agradezco a todas aquellas personas que formaron parte de mi vida en el transcurso de la carrera las cuales hicieron más fácil y posible mi formación, pero sobre todo a la vida por darme la oportunidad de ser mejor cada día.

*A MI "ALMA MATER"* por haberme abierto las puertas y permitido formarme en sus aulas durante cinco años, ahí en donde se forjan los hombres y las futuras generaciones de médicos, que ayudaran a mejorar la economía del país por medio de nuevas técnicas y tecnologías para la explotación de las materias primas por medio de nuestros conocimientos.

*A TODOS MIS MAESTROS*, quienes me formaron con sólidos conocimientos y sobre todo con valores que me ayudaran en mi profesión y en mi persona, gracias por todos sus consejos y regaños que me sirvieron para levantarme y motivarme a seguir a delante con la carrera de M.V.Z.

*A MI ASESOR*, el MVZ MC JESÚS ALFONSO AMAYA GONZÁLEZ por darme la oportunidad de ser parte de su equipo de trabajo y acompañarme en este último pasó de mi formación, pero sobre todo por sus enseñanzas.

## DEDICATORIA

### **A MIS PADRES:**

*EVA DE LA ROSA CARDOSO Y PASCUAL AGUILAR ARENAS*

*Les dedico este trabajo como símbolo de agradecimiento por todos sus sabios consejos, por su amor y cariño. Les viviré eternamente agradecido por todo el apoyo que me brindaron y por haber confiado siempre en mí, les aseguro que no los defraudare. Quiero que sepan que ustedes han sido mi inspiración para seguir adelante son ejemplo de lucha y perseverancia, creo que no hay mayor fortuna que tenerlos como padres, por eso y mucho más, mil gracias padres, que dios los bendiga y espero que siempre estén ahí para darme sus sabios consejos.*

### **A MIS HERMANOS:**

*Santiago, Guadalupe, lucero y Hugo*

*Por brindarme su apoyo y comprensión, así como también por su apoyo moral y económico, este triunfo no solo es mío, sino de todos ustedes también, gracias hermanos.*

*Todos ustedes son una fuente de inspiración porque han cumplido con sus metas, lo cual me dejan en claro que si se puede, que nada es imposible, solo es de ser objetivo y constante Para lograr el triunfo de una meta. Y hoy puedo decir que he logrado el objetivo.*

*Quiero hacer un reconocimiento especial de gratitud a ti hermana tu res un ejemplo de vida, has vencido todo, has rotó paradigmas, eres un ejemplo a seguir, te prometí llegar hasta este día y solo te digo he cumplido lucero.*

*Mil gracias a todos mis hermanos que dios y la vida siempre los llenen de bendiciones.*

## ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	REVISIÓN DE LA LITERATURA	2
2.1.	Antecedentes históricos	2
2.2	Etiología	3
2.2.	Propiedades biológicas	5
2.3.	Patotipos del virus de Newcastle	5
	Velogénico viscerotrópico	6
	Velogénico neurotrópico	6
	Mesogénico	6
	Lentogénico	6
	Asintomático o entérico	6
2.4.	Cultivos del virus	7
2.4.1.	Cultivos celulares	7
2.4.2.	Cultivos en embrión de pollo	7
2.5.	Epizootiología	8
2.5.1.	Distribución geográfica	8
2.6.	Transmisión	8
2.7.	Patogenia	10
2.7.1.	Periodo de incubación	11
2.8.	Signos clínicos	11
	Newcastle en el hombre	12
2.8.1.	Newcastle patotipo mesogénico en otras aves	12
	Columbiformes	13
	Passeriformes	13
	Psitaciformes	13
2.9.	Morbilidad y mortalidad	13
2.10.	Patología	14
2.10.1.	Tipo patológico del virus de Newcastle mesogénico	14
	Cepa Mukteswar H	14

2.10.2. Alteraciones patológicas	16
2.10.2.1. HISTOPATOLOGÍA	16
2.10.2 Diagnóstico.	16
2.10.3. Diagnóstico clínico	16
2.10.4. Diagnóstico de laboratorio	17
2.10.5. Diagnóstico diferencial	17
2.11. Control	18
2.11.1. Signos de buena salud	18
2.11.2. Bioseguridad	18
2.11.3. Inmunización	19
Métodos de inmunización	20
Inmunidad pasiva	20
Inmunidad activa	20
Vacunas atenuadas	20
Vacunas de virus vivos	20
Cepa Mukteswar	21
Cepas Hartfordshire y Komarov	21
Cepas Roakin	21
2.11.4. Calendarios de vacunación	21
2.12. Actuaciones en la explotación afectada	24
2.26 CONCLUSIONES	25
III LITERATURA CITADA	26

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Patotipos e índice de patogenicidad.	14
Cuadro 2.	Programa guía de vacunación para reproductoras.	35
Cuadro 3.	Programa guía de vacunación para ponedoras.	36
Cuadro 4.	Programa guía para pollos de engorde.	37
Cuadro 5.	Aislados virales analizados filogenéticamente.	37

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Esquema del ENC representación de las proteínas virales.	6
Figura 2.	Distribución geográfica en México.	11
Figura 3.	Distribución geográfica mundial.	12
Figura 4.	Signos que presentan las aves de Newcastle mesogénico.	17
Figura 5.	Principales medidas de bioseguridad.	30
Figura 6.	Tipos de inmunidad adquirida.	32
Figura 7.	Actuaciones tras la confirmación de la enfermedad de Newcastle.	39

## **RESUMEN**

Se llevó a cabo la recopilación de datos actuales sobre la enfermedad de Newcastle patotipo mesogénico, capaces de enfermar a las aves domésticas y silvestres en cualquier etapa de su vida, siendo más susceptibles en etapas tempranas (polluelos). El agente etiológico es un virus ARN no segmentado, del género Avulavirus, subfamilia Paramyxovirinae y familia Paramyxoviridae que infectan a las aves, pertenece al serotipo aviar paramixovirus-1 (APMV-1). Que afecta cerca de 250 especies de aves, las aves afectadas pueden presentar desde una enfermedad inaparente hasta cuadros clínicos fulminantes, con una mortalidad y morbilidad desde 10% hasta el 100% en las parvadas, causando pérdidas económicas por el bajo rendimiento de su producción ya sea carne o huevo. Los signos y lesiones no son suficientes para dar un diagnóstico definitivo, las técnicas de serología como la hemaglutinación, inhibición de la hemoaglutinación, análisis inmunoenzimático ligado a enzimas y reacción en cadena de la polimerasa PCR, son técnicas muy específicas y confiables para un diagnóstico clínico confirmativo. La enfermedad se puede prevenir con aplicación de calendarios de vacunaciones simultáneas en las parvadas, desde la incubadora hasta su finalización, junto con buenas prácticas de bioseguridad y manejo zootécnico. Se considera una enfermedad de declaración obligatoria además de ser una zoonosis.

**PALABRAS CLAVE:** Newcastle, mesogénico, aves comerciales, vacunas, bioseguridad, aves silvestres.

## I. INTRODUCCIÓN

La enfermedad de Newcastle es considerada en todo el mundo como una de las enfermedades más importantes en aves de corral debido a la alta mortalidad y morbilidad, que puede producir repercusiones económicas que derivan de las restricciones de comercio y embargos en las zonas y países donde se han producido brotes (Martín *et al.*, 2008), fue descubierta hace 50 años, las primeras epidemias de la enfermedad de Newcastle ocurrieron en 1926, en Newcastle Inglaterra, y en Java una Isla de Indonesia (USDA-APHIS, 2011a; González, *et al.*, 2012).

