

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO



FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**PASANTE:
ANTONIO ESPINOZA BUSTAMANTE**

**TESINA:
VACUNAS MÁS UTILIZADAS EN LA AVICULTURA
(REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA)**

**PROYECTO DE TESINA PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**ASESOR:
MVZ. E.P.A. MIGUEL HÉCTOR SORIA LIRA**

MORELIA MICHOACÁN, SEPTIEMBRE DEL 2005

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO



FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**PASANTE:
ANTONIO ESPINOZA BUSTAMANTE**

**TESINA:
VACUNAS MÁS UTILIZADAS EN LA AVICULTURA
(REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA)**

**PROYECTO DE TESINA PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

MORELIA MICHOACÁN, SEPTIEMBRE DEL 2005

AGRADECIMIENTOS

A DIOS, POR HABERME PERMITIDO EMPEZAR Y LLEGAR AL FINAL DE ESTE ARDUO CAMINO.

A MIS PADRES, ANTONIO ESPINOZA MUCIÑO Y EDELMIRA BUSTAMANTE RIVAS, POR SU APOYÓ CONSTANTE INCONDICIONAL Y POR QUE DÍA CON DÍA ME IMPULSAN PARA SER MEJOR.

A MIS HERMANAS DULCE MARIA Y CYNTHIA, POR QUE SIEMPRE ME HAN AUXILIADO EN CUALQUIER SITUACIÓN QUE HE NECESITADO.

A MI NOVIA, POR SU AYUDA DESINTERESADA PARA QUE YO PUDIESE LOGRAR FINALIZAR EN FORMA SATISFACTORIA ESTE PROYECTO.

A MIS AMIGOS, YA QUE EN LAS BUENAS Y EN LAS MALAS SIEMPRE HAN ESTADO A MI LADO.

A MI ASESOR, POR SU INVALUABLE COLABORACIÓN POR SUS CONSEJOS Y POR GUIARME DE LA MEJOR MANERA, PARA LA CULMINACIÓN DE ESTE TRABAJO.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 OBJETIVOS.....	3
2. GENERALIDADES DEL SISTEMA INMUNE.....	4
2.1 SISTEMA INMUNE.....	4
2.2 SISTEMA INMUNE DEL AVE.....	16
2.3 TIPOS DE INMUNIDAD.....	17
2.4 RESPUESTA INMUNOLÓGICA A LA VACUNA.....	19
3. DEFINICIÓN DE UNA VACUNA.....	21
3.1 CLASIFICACIÓN DE LAS VACUNAS.....	23
3.2 VACUNAS DE VIRUS VIVO ATENUADO.....	24
3.3 VACUNAS DE VIRUS MUERTO O INACTIVADAS.....	26
3.4 VACUNAS DE NUEVA GENERACIÓN.....	29
3.5 ADYUVANTES.....	37
4. DESAROLLO DE LAS VACUNAS.....	40
4.1 LUGAR DE ELABORACIÓN.....	40
4.2 EMULSIÓN DE VACUNAS.....	41
4.3 EQUIPO PARA LA ELABORACIÓN DE VACUNAS.....	42
4.4 PROCESO DE ELABORACIÓN DE LAS VACUNAS.....	44

5. USOS DE VACUNACIÓN EN AVES	45
5.1 VÍAS DE APLICACIÓN.....	45
5.2 ENFERMEDADES MÁS COMUNES EN AVES Y VACUNAS EXISTENTES.....	59
5.3 DISEÑO DE PROGRAMA DE VACUNACIÓN.....	82
5.4 FACTORES A CONSIDERAR EN UN PROGRAMA DE VACUNACIÓN.....	84
5.5 DOSIFICACIÓN.....	87
5.6 EQUIPO PARA LA VACUNACIÓN.....	89
5.7 ALMACENAMIENTO Y MANEJO.....	91
5.8 CAPACITACIÓN Y ENTRENAMIENTO.....	95
5.9 PROCESOS DE LA VACUNACIÓN.....	97
6. CONTRAINDICACIONES DE LA APLICACIÓN DE VACUNAS	102
6.1 MANEJO INADECUADO DE LAS VACUNAS.....	102
6.2 FACTORES QUE AFECTAN LA VIABILIDAD DE LA VACUNA.....	103
6.3 MANEJO DE LOS ANIMALES EN LA VACUNACIÓN.....	104
7. EVALUACIÓN DE UNA ADECUADA VACUNACIÓN E INMUNIZACIÓN	105
7.1 FALLAS DE LA VACUNACIÓN.....	106
7.2 REACCIONES ADVERSAS Y EFECTOS SECUNDARIOS.....	109
7.3 PRUEBA DE POTENCIA DE LA VACUNA.....	111
8. CONCLUSIONES	112
9. BIBLIOGRAFÍA	114

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 1. MECANISMOS DE DEFENSA ESPECÍFICOS E INESPECÍFICOS.....	4
CUADRO 2. FACTORES QUE AFECTAN LA POTENCIA DE UNA VACUNA.....	110
FIGURA 1. BARRERAS INESPECÍFICAS DEL ORGANISMO	5
FIGURA 2. ÓRGANOS Y TEJIDOS DEL SISTEMA INMUNE.....	6
FIGURA 3. MECANISMOS DE INMUNIDAD ESPECÍFICA.....	8
FIGURA 4. MECANISMOS DE LA INDUCCIÓN DEL SISTEMA INMUNE.....	9
FIGURA 5. PARTES DE LA INMUNOGLOBULINA.....	11
FIGURA 6. REACCIÓN ANTÍGENO-ANTICUERPO.....	12
FIGURA 7. MECANISMO DE OPSONIZACIÓN.....	13
FIGURA 8. ELABORACIÓN DE VACUNAS BASADAS EN PLANTAS.....	33
FIGURA 9. APLICACIÓN EN EL AGUA DE BEBIDA.....	48
FIGURA 10. ASPERSIÓN EN LA INCUBADORA.....	50
FIGURA 11. VACUNACIÓN OCULAR.....	52
FIGURA 12. VACUNA NASAL.....	53

FIGURA 13. VACUNACIÓN INTRA-ALAR.....	54
FIGURA 14. VACUNACIÓN SUBCUTÁNEA.....	56
FIGURA 15. VACUNACIÓN INTRAMUSCULAR.....	57
FIGURA 16. PROCESO DE LA VACUNACIÓN <i>in-ovo</i>	59
FIGURA 17. MANEJO DE LA VACUNA.....	94
FIGURA 18. CAPACITACIÓN PARA LA VACUNACIÓN.....	96

1. INTRODUCCIÓN

Una de las prácticas de manejo indispensables para la prevención de enfermedades de cualquier producción animal es la vacunación. De la cual se atribuyen sus orígenes a una Monja budista que vivió durante el reinado de Jen Tsung en el año 1022 a 1063 D.C., quien practicaba el arte de la inoculación antivariólica o variolización que consistía en la inoculación de costras variólicas procedentes de personas que padecían la viruela, la cual iba a ser transmitida pero en forma más débil.

Posteriormente el médico británico Edward Jenner inventó la primera vacuna contra la viruela en el año de 1796, inoculando a un niño de 8 años sano, linfa de la pústula del brazo de una ordeñadora quien había adquirido viruela vacunal. En 1874 en Alemania entra en vigor la ley de vacunación, que introdujo la obligatoriedad de la vacunación contra la viruela, un siglo después en 1979, la Organización Mundial de la Salud proclama oficialmente erradicada la viruela en toda Europa.

El siguiente eslabón en la historia de las vacunas fue Louis Pasteur (1822 - 1895) quien aportó la vacuna de la rabia, además de avances en el cólera de las aves y ántrax, mediante la administración atenuada o debilitada del microorganismo que produce la infección. En la misma época Koch obtuvo cultivos puros de bacilos de ántrax y demostró la relación entre los bacilos y la enfermedad (ántrax o carbunco).

Un gran aporte en el desarrollo de la vacunación fue la utilización de vacunas a partir de toxinas. Donde no se parte de bacilos vivos o muertos, sino de sustancias tóxicas derivadas de los mismos, consiguiendo los primeros toxóides contra tétanos y difteria en 1909.