Esta enfermedad es causada por el serotipo 1 de los paramixovirus aviares que pertenecen al género *Avulavirus* de la subfamilia *Paramyxovirinae*, familia *Paramyxoviridae* (Cuello *et al.*, 2011), incluida por la Organización Mundial de Sanidad Animal en la lista de enfermedades de declaración obligatoria debido a que se considera la principal amenaza para la avicultura mundial (Moreno *et al.*, 2009). Es un agente altamente contagioso, que afecta cerca de 250 especies de aves (Nwanta *et al.*, 2008), las aves afectadas pueden presentar desde una enfermedad inaparente hasta cuadros clínicos fulminantes. Los signos clínicos y las lesiones patológicas nos indican la presencia de la enfermedad pero no son patognomónicos y requieren del aislamiento o la demostración directa de la presencia del virus y posteriormente su caracterización patogénica como diagnóstico confirmativo (Chellappa *et al.*, 2012).

La serología es la más adecuada en la evaluación de programas de vacunación y en la vigilancia epizootiológica en zonas de riesgo. En el control de la enfermedad se requiere la combinación de métodos de bioseguridad junto con la aplicación de vacunas vivas e inactivas que protejan a las aves de la enfermedad clínica severa y disminuyen la excreción viral. Los

calendarios de vacunación deben de ser adecuados a la zona y de acuerdo con la norma oficial mexicana (NOM-013-ZOO-1994). Se utilizan cepas mesogénicas en áreas endémicas para brindar mejor protección a las aves, esto con previa vacunación con cepas lentogénicas ya que causan enfermedad si se aplican a temprana edad de las aves.

## **II. REVISIÓN DE LA LITERATURA**

### **2.1. Antecedentes históricos**

La enfermedad de Newcastle (ENC) se reconoció por primera vez como entidad nosológica de las gallinas en 1926, después de las epidemias que se presentaron en Java (1926) Inglaterra (1927) y en Corea (1929) (Cuello *et al.*, 2011). De los años de 1926 a 1940 casi todos los casos graves de la enfermedad fueron detectados cerca de los puertos marinos en el océano Índico. Es muy probable que el virus de la enfermedad de Newcastle afecte primero a las aves silvestres (Alexander, 1991; Ferrer *et al.*, 2008).

El ENC causa una de las enfermedades más graves en la avicultura comercial y está considerada como una enfermedad de la lista de la Organización Mundial de Salud Animal El virus ha sido aislado desde una amplia variedad de especies de aves silvestres y domésticas en todo el mundo (Moreno *et al.*, 2009)

La epizootia descrita por Doyle en 1926, se propago a lo largo de la costa norte de Inglaterra alrededor de Newcastle, donde deriva su nombre común (González *et al.*, 2012).

En los últimos años también se han presentado casos graves, un claro ejemplo fue en los Estados Unidos donde hubo una epidemia del 2002 al 2003, la cual provocó la muerte de más de 3 millones de aves y causó pérdidas en la industria, estimadas en 5 mil millones de dólares. En unos de los más recientes casos fue en Chile en el 2007 se aisló una cepa mesogénica (Moreno *et al.*, 2009). La enfermedad producida por cepas de baja patogenicidad, común en las aves de corral en todo el mundo, puede disminuir la productividad, pero no tienen ningún impacto en el comercio internacional (Schubot, 2002).

## 2.2 Etiología

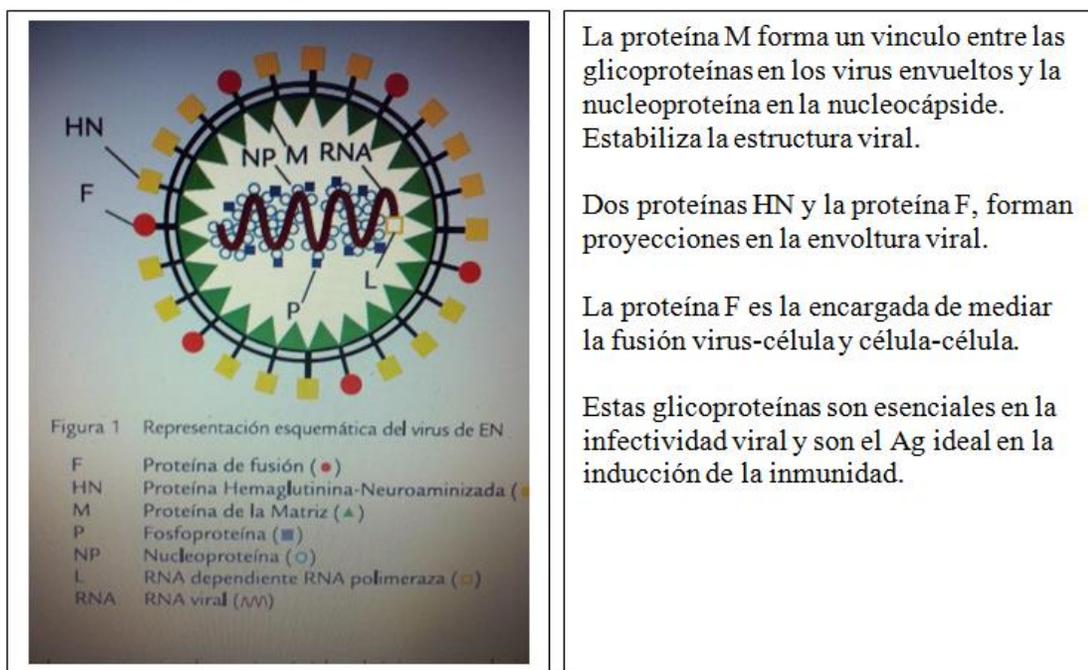
El agente etiológico es un virus ARN no segmentado, del género Avulavirus, subfamilia Paramyxovirinae y familia Paramyxoviridae que infectan a las aves (Romero *et al.*, 2009; Park *et al.*, 2014; Phan *et al.*, 2013).

El virus de la enfermedad de Newcastle (NDV) o neumoencefalitis aviar pertenece al serotipo paramixovirus aviar 1 (APMV-1). Las cepas de APMV-1 varían ampliamente en su patogenicidad para pollos y otras aves (Sun *et al.*, 2014; Uthrakumar *et al.*, 2014). Las aves silvestres, en particular las acuáticas, pueden portar virus APMV-1 sin presentar signos (USDA-APHIS, 2011a).

Hay 9 serotipos de APMV, pero todos los aislamientos de NDV pertenecen al serotipo APMV-1, por lo tanto NDV es sinónimo de APMV-1 (Czeglédi, 2006). El genoma viral de APMV-1 aproximadamente mide 15 kb, se compone de 6 genes que codifican 6 proteínas estructurales (fusión [F], nucleoproteína

[NP], matriz [M], fosfoproteína [P], la RNA polimerasa [L], y hemaglutinina-neuraminidasa [HN]) (Rue *et al.*, 2011).

Dos proteínas adicionales están codificadas por la edición de ARN de la proteína P (Fosfoproteína). El clivaje de proteína F es el principal determinante de la virulencia del virus, pero otras proteínas tales como HN y V también se cree que influye en la patogenicidad (Cattoli *et al.*, 2011;).



**Figura 1.** Esquema del ENC representación de las proteínas virales (Angulo, 2009).

Una de las propiedades en las diferentes cepas de ENC es su gran capacidad de variación patogénica en las aves. Las cepas de ENC, se han agrupado en 5 patotipos, de acuerdo a signos clínicos presentes en aves infectadas (Sánchez, 2013).

## **2.2. Propiedades biológicas**

La infectividad del virus puede ser alterada por tratamientos físicos y químicos. Los tratamientos físicos son el calor, las radiaciones, el calentamiento a 56°C por 3 horas o 140 °C por 30 minutos, los procesos de oxidación, efectos del pH, el pH ácido 3 inactiva al virus, solventes lipídicos. Los tratamientos químicos incluyen detergentes, fenoles, agentes oxidantes, agentes halógenos como el hipoclorito de sodio al 6% y cuaternarios de amonio, entre otros (USDA-APHIS, 2011b).

La velocidad a la cual es destruida la misma depende de la cepa de virus, el tiempo de exposición, concentración viral, la naturaleza del medio de suspensión y las interacciones entre los tratamientos (Cuello *et al.*, 2011)

En la médula ósea y músculos de pollos la infectividad de las partículas virales puede ser preservada por más de 6 meses en congelación y por más de 134 días a 4°C. En la piel el virus persiste infectivo por un período de alrededor de 60 días. En restos de animales muertos a temperatura entre los 40-43°C y con una humedad relativa entre el 20-30% la infectividad del virus persiste por al menos 4 semanas (USDA-APHIS, 2011a).

## **2.3. Patotipos del virus de Newcastle**

La enfermedad de Newcastle afecta a una amplia gama de especies de aves domésticas y salvajes; sin embargo, la gravedad de la enfermedad varía en gran medida, que abarca desde la enfermedad subclínica sin lesiones hasta la enfermedad hiperaguda con casi el 100% la mortalidad en las aves (Cattoli *et al.*, 2011).

**Velogénico viscerotrópico.** Es un virus altamente patógeno, también es conocido como tipo Doyle, y es una infección letal aguda en aves de cualquier edad, a la que induce lesiones hemorrágicas especialmente el tracto digestivo por ser un virus pantotrópico y sitocida (Díaz *et al.*, 2005; Park *et al.*, 2014).

**Velogénico neurotrópico.** También se le conoce como tipo Beach, o neumoencefalitis, es una infección aguda, generalmente letal, caracterizada por lesiones en el aparato respiratorio y nervioso (Rue *et al.*, 2011).

**Mesogénico.** El mesogénico o tipo Beaudette, es capaz de propagarse por contacto directo y e indirecto, ocasionando una mortalidad hasta del 10% en las aves, siendo más susceptibles aves jóvenes causándoles una infección respiratoria aguda y ocasionalmente en aves jóvenes y también problemas nerviosos (Piacent *et al.*, 2006).

**Lentogénico.** Conocido como tipo Hitchner, ocasiona una infección respiratoria benigna inaparente, se han utilizado como sepas vacúnales B1, La Sota.

**Asintomático o entérico.** Es un virus que ocasiona una infección entérica inaparente.

## **2.4. Cultivos del virus**

### **2.4.1. Cultivos celulares**

Un cultivo celular se obtiene induciendo el crecimiento de células provenientes de un órgano o tejido de un animal experimental, asépticamente se recolecta el tejido y se disocia en pequeños trozos y las células por tratamiento enzimático capaz de romper el cemento intercelular e inoculando la suspensión de células sobre la superficie lisa de una botella o en pozos de una microplaca o en una caja de Petri. Los medios de cultivo utilizados para los cultivos celulares son generalmente muy complejos que incluyen algunos aminoácidos y vitaminas, sales, glucosa y un sistema tampón de bicarbonato y para obtener un mejor crecimiento es necesario añadir normalmente una pequeña cantidad de suero sanguíneo y también algunos antibióticos para evitar contaminaciones bacterianas (Rue *et al.*, 2011).

### **2.4.2. Cultivos en embrión de pollo**

Todos los patotipos de Newcastle son capaces de infectar a los embriones de pollos lo cual son muy utilizados para experimentar y ver qué tan virulentos son los patotipos del Newcastle, por medio de inoculación (Dey *et al.*, 2014).

Estos cultivos se realizan con huevos embrionados de pollo a partir del 11 día de edad, libres de patógenos específicos, través de la ruta alantoidea de los huevos (Chellappa *et al.*, 2012). Los huevos se incuban a 37°C durante 4–7 días. El líquido alantoideo de cualquier huevo que contenga embriones muertos o moribundos al eclosionar, así como todos los huevos al final del periodo de incubación se analizan para comprobar si presentan actividad

hemoaglutinante y/o empleando métodos moleculares específicos validados (OIE, 2012)

## **2.5. Epizootiología**

### **2.5.1. Distribución geográfica**

Desde su reconocimiento en 1926, la enfermedad de Newcastle se considera endémica en muchos países (OIE, 2012), lo cual nos indica que es de distribución mundial, afectando a aves de traspatio y comercial como, pollos y pollas principalmente, causando problemas en la avicultura (Courtney *et al.*, 2012). Se ha visto que también afecta a pavos, faisanes, codornices, palomas, patos, gansos y otros tipos de aves silvestres (Romero *et al.*, 2009). El amplio uso de la vacunación para el control de la ENC constituye una evidencia de la extensa difusión de la enfermedad (Cuello *et al.*, 2011; Phan *et al.*, 2013). Se considera como una patología de origen viral que genera grandes pérdidas económicas como resultado del desarrollo de un cuadro clínico respiratorio, digestivo y nervioso (Olaya *et al.*, 2010).

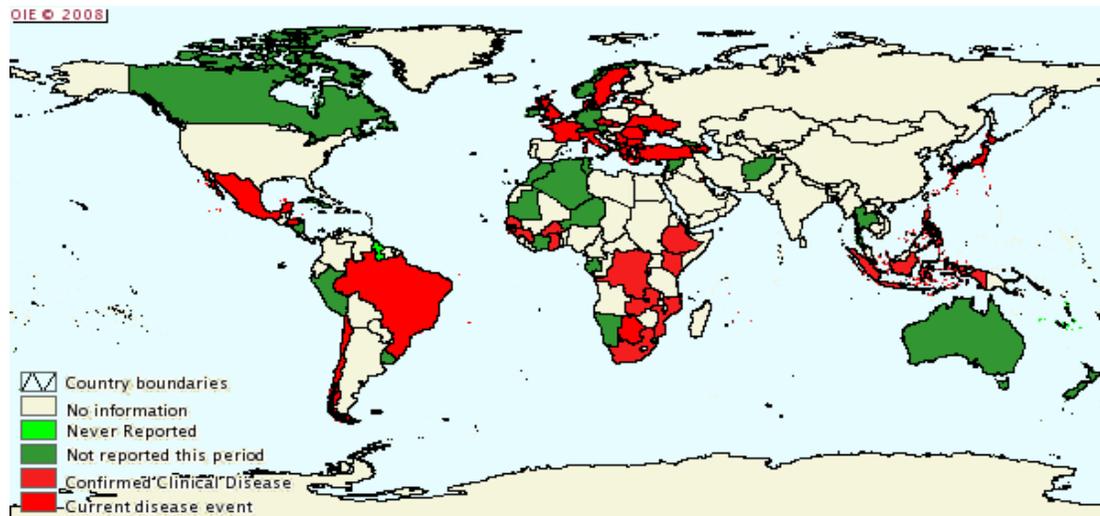
En México el último reporte de la enfermedad de Newcastle fue en la Comarca Lagunera en el 2006, pero en el transcurso del 2000-2012 se ha logrado pasar de fase en control a fase libre (SAGARPA, 2013).

## **2.6. Transmisión**

La ENC patotipo mesogénico se propaga por contacto directo e indirecto (Anis *et al.*, 2013), por medio de las secreciones corporales de las aves infectadas. Esta se transmite a través del excremento y de secreciones nasal, oral y ocular de las aves infectadas.



**Figura 2.** Distribución geográfica en México.



**Figura 3.** Distribución geográfica mundial. Brotes de (APMV-1) a nivel Mundial (Rodríguez, 2008).

La ENC se propaga rápidamente entre las aves mantenidas en confinamiento, como los pollos criados comercialmente. En las secreciones corporales de las aves se encuentran altas concentraciones del virus Newcastle (Rodríguez, 2008).

Las aves pueden ingerir estos virus (transmisión oral) en alimentos o agua, o cuando se dan picotazos entre ellas y en su entorno. También pueden inhalar virus (transmisión respiratoria) en gotas de aerosol de secreciones respiratorias. Los virus de APMV-1 e influenza aviar pueden propagarse en fómites y vectores mecánicos vivos, incluidos los humanos (De La Sota, 2004; Anis *et al.*, 2013).

Además los virus de APMV-1 se pueden encontrar en los huevos, puestos por gallinas infectadas, incluso en las canales de aves para consumo (Cobb, 2011).

## **2.7. Patogenia**

Con base en la gravedad de la enfermedad clínica, las cepas de ENC se clasificaron originalmente en 4 patotipos conocidos como Doyle, Beach Beaudette y Hitchner (Wakamatsu *et al.*, 2006); todos ellos afectan sensiblemente a gallinas, pollos, pavos, palomas, palmípedas, psitácidas, y aves silvestres (Susta *et al.*, 2011).