Como se ha mencionado, en el transcurso de la historia y hasta nuestros tiempos, las vacunas se han venido utilizando como ayuda en la prevención contra enfermedades. En la producción avícola no es la excepción, debido a que es más redituable para el productor pagar un buen programa de vacunación que asumir los gastos originados por un brote por determinada enfermedad. Más sin embargo la vacunación no va a ser por si sola la solución, dado que es necesario una serie de factores que están relacionados, para la elaboración de un programa de vacunación.

Entre los factores a tomar en cuenta incluyen el almacenamiento y manejo de las vacunas desde que son elaboradas, el estado de salud de los animales al momento de la aplicación, el horario, la cantidad de personal para la vacunación, el sitio de aplicación, los equipos utilizados y el manejo de los animales durante la misma.

Otro factor importante es la capacitación adecuada para la aplicación de vacunas ya que la mayoría de las veces se cometen errores graves los cuales afectan directa o indirectamente la efectividad de la vacuna.

Por tal motivo con el presente trabajo se pretende dar un panorama más amplio sobre la aplicación adecuada de las vacunas y las ventajas que trae consigo su aplicación, la cual hoy en día juega un papel muy importante en la producción avícola.

1.1 OBJETIVOS

El objetivo particular, consiste en recopilar información acerca de la situación actual de la vacunación, así como las nuevas vacunas y técnicas de aplicación que en este momento se están utilizando en la avicultura, sin dejar de mencionar los errores más frecuentes en esta actividad.

Tratando con esto de resolver, las dudas referentes al sistema inmune de las aves así como las ventajas y desventajas de las diferentes vías de aplicación, manejo, conservación y presentaciones de las vacunas.

2. GENERALIDADES DEL SISTEMA INMUNE

2.1 SISTEMA INMUNE

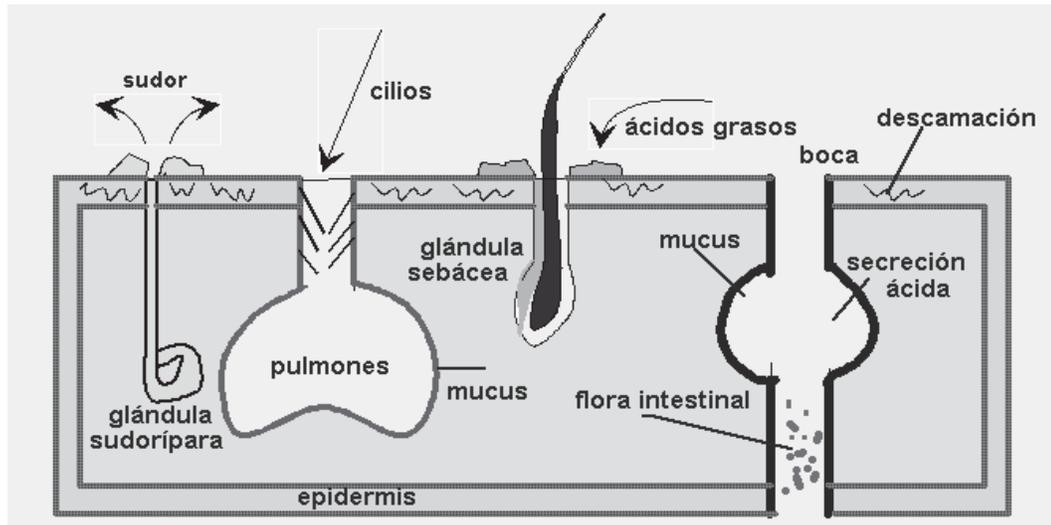
Los organismos están expuestos a una serie de microorganismos como virus, bacterias, protozoos, hongos o las moléculas producidas por ellos. Para impedir los efectos tóxicos de ellos, los animales han desarrollado a lo largo de su evolución mecanismos de defensas específicos e inespecíficos, y de ellos el más sofisticado es el Sistema Inmune. A continuación se ejemplifican algunas de las barreras inespecíficas que se encuentran en el organismo (figura 2).

Cuadro 1. MECANISMOS DE DEFENSA ESPECÍFICOS E INESPECÍFICOS

DEFENSAS INESPECÍFICAS.	DEFENSAS ESPECÍFICAS.
Barreras externas.	La respuesta humoral.
Piel.	Anticuerpo.
Mucosas.	La reacción antígeno-anticuerpo.
Secreciones.	La respuesta celular.
Células fagocitarias.	Tipos de células del sistema.
Micrófagos.	Mecanismo de acción.
Macrófagos.	Comunicación entre las células del sistema inmune.

(Iañez, 1999)

Figura 1. BARRERAS INESPECÍFICAS DEL ORGANISMO.

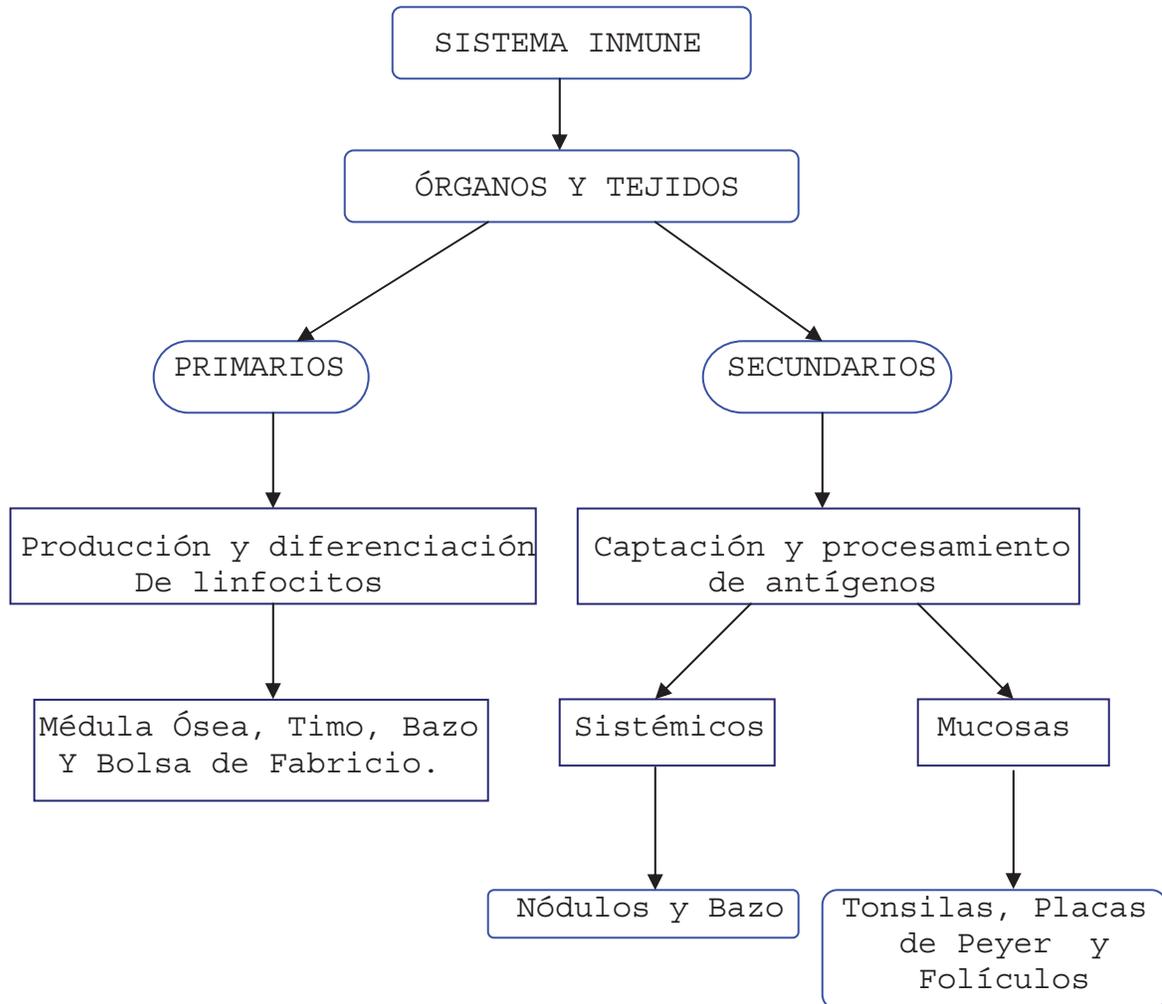


(Iañez, 1999)

El término inmunidad proviene del latín *immunitas*, que significa privilegio, pero el concepto seguramente es muy antiguo. Tucídides, durante la peste que asoló Atenas, ya había comprobado cómo las personas que habían pasado la enfermedad quedaban protegidas, siendo por ello muy útiles para atender a los enfermos.