El AMPV-1 es un virus pantotrópico la trasmisión ocurre por inhalación, produce reacción respiratoria más aguda que por vía digestiva. No existe la trasmisión vertical ya que el virus mata a la exposición. Las aves jóvenes son muy susceptibles y los adultos son más resistentes, por lo tanto la mortalidad disminuye con la edad, además ésta depende de vacunaciones realizadas o exposición previa.

En otros métodos de los laboratorios se consideran algunas pruebas en embriones o pollos que utilizan parámetros de patogenicidad estándar

pueden ser hechos, incluyendo tiempo medio de la muerte, índice de patogenicidad por vía intravenosa e índice de patogenicidad intracerebral (IPIC) (Cattoli *et al.*, 2011). Todos ellos implican la utilización de criterios numéricos (Dey *et al.*, 2014), o cuando su IPIC es superior a 0.7 en pollitos (*Gallus gallus*) de un día de edad (Martín *et al.*, 2008).

**Cuadro 1.** Patotipos e índice de patogenicidad.

	Rango de índices		
	TPM (horas)	IPIC	IPIV
Velogénico	Menor de 60	1.5- 2.0	2.0-3.0
Mesogénico	60-90	1.0- 1.5	0.0-0.5
Lentogénico	Mayor de 90	0.2-0.5	
Asintomática	Mayor de 90	0.0-0.2	

### 2.7.1. Periodo de incubación

El período de incubación en las aves de corral varía de 2 a 15 días dependiendo de la virulencia de la cepa y la susceptibilidad de la población. En pollos infectados con cepas velogénicas, el período de incubación es de 2 a 6 días. También se han registrado períodos de incubación de hasta 25 días en otras especies de aves (Arenas, 2003; Nwanta *et al.*, 2008).

### 2.8. Signos clínicos

Los signos clínicos y las lesiones patológicas por sí solos sugieren la presencia de la enfermedad pero no son patognomónicos y requieren del aislamiento o la demostración directa de la presencia del virus y posterior caracterización patogénica como diagnóstico confirmativo (Cuello *et al.*, 2011), pero las cepas mesogénicas se asocian con baja mortalidad, enfermedad respiratoria aguda, y signos neurológicos en algunas aves (Anis *et al.*, 2013).

Los signos clínicos de la enfermedad varían según el brote y la parvada, y pueden incluir, tos, estornudos, descarga nasal, disnea, cianosis en la cabeza, la cresta y la barbilla, ataxia, tortícolis, parálisis, diarrea, hemorragias subcutáneas petequiales y equimóticas, descargas con derrames orales y nasales (Moncebaez, 2012), depresión, edema, disminución en el consumo de alimentos y agua, disminución en la producción de huevos, huevos con cáscara delgada o deformes (USDA-APHIS, 2011a).

### **Newcastle en el hombre**

Los humanos son los únicos mamíferos susceptibles al Newcastle velogénico, por lo cual se considera como una zoonosis benigna (Cuadros, 2011), a causa de la exposición a grandes cantidades del virus, generalmente durante la vacunación (virus vivo) o en un laboratorio, ha tenido como consecuencia la conjuntivitis, por lo general se soluciona rápidamente sin tratamientos (USDA-APHIS, 2011b).

El cuadro clínico consiste esencialmente en una conjuntivitis, con congestión, lagrimeo, dolor y tumefacción de los tejidos subconjuntivales que puede durar hasta una semana, por lo que es recomendable no tener contacto con las aves (Cuadros, 2011).

#### **2.8.1. Newcastle patotipo mesogénico en otras aves.**

El Newcastle afecta a más de 250 especies de aves en 27 órdenes (Spickler *et al.*, 2010), ya sea naturalmente o experimentalmente (Rue *et al.*, 2011) Las aves silvestres, en particular las acuáticas, pueden portar los virus de APMV-1 sin presentar signos clínicos (portadoras asintomáticas). A continuación se enlistan algunas de éstas aves:

**Columbiformes:** Pichones, palomas, tortolitas que son aves compactas, con alas amplias, redondas y poderosas; pico, patas y cuello cortos.

**Passeriformes:** Son un gran orden de aves que abarca a más de la mitad de las especies de aves del mundo. Los passeriformes se conocen comúnmente como pájaros, y a veces aves canoras o pájaros cantores.

**Psittaciformes:** Guacamayas, papagayos, loros, pericos, cotorras. Son un orden de aves que incluyen aproximadamente 86 géneros y 372 especies que se encuentran principalmente en las zonas tropicales y subtropicales (Ferrer *et al.*, 2008), los pavos son menos susceptibles a desarrollar signos severos, en los animales de caza (faisanes, perdices, codornices, y gallinas de guinea) varían con la especie. Los patos y gansos presentan generalmente enfermedades inaparentes (Chellappa *et al.*, 2012), las palomas son muy susceptibles a los virus mesogénicos e incluso lentogénicos y son endémicos en sus poblaciones, algunas aves en su hábitat natural o en los pequeños zoológicos también se enferman (Spickler *et al.*, 2010), aunque la enfermedad de Newcastle es inusualmente grave en aves acuáticas ((USDA-APHIS, 2011a).

## 2.9. Morbilidad y mortalidad

Las tasas de morbilidad y mortalidad varían mucho dependiendo de la virulencia de la cepa y de la susceptibilidad del huésped (Sun *et al.*, 2014). En las cepas mesogénicas generalmente pueden causar la muerte de algunos pájaros; en aves de corral, la tasa de mortalidad es de aproximadamente el 10%, pero las enfermedades concurrentes pueden agravar la enfermedad pudiendo aumentar la tasa de mortalidad (Spickler *et al.*, 2010), aunque estas cepas son capaces de infectar a los pollitos con mayor severidad, que a las aves adultas, otras especies de aves suelen verse menos afectadas que los pollos. El comienzo de la enfermedad suele

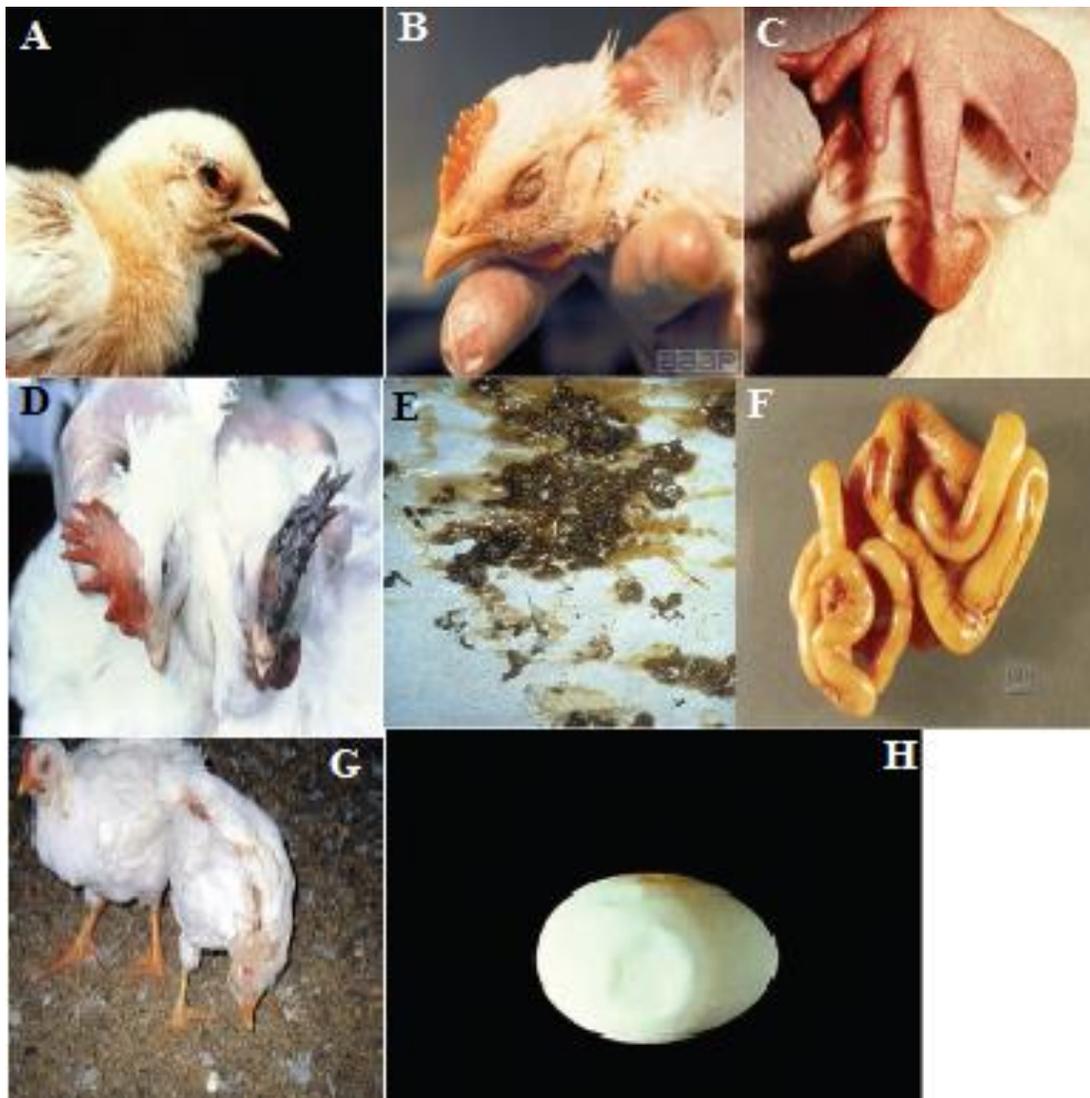
ser rápido, y el virus a menudo se propaga rápidamente, especialmente en las aves confinadas en grupo (Dey *et al.*, 2014).

## **2.10. Patología**

### **2.10.1. Tipo patológico del virus de Newcastle mesogénico**

Se consideran cuatro cepas distintas capaces de causar la ENC, en este se mencionan solo las cepas mesogénicas Meekteswar, Hartfordshire y Komarov, y Roakkin.

**Cepa Mukteswar H:** esta cepa es particularmente patógena y debe usarse en aves que fueron vacunas con lentogénicas.



**Figura 4.** Signos clínicos que presentan las aves de Newcastle mesogénico.

- A) Signos respiratorios como estornudos, respiración dificultosa, descarga nasal y tos.
- B) Cianosis de la barba y la cresta.
- C) Congestión y edema de la cresta y la barba.
- D) Inflamación de los tejidos de alrededor de los ojos y del cuello.
- E) Diarrea verdosa y acuosa.
- F) Lesiones hemorrágicas del tracto intestinal.
- G) Signos nerviosos, que pueden incluir depresión, temblores musculares, a las caídas, cabeza y cuello torcidos, andar en círculos y parálisis total.
- H) Disminución de la producción de huevos, huevos deformados o con cáscara blanda.

## **2.10.2. Alteraciones patológicas**

Algunas de las alteraciones patológicas que se han encontrado en pollos, gallinas y otras aves son características del patotipo mesogénico que causan enfermedad respiratoria aguda con traqueítis catarral asociada a signos nerviosos con baja mortalidad (Piacenti *et al.*, 2006; Courtney *et al.*, 2012).

Los cuadros clínicos mencionados, no siempre se presentan igual, ya que tiene que ver la susceptibilidad de las parvadas contagiadas, pero es muy importante mencionar que las lesiones arriba mencionadas, por sí mismas no son, patognomónicas, por lo cual para fines de diagnóstico presuntivo, se deberán valorar tanto los signos clínicos como, su historial clínica y pruebas de laboratorio específicas.

### **2.10.2.1. HISTOPATOLOGÍA.**

Las lesiones histopatológicas clásicas de la ENC patotipo mesogénico son encontradas en la tráquea hay inflamación, edema desprendimiento de la mucosa e infiltración linfocítica. Los sacos aéreos pueden presentar edema, infiltración celular heterofílica y mononuclear (Spickler *et al.*, 2010). A nivel de bursa se puede presentar severa necrosis de linfocitos y células reticulares e infiltraciones de fibrina en los capilares de bazo (Pérez, 2009; Anis *et al.*, 2013).

### **2.10.2 DIAGNÓSTICO.**

#### **2.10.3. Diagnóstico clínico**

El diagnóstico clínico está basado en la historia, signos y lesiones, los cuales nos dan una fuerte sospecha cuando sabemos que el ENC Patotipo mesogénico existe en ciertas áreas, pero la confirmación se realiza por pruebas de laboratorio para identificar la cepa (Moncebaez, 2012).

#### **2.10.4. Diagnóstico de laboratorio**

El diagnóstico definitivo de la enfermedad de Newcastle patotipo mesogénico se hace por medio de aislamiento e identificación del agente infeccioso. Las principales pruebas de laboratorio son la hemoaglutinación e inhibición de la hemaglutinación, utilizando el virus. La prueba de virus neutralización usando antisuero de ENC conocido. La prueba de neutralización en placa en un sistema de cultivo de tejido. Inoculación del virus en aves susceptibles e inmunes. Técnica de anticuerpos fluorescentes usando un conjugado de antisuero de ENC (Moncebaez, 2012).

Se han utilizado dos nuevas técnicas, la de ELISA, y se ha implementado el uso de la PCR en tiempo real como método de detección rápido en brotes de campo (Olaya *et al.*, 2010).

Para fines de la Campaña, las muestras deben ser remitidas a los laboratorios aprobados por la SAGARPA, para el aislamiento e identificación del virus de la ENC, y las muestras deberán ser la tráquea, pulmón, bazo, encéfalo y tonsilas cecales (NOM-013-ZOO-1994).

#### **2.10.5. Diagnóstico diferencial**

La enfermedad de Newcastle debe diferenciarse de Influenza Aviar, Cólera aviar, Laringotraqueitis, Psitacosis, Micoplasmosis, Bronquitis infecciosa, malos manejos, tales como ausencia de agua, alimento y ventilación (Arenas, 2003).

## **2.11. Control**

### **2.11.1. Signos de buena salud**

Los principales signos de buena salud en un gallinero son el consumo de agua y alimento en un nivel normal, excrementos normales, aves activas, despiertas con el ojo abierto, crestas rojas y sanas y las plumas en buen estado brillantes y en orden. La temperatura rectal de una ave sana es de 41°C y puede variar entre 40.5 a 41.7 °C. Los latidos en el pulso de un ave sana van de 200 a 400 palpitaciones por minuto. La respiración va de 15 a 36 inhalaciones y exhalaciones por minuto. La relación entre alimento y consumo de las aves y su relación con el peso deben estar en un rango de acuerdo a su edad (Lesur, 2003).

### **2.11.2. Bioseguridad**

La bioseguridad es el conjunto de medidas técnicas, sanitarias e inmunológicas que buscan prevenir brotes o enfermedades en las aves (Díaz *et al.*, 2005).

Entre las medidas preventivas más importantes están las instalaciones de las aves de corral, las cuales deben construirse lejos de las ciudades y en lugares sin intenso tráfico humano (Cuadros, 2011). Se deben considerar puntos importantes sobre los humanos “trabajadores”, la fauna silvestre, entrada de camiones, limpieza de las casetas, disposición de agua limpia potable, limpieza y desinfección del equipo y material, proporcionar alimento fresco, bien balanceado, acorde a los requerimientos nutricionales de la edad y propósito zootécnico y vacunación (Ricaurte, 2005).

### 2.11.3. Inmunización

Las aves tanto de traspatio como comerciales se pueden inmunizar contra ENC patotipo mesogénico por medio de vacunas apropiadas, el método utilizado tiene mucha influencia considerable en la respuesta inmune (Moncebaez, 2012), en la mayoría de las granjas avícolas utilizan vacunas con virus vivos de baja virulencia, las cuales son administradas por gran variedad de vías y métodos desde la incubadora hasta todo el desarrollo de la parvada (Alexander, 2000), la vacunación se realiza durante el desarrollo en forma simultánea con el virus vivo, en aves de postura se vacuna con virus muertos emulsionados en aceite y son administrados parenteralmente como vacuna final, antes de romper postura (Pérez, 2009).