En la actualidad se considera a la inmunología, parte de la ciencia que estudia los mecanismos por los cuales los animales pueden diferenciar su propia estructura de la ajena, reaccionar contra lo extraño y memorizarlo para el futuro (Iañez, 1999).

Figura 2. ÓRGANOS Y TEJIDOS DEL SISTEMA INMUNE



Las células que forman el sistema inmune son muy variadas tanto en su estructura como en su función. Todas proceden de una célula madre pluripotencial de la médula ósea, de la que se diferencian dos líneas distintas. Línea mieloide: monocitos, macrófagos, granulocitos y células dendríticas. Línea linfoide: linfocitos burso dependientes (LB), linfocitos timo dependientes (LT), células asesinas naturales o "natural killer" (NK).

El sistema inmunitario es esencial para la vida de un animal de tal forma que ningún régimen de antibióticos o de terapia anti-viral puede mantener vivo a un individuo que es incapaz de "armar" una respuesta inmunitaria. El sistema inmunitario consiste en una compleja red de interconexiones de organismos, entre las cuales existe un tráfico incesante de células. Este tráfico celular ocurre a lo largo del flujo sanguíneo y linfático.

Cada estructura del sistema inmunitario tiene una relativa estructura fija en la cual se produce el flujo de células móviles del sistema, es decir, de linfocitos y monocitos. Estas células móviles son producidas en los órganos y tejidos del sistema inmunitario, y ellos interactúan con las sustancias desconocidas, así como entre ellas (Iáñez, 1999).

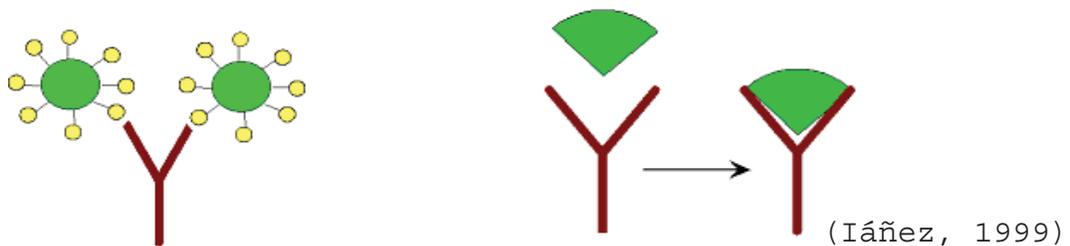
Las respuestas inmunitarias se generan en las estructuras del sistema linfático periférico. Estas estructuras sirven como filtro, atrapando linfocitos circulantes, células fagocíticas y antígenos. De esta manera se preparan, las células requeridas para armar una respuesta inmunitaria hacia un antígeno en particular.

El sistema inmune para su desarrollo y funcionamiento dependen de células generadas en el timo, así como de células producidas en la médula ósea. La respuesta inmune tiene que cumplir con características que lo identifican, debe ser específica, inducible, transferible y tener memoria (Iáñez, 1999).

A) ESPECÍFIDAD

La respuesta inmune es tan específica que genera mecanismos o elementos de defensa que solo sirven para un agente determinado. El agente invasor tiene características bien definidas y el sistema inmunológico forma elementos de defensa (anticuerpos) diseñados para reconocer solo a estos invasores y no a otros, si tiene algunas otras características no reaccionan con los anticuerpos previos, de ahí su especificidad. Esta especificidad está dada por las características moleculares de la estructura del agente invasor (antígeno).

Figura 3. MECANISMO DE INMUNIDAD ESPECÍFICA



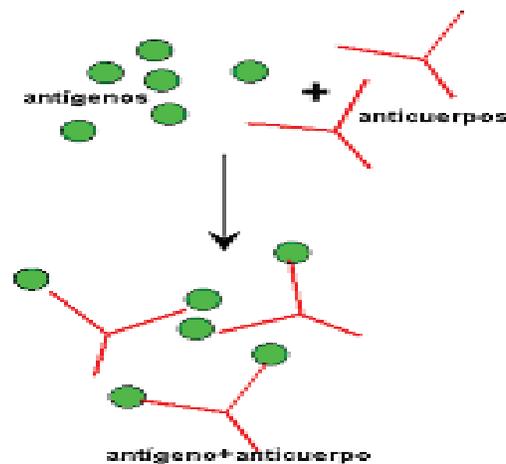
La figura 3. Muestra que tan específica es la respuesta inmune ejemplificando al antígeno en forma de esfera con sus epitopes y el anticuerpo en forma de "Y" griega.

B) LA INDUCCIÓN

La respuesta inmune no se da por casualidad, solamente cuando se presenta una estructura ajena al organismo, esta tiene memoria.

La primera vez que llega el antígeno no lo reconoce, hasta que lo estudia y entonces genera una respuesta o defensa molecularmente adecuada. De aquí en adelante ya está capacitada para que cuando se presente nuevamente lo identifique y trate de eliminarlo. Esta memoria de la respuesta inmune es muy eficiente, gracias a ella es que existen las vacunas y otros adelantos.

Figura 4. MECANISMO DE INDUCCIÓN.



(Iáñez, 1999)

Figura 4. El anticuerpo (rojo) identifica al antígeno (verde), lo reconoce y empieza a inactivarlo.

C) TRANSFERIBLE

La respuesta inmune es transferible; es decir que hay manera de que las células o los anticuerpos específicos que forma un organismo, se puedan transferir a otro, a través de sangre o derivados líquidos o celulares.

Cuando un organismo es incapaz de producir los elementos de defensa específicos por alguna razón, se le puede transferir de otro organismo que los produjo, aplicándolos en una solución intravenosa o intramuscular.

D) MEMORIA

La memoria es cuando un antígeno, se presenta por vez primera, al sistema inmune se produce una respuesta primaria, quedando un linfocito memoria por cada uno de los epitopes del antígeno. Cuando ese antígeno vuelva a estar en contacto con el sistema inmune (respuesta secundaria), el linfocito memoria se estimulará para producir cuantos clones de linfocitos específicos sean necesarios (frente a ese determinado epítape), de una manera más rápida y efectiva que en la respuesta primaria.

En el timo se seleccionan los linfocitos para que sólo puedan reaccionar frente a las moléculas ajenas al organismo (selección positiva). El sistema inmunitario reconoce la naturaleza del antígeno, lanza contra él dos tipos de respuestas, que actúan de modo secuencial:

1. **La respuesta celular**, mediada por linfocitos T, que destruyen los microorganismos portadores de dicho antígeno, y las células propias si están infectadas por ellos.

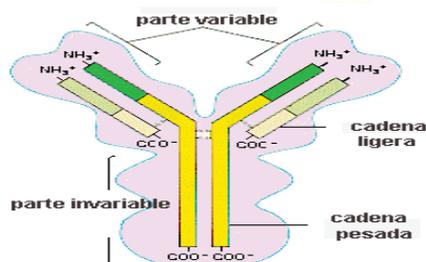
2. **La respuesta humoral**, basada en la síntesis de anticuerpos por los linfocitos B. En el plasma sanguíneo, se encuentran un tipo particular de globulinas que tienen la capacidad de reaccionar específicamente con las partículas extrañas (antígenos), anulando su posible efecto patógeno. Se las denomina genéricamente inmunoglobulinas o anticuerpos (Tizard, 2002).

ANTÍGENO Y ANTICUERPO

Se denomina *antígeno* a cualquier sustancia extraña que, introducida en el interior de un organismo, provoque una respuesta inmunitaria estimulando la producción de anticuerpos. Los *anticuerpos* son proteínas pertenecientes al grupo de las gamma-globulinas o inmunoglobulinas, constituidas por la asociación de cuatro cadenas polipeptídicas unidas entre sí mediante puentes disulfuro, dos cadenas se denominan pesadas y las otras dos ligeras.