Entre otras medidas protectoras de territorios limpios, se debe tomar en cuenta la importación (Díaz *et al.*, 2005). De aves vivas y pájaros silvestres, huevos de incubación, esperma, carnes y productos cárnicos de aves domésticas y silvestres se exigirá que los animales o sus productos procedan de países libres (Cobb, 2011).

En caso de presentarse un brote de la enfermedad se debe reportar a las autoridades sanitarias inmediatamente ya que es una zoonosis (NOM-013-ZOO-1994).

La vacunación es una de las prácticas más importantes en avicultura como método preventivo y de control, por lo cual cada granja debe tener un programa de vacunación contra la enfermedad de Newcastle (Ricaurte, 2005), el uso combinado de vacunas vivas atenuadas e inactivadas induce en las aves una mayor protección frente a los agentes infecciosos (Cuello *et al.*, 2011), teniendo en cuenta que las cepas virulentas producen infecciones que pueden causar la muerte del 100% de las aves no vacunadas (Romero

*et al.*, 2009), por lo cual su importancia económica de la enfermedad radica en la disminución de la producción de los planteles avícolas afectados y la alta tasa de mortalidad (Dey *et al.*, 2014)

## **Métodos de inmunización**

**Inmunidad pasiva:** En aves es la transferencia de anticuerpos de las madres (reproductoras) a los polluelos, siempre y cuando las reproductoras sean vacunadas cerca o al inicio de la producción.

**Inmunidad activa:** Confiere protección rápida y la posibilidad de “recordar” y reestimular dicha respuesta protectora mediante inyecciones repetidas del antígeno o mediante la exposición a la infección. Por lo tanto la vacunación ideal para la inmunización activa debe proporcionar inmunidad poderosa y prolongada (Schubot, 2002).

**Vacunas atenuadas.** Son todas aquellas vacunas que pasan por un proceso de reducción de virulencia, esto implica la adaptación de los microorganismos a condiciones inusuales, de manera que pierdan su adaptación al huésped habitual (Cortes, 1991).

**Vacunas de virus vivos.** En general las vacunas vivas contra la enfermedad de Newcastle provienen de cepas de virus lentogénicos y mesogénicos. Entre los diversos tipos de vacunas vivas, las más utilizadas son las que poseen las cepas Hitchner B1 o Lasota. Éstas son utilizadas en áreas donde el virus de Newcastle de alta patogenicidad está altamente difundido, por lo que se hace necesario mantener niveles elevados de anticuerpos como acción preventiva mediante continuas vacunaciones (Arenas, 2003).

**Cepa Mukteswar:** esta cepa es particularmente patógena y debe usarse en aves que fueron vacunadas con vacuna lentogénicas (Perozo *et al.*, 2004).

**Cepas Hartfordshire y Komarov:** las vacunas preparadas con éstas son menos patógenas que la Mukteswar, pudiéndose mezclar con la vacuna viva de viruela (Cattoli *et al.*, 2011).

**Cepas Roakin:** son aislamientos que se han atenuado pero todavía muy virulentos. No puede aplicarse a pollitos jóvenes que llevan algún grado de inmunidad pasiva, es decir no antes de tres semanas, por lo que es mejor retrasar su uso hasta la octava semana (Pérez, 2009).

La utilización de cepas mesogénicas se practica solo para revacunaciones en áreas de alto desafío y baja densidad, cepas como la Komarov o la Roakin presentan IPIC superiores a 1.4 lo que las convierte en cepas virulentas según la clasificación de la OIE (OIE, 2012), no son virulentas para pollos mayores de 8 semanas de edad pero mantienen la virulencia para los pollos de 1 día de edad (Czegládi *et al.*, 2003).

#### **2.11.4. Calendarios de vacunación**

El manejo de vacunas, deberá realizarse bajo estrictas medidas de conservación de los biológicos a través de la cadena fría; ésta es una responsabilidad compartida entre productores, médicos veterinarios oficiales o aprobados, empresas productoras y comercializadoras de productos biológicos, así como los que determine la Secretaría (NOM-013-ZOO-1994).

**Cuadro 2.** Programa guía de vacunación para reproductoras.

Edad	Enfermedad	Cepa	Método
1 – 7 días	Enfermedad de Newcastle	Tipo Hitchner B1 o LaSota clonada	Aspersión gota gruesa/ocular
Opcional	Enfermedad de Newcastle	Vacuna Inactivada	S.C./I.M.
25 – 28 días	Enfermedad de Newcastle	Tipo LaSota	Agua de bebida/ocular/aspersión gota gruesa
8 semanas	Enfermedad de Newcastle	Tipo LaSota	S.C. Agua de bebida/ocular/aspersión gota gruesa
Opcional	Enfermedad de Newcastle	Vacuna Inactivada	S.C./I.M.

**Cuadro 3.** Programa guía de vacunación para ponedoras.

Edad	Enfermedad	Cepa	Método
1 – 7 día	Enfermedad de Newcastle	Tipo Hitchner B1 o LaSota clonada	Ocular/aspersión gota gruesa
Opcional	Enfermedad de Newcastle	Vacuna Inactivada	S.C./I.M.
25 – 28 días	Enfermedad de Newcastle	Tipo Lasota	Agua de bebida/ocular/aspersión gota gruesa
8 semanas	Enfermedad de Newcastle	Tipo LaSota	Agua de bebida/ocular/aspersión gota gruesa
Opcional	Enfermedad de Newcastle	Vacuna Inactivada	S.C./I.M.
18 semanas	Inactivada: ENC, Bronquitis, Síndrome de Caída de Postura		S.C. / I.M.

**Cuadro 4.** Programa guía para pollos de engorde.

Edad	Enfermedad	Cepa	Método
1 – 7 días	Enfermedad de Newcastle	Tipo Hitchner B1 o LaSota clonada	Ocular/ aspersión gota gruesa
25 – 28 días	Enfermedad de Newcastle	Tipo LaSota	Agua de bebida/ocular/ aspersión gota gruesa

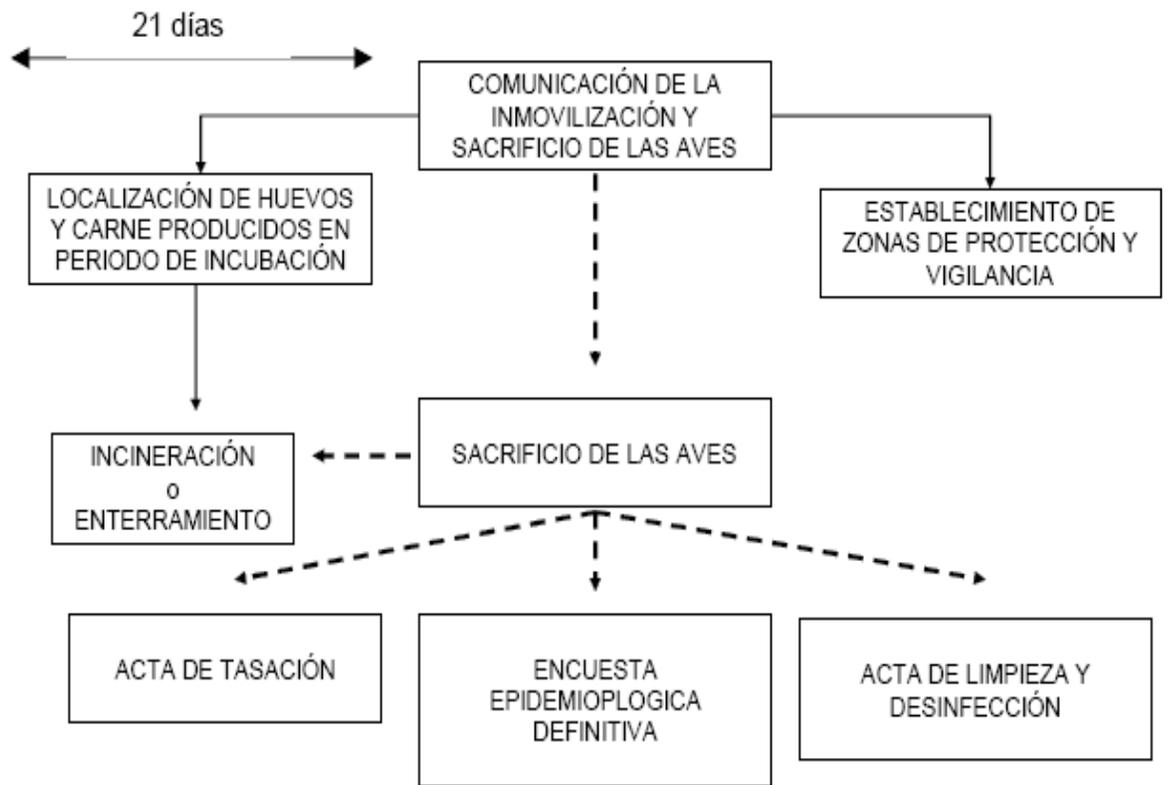
**Cuadro 5.** Aislados virales analizados filogenéticamente.