A su vez, cada una de las cadenas ligeras y pesadas, incluye una región variable, cuya secuencia de aminoácidos es peculiar de cada anticuerpo, y una región constante, con la misma secuencia en todos los anticuerpos (figura 5).

Figura 5. PARTES DE LA INMUNOGLOBULINA

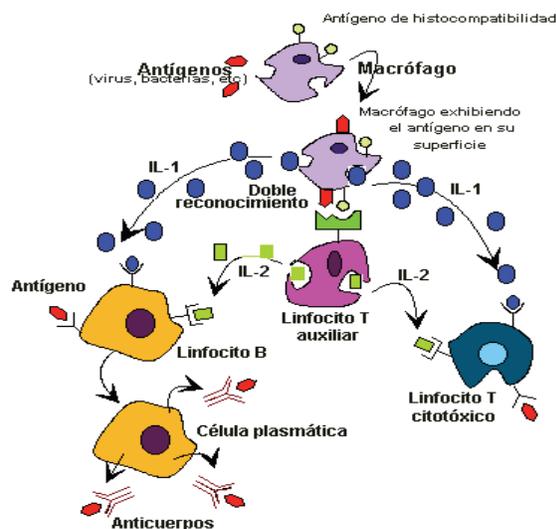


(ACMVZEA, 2004)

La unión antígeno-anticuerpo es específica, cada anticuerpo reconoce y se une a un determinado antígeno. Esta unión se realiza por medio de uniones intermoleculares entre el antígeno y la zona del anticuerpo, y da lugar al complejo antígeno-anticuerpo según el modelo llave-cerradura (ACMVZEA, 2004).

Las reacciones antígeno-anticuerpo tienen diversas consecuencias y existen varios tipos de reacciones: En este caso el antígeno se encuentra disuelto, y al unirse los anticuerpos a los antígenos se forman unos macro complejos moleculares, formándose como una red tridimensional que debido a su tamaño precipita. En las reacciones de aglutinación, un anticuerpo puede unirse a la vez a dos antígenos, así mismo cada antígeno puede unirse a varios anticuerpos y formar un entramado de complejos antígeno-anticuerpo (figura 6).

Figura 6. REACCIÓN ANTIGENO - ANTICUERPO



(ACMVZEA, 2004)

Si el antígeno es una sustancia tóxica, la unión con el anticuerpo provoca su neutralización, de modo que no puede ejercer su efecto tóxico. El anticuerpo puede recubrir al antígeno para que sea reconocido por los fagocitos, esta reacción se llama *opsonización* (figura 7) (ACMVZEA, 2004).

Figura 7. MECANISMO DE OPSONIZACIÓN.



(ACMVZEA, 2004)

RESPUESTA CELULAR

1 .Tipos de células del sistema.

Las células plasmáticas se forman en la médula roja de los huesos después de un proceso de diferenciación, pasan a la sangre. Uno de estos tipos de células son los linfocitos. Algunos adquieren sus propiedades en la misma médula ósea: son los *linfocitos B*. Otros van a especializarse al timo, una glándula situada entre la tráquea y el esternón: son los *linfocitos T*.

Finalizado el proceso de especialización, los linfocitos B y T pasan a los ganglios, al bazo y a los demás órganos linfoides y algunos de ellos se incorporan a la corriente sanguínea, donde permanecen a la espera de entrar en contacto con los antígenos (Nilipour, 1995).

2. Mecanismo de acción.

Cuando se detecta la presencia de un antígeno, un macrófago lo *fagocita* y lo transporta a los ganglios linfáticos. Allí presenta fragmentos del antígeno a los linfocitos T, que produce la formación de *linfocitos T citotóxicos*, que pueden destruir directamente las células infectadas, y de *linfocitos T auxiliares*, que facilitan el desarrollo de los *linfocitos B*.

Los *linfocitos T citotóxicos* presentan en su superficie unas moléculas receptoras semejantes a los anticuerpos, mediante las cuales se unen específicamente a los antígenos de la membrana de las células. El linfocito inyecta sus enzimas en el interior de la célula y provoca su degradación. Este tipo de linfocitos es el responsable del *rechazo* en los *transplantes de tejidos*.

Los *linfocitos B* se activan ante la presencia del antígeno y se encargan de elaborar un anticuerpo específico. Sin embargo, no empiezan a producir este anticuerpo hasta que no reciben la "señal" de los *linfocitos T auxiliares*. Finalmente, superada la infección, otro tipo de *linfocitos T supresores* se encargan de detener la reacción inmunitaria (Nilipour, 1995).

3. Comunicación entre las células del sistema.

Ante la presencia del antígeno, los linfocitos T auxiliares responden segregando una serie de mediadores, las interleucinas o interleuquinas que activan otros glóbulos blancos (macrófagos y linfocitos). Mejor conocidas son las interleucinas 1 y 2. La *interleucina 1* actúa como mediador soluble en el proceso de inflamación y como factor de crecimiento y diferenciación de las células B. La *interleucina 2* es el factor de crecimiento y diferenciación de las células T. La *inmunogenicidad* generalmente limita la dispersión de la infección, deteniéndola o restringiendo su patogenicidad.

Desde hace más de 100 años los científicos han sabido que los animales desarrollan inmunidad a las enfermedades si son expuestos tanto a los agentes infecciosos inactivados como a cepas activas del agente que han sido modificadas, de tal manera que no causan la enfermedad en los animales, lo que ha llevado al desarrollo de distintos tipos de vacunas que satisfacen estas necesidades.

También se ha determinado que para algunas enfermedades esto no es completamente satisfactorio y esto se debe a que un animal puede producir anticuerpos como respuesta a la vacunación pero puede también desarrollar la enfermedad misma. Estas enfermedades son aquellas en las cuales los anticuerpos circulantes no son protectivos por si solos o para aquellas en la cual las vacunas no inducen anticuerpos específicos en contra de antígenos específicos importantes.

El verdadero sentido de inmunizar contra ciertas enfermedades consiste en entender de inicio las bases de una inmunidad plena y en segundo término el desarrollar vacunas que confieran la misma. De esta forma se entiende que la vacunación no es sinónimo de protección. Por otro lado, es importante mencionar que el acto de vacunar es solamente un paso dentro de una larga cadena de actividades encaminadas a la inmunización (Nilipour, 1995).

2.2 EL SISTEMA INMUNE DEL AVE

Es básico tener un buen sistema inmune competente ya que las aves necesitan estar adecuadamente protegidas de los patógenos existentes en el medio ambiente.

Sin embargo el mantener un microbismo suficientemente bajo que no afecte o sobrepase al sistema defensivo de un ave pequeña, lo obliga a entrar en "acción" bajo condiciones que le permitan irse familiarizando contra estos agentes.

Aún contando con las vacunas, al sistema inmune de los pollos le puede llegar tomar, una semana para desencadenar una reacción contra un patógeno del ambiente, si a los pollos se les exponen a mucha contaminación, los avicultores pueden llegar a perder productividad. El punto de atención principal debe ser mantener el sistema de inmunidad de las aves lo más fuerte posible y equiparlo con los títulos de anticuerpos necesarios contra una posible patógeno.

El sistema de inmunidad no es autónomo, ya que está influenciado por otros sistemas fisiológicos. Actúa como un órgano sensorial detectando la presencia de organismos extraños y comunicando esta información al resto del cuerpo. El resultado es una serie de cambios conductuales, celulares y metabólicos que podrían influir en los parámetros de rendimiento, crecimiento, conversión, producción de huevo, nacimiento y promedio de supervivencia (Schubot, 2002).

DESARROLLO DEL SISTEMA INMUNE EN EL AVE

El sistema inmune en las aves se origina de las células madres que provienen de la membrana del saco vitelino y emigran por quimiotaxis hacia el timo y bolsa de Fabricio entre los días cinco y siete de la incubación.

Estas células se diferencian dentro de la bolsa, y a los 12 días aparecen folículos en este órgano. Las inmunoglobulinas IgG aparecen el día 21, alrededor del momento de la salida del cascarón, mientras que las inmunoglobulinas IgA aparecen primero en el intestino de los 3 a 7 días después del nacimiento (Butcher, 1991).

2.3 TIPOS DE INMUNIDAD.

Para tener más seguridad al momento de la vacunación debemos conocer los tipos de inmunidad de un ave, ya que esto nos va ayudar a determinar el momento óptimo de vacunar. Se consideran dos tipos de inmunidad cuándo se discuten los programas de vacunación, activa y pasiva.

- A)** La inmunidad activa es producida por el sistema inmunológico del ave después de una vacunación o una exposición a los patógenos de campo. Este tipo de inmunidad comprende la producción de anticuerpos y la inmunidad celular que protege al ave contra enfermedades.
- B)** La inmunidad pasiva involucra la transferencia de anticuerpos a partir de la reproductora a través de la yema del huevo hasta llegar al pollito para conferir una protección temporal a éste (Tizard, 2002).

INMUNIDAD ACTIVA. La inmunidad activa se presenta de dos maneras, puede ser natural o artificial. La inmunidad activa natural es cuando el animal se infecta de manera natural y en su organismo existen células de memoria las cuales van a reconocer al agente causal de la enfermedad.

La inmunidad activa artificial es producida mediante la inoculación de antígenos en el organismo del animal, mejor conocido como vacunación. Cabe señalar que en cualquiera de los casos, la inmunidad puede ser breve o de larga duración. Debido a que en los dos casos los animales están capacitados para producir nuevos niveles de anticuerpos, cuando se exponen nuevamente a la enfermedad.

INMUNIDAD PASIVA. Los pollos adquieren anticuerpos, la IgG de la yema del huevo. Esta inmunoglobulina pasa fácilmente del suero de la gallina a la yema mientras el huevo todavía está en el ovario. En la fase líquida de la yema, la IgG se encuentra en concentración igual que en el suero materno.

Conforme el huevo pasa por el oviducto, con la albúmina adquiere IgM e IgA de las secreciones de dicho conducto. A medida que el embrión se desarrolla, absorbe algo de IgG de la yema, que aparece en su circulación. La IgM y la IgA maternas de la albúmina aparecen en el líquido amniótico y son deglutidas por el embrión, cuando el pollo sale del cascarón posee IgG en el suero e IgM e IgA en el intestino.

El pollo recién salido del cascarón no absorbe todos los anticuerpos del saco vitelino después aproximadamente 24 horas. Estos anticuerpos maternos impiden la vacunación con buenos resultados hasta que desaparecen, entre los 10 a 20 días del nacimiento (Tizard, 2002).

2.4 RESPUESTA INMUNOLÓGICA A LA VACUNA

Las vacunas están compuestas por virus vivos o inactivados, o por bacterinas y han sido diseñadas para estimular una respuesta inmunológica activa y específica en las aves. Las bacterinas y las vacunas contienen proteínas conocidas como antígenos, las cuales son reconocidas por el sistema inmunológico del ave como sustancias extrañas.

El evento crítico que inicia la respuesta inmunológica se presenta cuando los macrófagos reconocen a estos antígenos como extraños y intentan su eliminación del cuerpo. Los macrófagos envían señales a los linfocitos B y T, para que estos se multipliquen y participen en la respuesta inmunológica específica contra dichos antígenos.

La respuesta es coordinada por mensajeros químicos, tales como las interleucinas e interferones, conocidos genéricamente como linfocinas. Esta respuesta da como resultado la producción de anticuerpos específicos por parte de las células plasmáticas y la inducción de la inmunidad celular contra de estos antígenos.

Una vez que el sistema inmunológico ha respondido adecuadamente a la presencia de los antígenos, el proceso es inhibido por los linfocitos T supresores (Pérez, 1992).

La respuesta inmunológica también produce células de memoria que conservan la capacidad de reconocer estos antígenos. Si el ave es expuesta a estos antígenos más tarde, se presentara una respuesta inmunológica secundaria amplificada. La respuesta inmunológica puede ser primaria o secundaria. La respuesta primaria se presenta después de la exposición del sistema inmunológico del ave al antígeno.

Esta respuesta es lenta en su desarrollo y de corta duración y generalmente dura de dos a tres semanas. La respuesta inmunológica secundaria se presenta después de la exposición subsecuente al antígeno y da como resultado una respuesta inmunológica que se desarrolla más rápidamente y que perdura más tiempo debido a la presencia de células de memoria creadas durante las exposiciones previas (Pérez,1992).

3. DEFINICIÓN DE UNA VACUNA

La palabra vacuna deriva del latín *vacca*, que significa vaca, inicialmente *vacunar* quería decir pegar la enfermedad; *vacunación* era la inoculación de la vacuna; *vacuno* era el fluido usado para esa operación y *vacunado* era aquel a quien se le hacia la inoculación de la vacuna.

Las vacunas se usan para prevenir o reducir los problemas que puedan ocurrir cuando un lote de aves se expone a organismos de enfermedades de campo. La vacunación juega un papel importante en la industria pecuaria, ya que cuando se lleva a cabo adecuadamente previene brotes de enfermedades infecciosas con lo que mantiene la salud animal y maximiza su productividad (Sánchez, 2004).

Las vacunas son empleadas para inducir una respuesta específica (local, sistémica, humoral o celular), e incrementan la protección de los huéspedes contra agentes virales, bacterianos o parasitarios.

De hecho, la reacción inmune post-vacunal solamente puede prevenir la infección en el tejido objetivo o células del organismo en casos excepcionales. Los virus seleccionados deben provocar la menor reacción posible y causar la mayor inmunización. El costo de la vacunación incluye el precio de la vacuna, las pérdidas debido a reacciones contra la vacuna viva, daño a tejido debido al uso de inyecciones de vacunas muertas, el tiempo que se necesita para diseñar el plan de vacunaciones y para administrar las vacunas.

No todas las vacunas tienen una calidad efectiva, algunas producen muy buena inmunidad pero pueden provocar una reacción como la misma enfermedad. En otras vacunas las reacciones son muy notables pero el nivel de protección es muy bajo, sin embargo la seguridad de la reacción en general no está relacionada con el nivel de inmunidad.

Como en el caso de los seguros, si el riesgo de una enfermedad en particular es bajo en el área, no tiene sentido vacunar contra esa enfermedad ya que los costos pueden ser mayores que el beneficio. Una vez que se tomo la decisión de vacunar, se tienen que considerar muchos factores para asegurar que la vacunación sea exitosa.

Los principales puntos del proceso de vacunación incluyen el almacenamiento y manejo de las vacunas desde que son elaboradas, el estado de salud de los animales al momento de la vacunación, el horario, la cantidad de gente a utilizar para la maniobra, el sitio de aplicación, los equipos utilizados para la vacunación y el manejo de los animales durante la misma.

A continuación. Un breve repaso al sistema inmune del ave para entender dichas bases que nos van a facilitar un poco más el entendimiento de la relación entre sistema inmune y vacunación (Sánchez, 2004).

3.1 CLASIFICACIÓN DE LAS VACUNAS

En la naturaleza existen diferentes tipos de microorganismos, y esto va a influenciar la elaboración de una vacuna ya que dependiendo del microorganismo va a ser el tipo de biológico a utilizar. Debemos conocer las distintas formas que hay de vacunas con la finalidad de no cometer errores que pongan en riesgo la seguridad de la parvada a vacunar (Bernardino e Inove, 2004).

TIPOS DE VACUNAS QUE EXISTEN

Desde un punto de vista tecnológico, se podrían clasificar los diferentes tipos de vacunas actuales, en dos grandes grupos:

- Vacunas convencionales: Vivas atenuadas y Muertas inactivadas
- Vacunas de nueva generación como pueden ser las que aún no son explotadas del todo, como: 1) PROTEÍNAS INACTIVADAS: Vacunas de subunidades, Vacunas de péptidos sintéticas, basadas en plantas. 2) VACUNAS VIVAS: Deleccionadas, recombinates vivos, vacunas de ADN (Bernardino e Inove, 2004).

3.2 VACUNA DE VIRUS VIVO ATENUADO

Consiste en utilizar un agente infeccioso (vacunas monovalentes) o varios (vacunas polivalentes) vivos y homólogos al que produce la enfermedad, pero cuya virulencia haya sido atenuada, de manera que sin producir ninguna lesión secundaria al animal, induzca inmunidad duradera frente al agente homólogo virulento.