Aislado	País	Año de aislamiento	Patotipo*
Queensland/V4	Australia	1966	L
Ulster	Irlanda del Norte	1964	L
LaSota	Estados Unidos	1946	L
Turkey/VA	Estados Unidos	1985	L
91/33	Estados Unidos	1991	L
Nebraska	Estados Unidos	1954	L
Michigan	Estados Unidos	1946	M
Roakin	Estados Unidos	1946	M
Texas DK	Estados Unidos	1958	M
Cormorant-Minnesota	Estados Unidos	1992	NV
Cormorant-Michigan	Estados Unidos	1992	NV
Turkey ND	Estados Unidos	1992	NV
Texas GB	Estados Unidos	1948	NV
Italy-Milano	Italia	1945	VV
Texas 219	Estados Unidos	1970	VV
Florida 80	Estados Unidos	1980	VV
Largo	Estados Unidos	1970	VV
Anhinga-3	Estados Unidos	1994	M
Trenque Lauquen	Argentina	1970	VV
Trenque Lauquen 1	Argentina	1970	VV
Chile2007	Chile	2007	M

(L) Lentogénico. (M) Mesogénico. (NV) Velogénico Neurotrópico. (VV) Velogénico Viscerotrópico (Moreno *et al.*, 2009).

## 2.12. Actuaciones en la explotación afectada

Una vez que se tiene el diagnóstico definitivo de la enfermedad de ENC y es positivo el inspector veterinario (IV) de la unidad veterinaria local (UVL) se personará de nuevo en la explotación para comunicar al propietario mediante un acta oficial el resultado laboratorial y la existencia de enfermedad de Newcastle en la explotación. Esta notificación conlleva la realización de las actuaciones contempladas en la Figura 6.



**Figura 7.** Actuaciones tras la confirmación de la enfermedad de Newcastle. (SGAA, 2013).

## 2.26 CONCLUSIONES

La enfermedad de Newcastle es una de las principales enfermedades que amenazan a los productores de aves comerciales y de traspatio e incluso afecta a muchos tipos de aves silvestres, causando grandes pérdidas económicas en el sector avícola, por su alta mortalidad y morbilidad dependiendo de su patogenicidad puede ir desde la enfermedad inaparente hasta 100% de la mortalidad.

En este caso el patotipo mesogénico es una cepa que se considera como la mitad de la virulencia comparada con las cepas lentogénicas y velogénicas.

La importancia de las cepas mesogénicas radica en que son capaces de provocar enfermedad entre las aves, con una mortalidad hasta del 10% y pudiendo complicarse con otras enfermedades aumentando la mortalidad, es capaz de reducir el rendimiento de las parvadas, ocasionando pérdidas económicas, ya sea por la baja ganancia de peso en aves de engorda, como la baja producción de huevo en gallinas de postura principalmente, o por los desechos de aves y tratamientos que se aplican.

El punto más importante radica en que el virus puede pasar de mesogénico a velogénico en cualquiera de sus dos presentaciones, ocasionando una alta mortalidad en las parvadas afectadas hasta del 100%, convirtiéndose en una emergencia zoonosaria y un problema de salud pública, ya que es considerada como una zoonosis, aunque aparentemente es benigna.

Es una enfermedad de reporte obligatorio que se encuentra la norma oficial mexicana contra la enfermedad del Newcastle, NOM-013-ZOO-1994.

### III LITERATURA CITADA

1. Acuña, D. G., Gaete, Á., Moreno, L., Ardiles, K., Mathieu, C., Ortega, R. (2012). Anticuerpos séricos contra la enfermedad de Newcastle e Influenza Aviar en aves rapaces de Chile. *Rev. MVZ Córdoba*. 17:3118-3124.
2. Alexander, D.J. 1991. Newcastle disease and other paramixovirus infection in disease of poultry. The Iowa state university press, Ames, Iowa. 9<sup>th</sup> ed. chap. P.496-512.
3. Alexander, D.J. 2000. Newcastle disease and other avian paramyxoviruses. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.* 19:443 - 455.
4. Angulo, E. 2009. Enfermedad de Newcastle Aviar. Publicación trimestral de actualización Científica y Tecnológica N°12. Laboratorios Virbac. Guadalajara Jal. Méx.
5. Anis, Z., Morita, T., Azuma, K., Ito, H., Ito, T., Shimada, A. 2013. Comparative study on the pathogenesis of the generated 9a5b newcastle disease virus mutant isolate between chickens and waterfowl. *Vet. Pathol. Onli.* 50:638-647.
6. Arenas, R.M.F., 2003. Determinación de anticuerpos séricos contra las enfermedades de Newcastle e influenza aviar en aves de traspatio circundantes a una granja avícola tecnificada en Cuilapa, Santa Rosa, y la relación de ambas. Tesis de Licenciatura. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. San Carlos, Guatemala.

7. Cattoli, G., Susta, L., Terregino, C., Brown, C. 2011. Newcastle disease a review of field recognition and current methods of laboratory detection. *J. Vet. Diagn. Invest.* 23:637-656.
8. Chellappa, M.M., Dey, S., Gaikwad, S., Kataria, J.M., Vakharia, V.N. 2012. Complete genome sequence of Newcastle disease virus mesogenic vaccine strain R2B from India. *J. Virol.* 86:13814-13815.
9. Cobb, S.P. 2011. The spread of pathogens through trade in poultry hatching eggs: overview and recent developments. *Rev. Sci. Tech. (Inter. Off. Epiz.)*. 30:165-175.
10. Cortes, P.S. 1991. Inmunología veterinaria. 4 Edición McGraw-Hill Interamericana.
11. Courtney, S. C., Gomez, D., Susta, L., Hines, N., Pedersen, J. C., Miller, P. J., Ifonso, C. L. 2012. Complete genome sequencing of a novel Newcastle disease virus isolate circulating in layer chickens in the Dominican Republic. *J. Virol.* 86:9550-9550.
12. Cuadros, R.J.A. 2011. Enfoque Zoonótico de la Enfermedad de Newcastle. *Rev. Coleg. Méd. Vet. Edo. Lara.* 1:1.
13. Cuello, S., Vega, A., Noda, J. 2011. Actualización sobre la enfermedad de Newcastle. Centro nacional de sanidad agropecuaria (CENSA) de la Habana Cuba. *Vet.-Rev. Elec. Vet.* 12:1-20.

14. Czeglédi, A., Ujvári, D., Somogyi, E., Wehmann, E., Werner, O., Lomniczi, B. 2006. Third genome size category of avian paramyxovirus serotype 1 (Newcastle disease virus) and evolutionary implications. *Virus invest.* 20:36-48.
15. Czeglédi, A., Wehmann, E., Lomniczi, B. 2003. On the origins and relationships of Newcastle disease virus vaccine strains Hertfordshire and Mukteswar, and virulent strain Herts' 33. *Avian. Pathol.* 32:271-276.
16. De La Sota, M.D., Espinoza C., 2004. Manual de procedimientos enfermedad de Newcastle. Dirección Nacional de Sanidad Animal- Buenos Aires, Argentina. P. 10-15.
17. Dey, S., Chellappa, M.M., Gaikwad, S., Kataria, J.M., Vakharia, V.N. 2014. Genotype characterization of commonly used Newcastle disease virus vaccine strains of India. *PloS. One.* 9:e98869.
18. Díaz, J., Ríos, H., Moreno, O. 2005. Determinación serológica para las enfermedades de Newcastle y bronquitis infecciosa en las aves de combate de Bucaramanga Colombia. Centro de investigación de ciencias animales (CICA). *Spei. Domus.* 1:30-34.
19. DGSVA. Dirección general de sanidad vegetal y animal. 2013. Manual de Bioseguridad para avicultura. Soyapango, El Salvador, Centroamérica. Pp 1-12.
20. Ferrer, M., Icochea, D. y Salas, S. 2008. Prevalencia de anticuerpos contra el virus de la enfermedad de Newcastle en *Gallus gallus* de Lima: Estudio de caso-control. *Rev. Invest. Vet. Perú.* 19:67-74.

21. Lesur, L., 2003. Manual de Avicultura. Una guía pasó a paso. Editorial trillas. ISBN 968-24-6883-3.
22. Martín, I.I., Avilés, M.M., De la Torre Reoyo, A. y Rodríguez, J.S.V. 2008. Riesgo de entrada de la enfermedad de Newcastle en España a través de Columbiformes. *Rev. Compl. Sci. Vet.* 2:125-133.
23. Moncebaez, P.J. 2012. Principales enfermedades de las aves domésticas. Manual de la materia de Clínica de Aves. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna. Torreón, Coah. pp 5–8.
24. Moreno, V., García, A., Mathieu, C. 2009. Caracterización molecular y patogenicidad del virus de la enfermedad de Newcastle (ENC) aislado en cormoranes. *Boletín Oficial Veterinario N°9 Chile*, 2007. 9:1-13.
25. NOM-013-ZOO-1994. 1995. Campaña nacional contra la enfermedad de Newcastle presentación velogénica. DOF 28 de febrero de 1995.
26. Nwanta, JA., Abdu PA., Exema WS. 2008. Epidemiology, challenges and prospects for control of Newcastle disease in Village poultry in Nigeria. *Worlds. Poult. Sci. J.* 64:119-127.
27. OIE. 2012. Enfermedad de Newcastle. Versión adoptada en la asamblea mundial de delegados de la OIE. Manual terrestre Capitulo, 2, 3, 14:630-642.
28. Olaya, J.A.J., Ramírez, A. P.G., Espejo, D.C.M.Á., Tovar, D.S., Prada, J.R.R., Jiménez, L.C.V. 2010. Las enfermedades infecciosas y su importancia en el sector avícola. *Rev. Med. Vet.* 20:49-61.
29. Park, J.K., Lee, D.H., Yuk, S.S., Tseren, E.O., Kwon, J.H., Noh, J.Y., Song, C.S. 2014. Virus-like particle vaccine confers protection against a lethal

Newcastle disease virus challenge in chickens and allows a strategy of differentiating infected from vaccinated animals. *Clin. Vaccine. Immunol.* 21:360-365.

30. Pérez, S.B.I. 2009. Determinación de anticuerpos séricos contra las enfermedades de Newcastle e influenza aviar, en aves de traspatio circundantes a una granja avícola tecnificada, en la cabecera departamental de Chimaltenango. Tesis de Licenciatura. Universidad de San Carlos de Guatemala, Escuela de Medicina Veterinaria. San Carlos, Guatemala.

31. Perozo, F., Nava J., Rivera S., Vale Echeto O., Arrieta D. y Mavárez Y. 2004. Evaluación de dos planes de vacunación contra la enfermedad de Newcastle en pollos de engorde de la línea Ross criados bajo condiciones de campo en el Estado Zulia, Venezuela. *Rev. Cient.* 14:387-391.

32. Phan, L.V., Park, M.J., Kye, S.J., Kim, J.Y., Lee, H.S., Choi, K.S. 2013. Development and field application of a competitive enzyme-linked immunosorbent assay for detection of Newcastle disease virus antibodies in chickens and ducks. *Poult. Sci.* 92:2034-2043.

33. Piacenti, A.M., King, D.J., Seal, B.S., Zhang, J., Brown, C.C. 2006. Pathogenesis of Newcastle disease in commercial and specific pathogen-free turkeys experimentally infected with isolates of different virulence. *Vet. Pathol. Onli.* 43:168-178.

34. Ricaurte G L. 2005. Bioseguridad en granjas avícolas. *REDVET.*11:1-7.

35. Rodríguez, S.P. 2008. Acción antiviral del polisacárido sulfatado fucoidan extraído de cladosiphon okamuranus sobre el virus aviar Newcastle (cepa la sota). Tesis de doctorado. Universidad Autónoma de Nuevo León.

36. Romero, M.P., Narvaez, W.S., Sánchez, J.V. 2009. Newcastle disease in village chickens in the Colombian coffee area. *Rev. Mvz. Córdoba*. 14:1705-1711.
37. Rue, C.A., Susta, L., Cornax, I., Brown, C.C., Kapczynski, D.R., Suarez, D.L., Afonso, C.L. 2011. Virulent Newcastle disease virus elicits a strong innate immune response in chickens. *J. Genet. Virol.* 92:931-939.
38. SAGARPA. 2013. 1° Informe de labores 2012-2013. Salud animal. P. 102-105.
39. Sánchez, V.M. 2013. Aplicación de técnicas moleculares para la detección de contaminación con otros agentes virales en vacunas de Newcastle. Tesis de magister en Ciencias Biológicas, Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ciencias.
40. Schubot, R.M. 2002. Inmunología Veterinaria. 6ª Edición, McGraw-Hill Interamericana. ISBN 970-10-3562-3:254-262.
41. Secretaría General de Agricultura y Alimentación (SGAA). 2013. Manual práctico de operaciones en la lucha contra la enfermedad de Newcastle. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Madrid España. pp. 5-45.
42. Spickler, A.R., Roth, J.A., Galyon, J., Lofstedt, J., Lenardón, M.V. 2010. Emerging and Exotic Diseases of Animals. CFSPH Iowa State University. 1 Ed. P. 150-154.
43. Sun, Y., Yu, S., Ding, N., Meng, C., Meng, S., Zhang, S., & Ding, C. 2014. Autophagy benefits the replication of Newcastle disease virus in chicken cells and tissues. *J. Virol.* 88:525-537.

44. Susta, L., Miller, P.J., Alfonso, C.L., Brown, C.C. 2011. Clinicopathological characterization in poultry of three strains of Newcastle disease virus isolated from recent outbreaks. *Vet. Pat. Onli.* 48:349-360.
45. USDA-APHIS, 2011a. Módulo 6: enfermedades aviares exóticas. Programa nacional de acreditación veterinaria. Iowa State University. P. 1-31.
46. USDA-APHIS, 2011b. Módulo 18: influenza aviar y enfermedad exótica de Newcastle. Programa nacional de acreditación veterinaria. Iowa State University. 301-851-3400.
47. Uthrakumar, A., Vijayarani, K., Kumanan, K., Bhuvanewari, S., Kuchipudi, S.V., Elankumaran, S. 2014. Complete genome sequence of a velogenic Newcastle disease virus isolated from an apparently healthy village chicken in South India. *Genome. Announc.* 2:7-14.
48. Wakamatsu, N., King, D.J., Kapczynski, D.R., Seal, B.S., Brown, C.C. 2006. Experimental pathogenesis for chickens, turkeys, and pigeons of exotic Newcastle disease virus from an outbreak in California during 2002-2003. *Vet. Pathol. Onli.* 43:925-933.