El sistema de atenuación más utilizado en la actualidad, se basa en realizar un gran número de pases o replications del virus o bacteria virulento en líneas celulares (virus) o medios de cultivo (bacterias), de tal manera que los microorganismos pierdan virulencia, pero con la capacidad de replicarse o multiplicarse lo suficiente para que el sistema inmune pueda procesarlo.

El principal problema de este tipo de vacunas es que la atenuación no sea estable y pueda revertir a las formas virulentas. Otro aspecto crítico de estas vacunas es que al estar formada por microorganismos vivos, necesitan mantenerse en cadena de frío permanentemente, para evitar que el microorganismo muera parcial o totalmente (Departamento Técnico Fort Dodge Animal Health, 1984).

VACUNA DE VIRUS VIVO ACTIVADO

Las vacunas vivas o activas tienen ventajas potenciales sobre los productos muertos o inactivados, entre las que destacan la oportunidad de ser administrados por diferentes rutas, pueden presentar todos sus antígenos relevantes ya que se multiplican en el huésped y pueden inducir tanto inmunidad mediada por células como inmunidad humoral en el sitio deseado (por ejemplo inmunidad mucosal).

Sin embargo, también presentan algunas desventajas como pueden ser el potencial de causar la enfermedad en animales inmunodeficientes y la inducción de una inmunodepresión. La inmunodepresión puede resultar en una pobre respuesta inmune a vacunaciones simultáneas o incrementar la susceptibilidad a infecciones concurrentes.

Puede contener bacterias, esporas o virus sin atenuar. Este material infeccioso solo puede ser inoculado bajo cuidadosas medidas de control, como por ejemplo, inyectándolo en un lugar del cuerpo en el que las condiciones de multiplicación y difusión de los gérmenes no sea más favorable, o también en forma de inoculación simultánea junto con suero inmune, que debe contrarrestar el efecto patógeno de los gérmenes.

VACUNAS DE VIRUS VIVO O ACTIVADO CON MODIFICACIONES GENÉTICAS

Las vacunas vivas o activas resultado de ingeniería genética han permitido la producción de microorganismos con mutaciones bien definidas que normalmente corresponden a selecciones de genes que afectan la replicación en el huésped. Una de las grandes ventajas de estas vacunas es que el grado de mutación puede ser controlado y que las posibilidades de reversión a la virulencia son prácticamente nulas. También pueden ser aplicadas de forma masiva y por diferentes rutas con costos mínimos de mano de obra (Departamento Técnico Fort Dodge Animal Health, 1984).

3.3 VACUNAS DE VIRUS MUERTO O INACTIVADAS.

Este tipo de vacunas son utilizadas para brindar protección contra una amplia variedad de infecciones en todas las especies. De hecho, las vacunas muertas o inactivadas son algunas veces las únicas autorizadas para algunas enfermedades.

Las vacunas muertas son producidas con agentes inactivados cuidando que no exista alteración en la inmunogenicidad de las proteínas protectoras. Este tipo de vacunas no pueden reproducirse en el huésped y requieren de adyuvantes para mejorar sus resultados, por lo que algunos de sus componentes pueden inducir respuestas inmunológicas indeseables. Las vacunas muertas o inactivadas solamente inducen excelentes niveles de anticuerpos séricos pero son poco efectivas para inducir inmunidad mediada por células o inmunidad mucosal.

Estas se preparan de bacterias o virus que ha sido

inactivados o procesados por lo que no se propagan de ave en ave y requieren de inyección individual. Los adyuvantes con los que se combinan usualmente es el hidróxido de sodio, de aluminio o en aceite, estas sustancias aumentan la reacción inmunitaria al incrementar la estabilidad de la vacuna en el cuerpo por lo que estimula el sistema inmunitario por un periodo más prolongado.

Las ventajas de las vacunas de tipo muerto son el control de administración de una dosis uniforme, seguridad por que el organismo ha sido inactivado, desarrollo de niveles de inmunidad uniforme, la imposibilidad de extender el organismo a granjas cercanas, mayor estabilidad del producto y la mayor variedad para la elección de cepas de virus.

Las desventajas son los costos elevados (mano de obra y producto), aparición de inmunidad más retardada, espectro de protección menos amplio y presencia de daño de tejido localizado en el sitio de la inyección debido a la reacción con el adyuvante (Departamento Técnico Fort Dodge Animal Health, 2003).

VENTAJAS DE LAS VACUNAS DE VIRUS VIVO

- La mayor parte de la vacunación se realiza por aspersion o en agua de bebida.
- Grandes números de dosis en volúmenes bajos.
- Comienzo rápido de la inmunidad.

-
- Posible obtener inmunidad temprana.

DESVENTAJAS

- Riesgos de reacciones vacúnales adversas especialmente con un ambiente de estrés o anticuerpos maternos variables.
- Propagación de algunas cepas.
- Corta duración de la inmunidad.
- Posible interferencia con los anticuerpos maternos.
- Interferencia con virus receptores comunes.
- Se contamina el medio ambiente de la instalación con riesgo de propagación a otros espacios.

INDICACIONES

- La mayoría de las vacunas son económicas. Se recomienda una vacunación a temprana edad para obtener inmunidad rápida local y general.

VENTAJAS DE LAS VACUNAS DE VIRUS INACTIVADO

- Seguridad.
- No viables.
- Ausencia de reacción por la vacuna.
- No hay propagación de cepas vacúnales.
- Protección y una mayor duración.
- Posible combinación efectiva de componentes múltiples.

- Puede producirse rápidamente como autógeno en situaciones de emergencia.

- Puede ser usada en conjunto con vacunas vivas para proteger a los pollos contra enfermedades catastróficas.

DESVENTAJAS

- Manejo individual del ave.
- Costosos para producirse.
- Requiere almacenamiento de grandes cantidades.
- Periodo más largo previo al comienzo de la inmunidad (especialmente es inadecuada en la primera vacunación).
- Carece de potencial de la inmunidad secretoria o local.

INDICACIONES

- Esencial para vacunaciones de refuerzo de aves de alto valor económico (**reproductoras y ponedoras**). (Departamento Técnico Fort Dodge Animal Health, 1984).

3.4 VACUNAS DE NUEVA GENERACIÓN

La estrategia para la obtención de vacunas de nueva generación se basa en la identificación de la proteína o proteínas de un agente infeccioso capaces de inducir una respuesta inmune protectora de forma semejante a la que induciría el agente infeccioso completo; o bien, en la identificación de aquellas proteínas que no tienen interés inmunológico o replicativo, y que pudieran estar relacionadas con la virulencia.

De esta manera y mediante técnicas de ingeniería genética, se pueden seleccionar los genes correspondientes clonarlos y expresarlos en diferentes vectores o eliminarlos mediante una delección selectiva.

Otra característica importante en la estrategia de obtención de estas nuevas vacunas es la posibilidad de incorporar, además de las proteínas de interés inmunológico, otras secuencias de otros antígenos que puedan aumentar la estimulación de los linfocitos B y Linfocitos T, e incluso la liberación de citóquinas.

De esta manera se podría mejorar la presentación de los antígenos al sistema inmune. Se pueden clasificar las vacunas de nueva generación, en los siguientes grupos:

- **PROTEÍNAS INACTIVADAS:** Vacunas de subunidades, Vacunas de péptidos sintéticas, basadas en plantas.
- **VACUNAS VIVAS:** Deleccionadas, recombinates.

VACUNAS SUBUNITARIAS

Las vacunas sub unitarias son de gran utilidad cuando ha sido posible identificar proteínas protectivas individuales y epítopes de agentes patógenos, mismas que son producidas por tecnología recombinante del DNA o como un péptido sintético.

Algunas de las ventajas de estos productos son el aumento del nivel de inocuidad, inmunogenicidad, compatibilidad con otras vacunas, incremento del potencial para llegar al sitio de inmunidad y la facilidad de poder distinguir entre animales vacunados e infectados.

Una de las principales desventajas es que también requieren de inactivación del vector y de adyuvantes, lo que puede inducir a respuestas inmunológicas indeseables. Otra desventaja pueden ser que algunas vacunas inducen excelentes niveles de anticuerpos pero no protegen al desafío, o al contrario, no inducen anticuerpos detectables pero si protegen al desafío (Tizard, 2001).

VACUNAS DE PEPTIDOS SINTÉTICOS

Si la estructura de un epítoto antigénico, ésta puede sintetizarse de manera química y utilizarse como vacuna. Los procedimientos implicados comprenden la secuenciación completa del antígeno de interés, seguida de la identificación de sus epitopes importantes, los epitopes se pueden prever mediante el uso de modelos computarizados de la proteína o a través del uso de anticuerpos monoclonales para identificar los componentes monoclonadas.

Se han desarrollado vacunas sintéticas experimentales contra hepatitis B, toxina de la difteria, virus de la fiebre aftosa, parvovirus canino e influenza aviar y provocan cierta inmunidad protectora.

La combinación de vacunas puede ser mucho más eficaz que las vacunas por separado. En algunos sistemas de mamíferos ciertas vacunas de DNA no inducen una respuesta inmunológica intensa, pero que resultan notablemente efectivas en preparar animales, así un procedimiento muy efectivo consiste en preparar a los animales con una vacuna de DNA y luego reforzar con una vacuna inactivada convencional, la respuesta obtenida es mucho mayor que cualquier vacuna aplicada de manera aislada (Tizard, 2001).

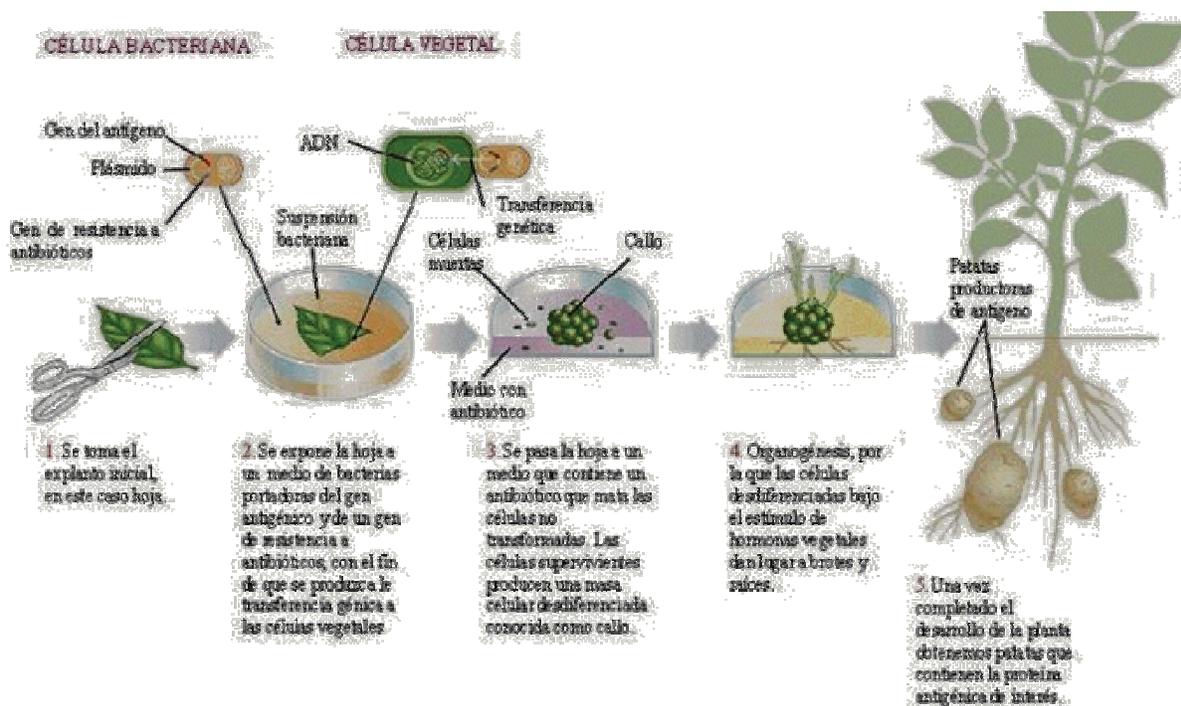
VACUNAS BASADAS EN PLANTAS

Las plantas ofrecen ventajas únicas como fuente de antígenos para vacunas. Algunas de ellas pueden presentar la vacuna en forma comestible y agradable; liberar concentraciones extremadamente altas de antígenos a muy bajo costo; carecen de potencial de patógenos animales contaminantes; pueden almacenarse con facilidad debido a su gran estabilidad y actuar en forma de bioencapsulación.

Uno de los mejores ejemplos de este tipo de vacunas es la producida en el maíz, el cual puede modificarse de manera genética para expresar la toxina termolábil de *E. coli* o la proteína antigénica de espícula de virus de la gastroenteritis transmisible (figura 8).

Estas vacunas de sub unidad también puede expresarse en semillas de maíz. Cuando se le proporciona a los animales puede originar tanto respuestas de anticuerpos locales y sistémicos, como una protección efectiva para el huésped (Eggen, 1996).

Figura 8. ELABORACIÓN DE VACUNAS BASADAS EN PLANTAS.



VACUNA DE DELECCIÓN

Gracias al desarrollo de la biología molecular se ha podido avanzar en el conocimiento de los diferentes genes que componen los microorganismos y las proteínas que codifican. De esta manera se ha podido modificar la estructura genómica de algunos microorganismos, como el virus de la enfermedad de aujeszky (EA) o de la rinotraqueitis infecciosa bovina (IBR).

Eliminando genes que codifican proteínas ligadas a la virulencia, o proteínas sin interés inmunológico para inducir protección, consiguiendo cepas atenuadas de manera estable y segura que permiten diferenciar las cepas vacúnales de las cepas de campo. Estas vacunas de delección permiten la diferenciación entre animales vacunados de animales infectados (Whitfill y Avakian, 2002).

VACUNA DE RECOMBINANTES VIVOS

Están basadas en la utilización de un microorganismo (virus o bacteria) que actuaría como vector para expresar genes de otro microorganismo diferente. De esta forma, este nuevo microorganismo recombinante, puede utilizarse como vacuna frente a ambos. El microorganismo que se ha utilizado más frecuentemente como vector de expresión ha sido el virus de la vacuna viruela, ya que dispone de genoma amplio y bien estudiado lo que permite insertar genes extraños sin alterar su maquinaria replicativa.

Así, se ha producido por ejemplo un recombinante frente al virus de la rabia, insertando en el genoma del virus viruela, el gen de la proteína G del virus rábico. En la actualidad se están estudiando un gran número de otros vectores con resultados muy positivos.

VACUNAS DE DNA

Son vacunas de reciente investigación y que corresponden a plásmidos que codifican a antígenos protectivos que al ser inyectados en la piel o músculos de animales pueden resultar en la expresión de proteínas e inmunidad contra un patógeno que lleva esa proteína, y cuya inmunidad es de una duración mayor a la que puede obtenerse con otro tipo de vacunas. Esta tecnología está siendo también utilizada para vacunación de embriones *in ovo* (Whitfill y Avakian, 2002).

BACTERINAS

Estas son suspensiones bacterianas inactivadas por medios físicos y químicos. Un cultivo total formalizado de bacterias es llamado Ana cultivo. Estos agentes no producirán enfermedad, pero su poder inmunizante es normalmente más bajo que aquel de los agentes vivos. La duración máxima de la inmunidad generalmente no es más de 12 meses. Ejemplo: bacterina contra la coriza infecciosa.

Suspensión de bacterias vivas: Estas producen una inmunidad más sólida y duradera que las bacterinas. Pueden, sin embargo, causar la enfermedad y deben administrarse o en forma de cepas atenuadas o a una edad cuando los efectos serían los menos nocivos. El manejo inadecuado, tal como no guardarla bajo refrigeración y permite la contaminación, baja el recuento viable y causa una vacunación ineficaz (García, 1997).

ANATOXINAS Y TOXOIDES

Son preparaciones derivadas de las toxinas secretadas por ciertas especies de bacterias, las cuales son tratadas con formalina que elimina su toxicidad, sin afectar su acción inmunizante específica. Los toxóides son muy efectivos en la prevención de determinadas enfermedades de efecto grave debido a la acción directa de las toxinas.

Se prepara con cepa bacteriana con buena capacidad de formación de toxinas. Cada tipo de cepa precisa, para la producción óptima, determinadas soluciones de cultivo y determinado tiempos de incubación (García, 1997).

VENTAJAS y DESVENTAJAS DE LAS VACUNAS DE LA NUEVA GENERACIÓN

Las vacunas de nueva generación actúan sobre el sistema inmune de forma distinta según el tipo de vacuna de que se trate. Así las vacunas de subunidades o de proteínas sintéticas (Proteínas inactivadas) presentan un patrón de respuesta similar al de las vacunas inactivadas convencionales, aunque requieren en general más cantidad de antígenos para inducir respuestas semejantes.

La gran ventaja es que al no estar formadas por la totalidad de la estructura del agente infeccioso, es posible diferenciar serológicamente a los animales vacunados de los animales enfermos.

Esta particularidad es aún más importante en las vacunas vivas delecionadas o en las vacunas recombinantes, las cuales, al ser vacunas vivas, presentan una mejor respuesta inmune que las de proteínas inactivadas y también pueden diferenciarse. Los principales problemas que estas nuevas vacunas pretender resolver son:

- Seguridad: Las vacunas de subunidades o de proteínas sintéticas solucionan el problema de la falta de inactivación total que se pueden presentar en las vacunas inactivadas convencionales.
- Cadena de Frío: Las vacunas de subunidades o sintéticas presentan menores requisitos de frío que las vacunas convencionales.
- Diferenciación entre animales vacunados y enfermos: Una de las mejores ventajas de las vacunas de nueva generación en comparación con las convencionales (Pérez, 2000).

3.5 ADYUVANTES

A principios del siglo pasado se observó que diferentes sales unidas al material antigénico, inducían un aumento de la producción de anticuerpos y de la memoria de la respuesta inmune, en los animales que eran vacunados con esas mezclas.

Estas sustancias, denominadas adyuvantes, actúan fundamentalmente favoreciendo la presentación de los antígenos al sistema inmune, mediante el secuestro de los antígenos vacunales y la posterior liberación de manera lenta y prolongada, así como produciendo una ligera inflamación que activa la atracción de las células presentadoras y por tanto favoreciendo la quimiotaxis. Los más utilizados son las sales de aluminio, la emulsión de agua y aceites, las saponinas, etc.

Un adyuvante inmunógeno puede ser definido como cualquier sustancia que incorporada a una vacuna, acelera, prolonga o potencia la respuesta inmunogénica frente a la misma. Tienen gran importancia y se diferencian de las proteínas transportadoras o *carriers* (proteínas extrañas que se unen a un antígeno no inmunógeno para convertirlo en inmunógeno) en que no forman uniones estables con el inmunógeno.

Esta inmunogenicidad puede ser potenciada por los adyuvantes. La utilización de estos compuestos puede tener otras ventajas:

- a) Inmunización eficaz de aves con capacidad inmune disminuida, como pollos, y animales inmunodeprimidos.
- b) Elaboración de vacunas con menos cantidad de antígeno y, por tanto, más aptas para crear vacunas combinadas.
- c) Menor número de dosis de refuerzo.

En la actualidad, los únicos adyuvantes que se utilizan son los compuestos de aluminio (hidróxido de aluminio y fosfato de aluminio), pero existen otros con propiedades muy interesantes, algunos de los cuales están en fase de evaluación como:

Componentes bacterianos naturales o sintéticos (lípidos A de las endotoxinas bacterianas y dipéptidos de muramilo); adyuvantes particulados, (complejos inmunoestimulantes, liposomas y bioesferas degradables); emulsiones oleosas, (saponinas y escualenos) y otros adyuvantes sintéticos, como los copolímeros de bloqueo no-iónico.

Los adyuvantes actúan mediante mecanismos como: "Efecto depot", por el que los adyuvantes de aluminio, las emulsiones oleosas y los liposomas o microesferas, mantienen al antígeno atrapado en el sitio de la administración de la vacuna, permitiendo un estímulo inmune prolongado.

Este efecto es particularmente importante cuando se utilizan pequeños antígenos solubles que podrían ser aclarados rápidamente. Además el mismo "efecto depot" impide una liberación masiva del antígeno, que podría dar lugar a tolerancia inmune, y causar una respuesta inflamatoria local que atrae a macrófagos y a otras células presentadoras de antígenos.

Mejorar la presentación del antígeno a las células presentadoras de antígenos (APC) y actuando como coestimuladores de los macrófagos, como en el caso de los iones de aluminio, liposomas y copolímeros de bloqueo no-iónico.

Induciendo la secreción de citocinas que actúan sobre los linfocitos T y B (Pérez, 2000).

4. DESARROLLO DE LAS VACUNAS

4.1 LUGAR DE ELABORACIÓN

Para la elaboración de una vacuna existen medidas extremas de bioseguridad, debido a lo delicado de su realización, y al material con que se está trabajando, ya que se le tiene que proporcionar, el medio más adecuado para su mejor desempeño.

Por lo que existe un lugar adaptado para su elaboración, conocida como: Área Clase 100, que es una área controlada con accesos restringidos y con sistema de manejo de aire que permite tener menos de 100 partículas en el área de trabajo. Estas partículas deberán ser menores a 0.5μ . Las vacunas que se van a fabricar mediante este método son:

- 1) Vacuna viral con un antígeno
 - 2) Vacuna viral con varios antígenos
 - 3) Bacteria con un antígeno
 - 4) Bacteriana con varios antígenos
 - 5) Vacuna combinada virus + bacteria
 - 6) Vacunas concentradas de cualquier tipo anterior
- (Aguilar, 1999).

4.2 EMULSIÓN DE VACUNAS

Las vacunas emulsionadas estimulan al sistema inmunológico a producir una respuesta inmune vigorosa. Permitiendo una liberación lenta de los antígenos para estimular al sistema inmunológico por un tiempo prolongado.

Se debe calcular cuidadosamente las proporciones de la emulsión que se ha de emplear, a fin de que pueda soportar él o los antígenos que van a formar el producto. Al hablar de vacunas emulsionadas debemos conocer el significado de algunos términos como son:

1. EMULSIÓN. Dispersión coloidal de los líquidos no miscibles entre si uno de los cuales es finalmente subdividido y uniforme distribuido como pequeñas gotitas -fase dispersa-, a través de otro -fase continua.

2. TIPOS DE EMULSIÓN. Para facilitar la tarea de seleccionar los agentes emulsionantes apropiados se desarrolló un sistema balance hidrofílico lipofílico (HLB), sistema para la selección de agentes emulsionantes y está basado en el equilibrio entre las porciones hidrofílicas y lipofílicas.

Cuando los grupos lipofílicos son predominantes, tendremos un HLB menor de 10 y es el que se utiliza para fabricar emulsiones Agua en Aceite. En la fase oleosa, entran drakeol, markol, nujol, kaydol, aceite mineral, aceite vegetal.

- Cuando los grupos o agentes hidrófilos son los predominantes tenemos un HLB mayor de 10; se emplea para fabricar emulsión Aceite en Agua. En la fase acuosa, entran los virus y bacterias o ambas.
- Si los agentes lipofilos e hidrófilos están perfectamente balanceados se obtiene un HLB de 10.

Entre los principales agente emulsionantes se encuentran, arlacel A, arlacel 80, arlacel 83, montainide 80, montainide 888, montainide 103, span 80, span 83, ultranide - e.

3. EMULSIÓN MÚLTIPLE. Está formada por tres componentes: fase dispersa acuosa, fase continua oleosa y el agente emulsionante. Para el diseño de vacunas emulsionadas es muy importante determinar el HLB apropiado ya que, además de mantener una emulsión, controla la liberación de o los antígenos (Aguilar, 1999).

4.3 EQUIPO PARA LA ELABORACIÓN DE VACUNAS

El material con que se elaboran las vacunas emulsionadas debe ser cuidadosamente seleccionado y diseñado. En algunas ocasiones la cantidad de antígeno rebasa a la cantidad de emulsión, por tal motivo es necesario emplear equipo de concentración, el cual trabaja con módulos de filtración tangencial de diferente tamaño de poro en poro, en el caso de bacterias y de diferentes pesos moleculares, cuando de concentrar virus o toxinas se trata.

TANQUE DE PREPARACIÓN DE FASE OLEOSA. De acero inoxidable 3 / 16 L, equipo de agitación apropiada, equipo de bombeo y filtración en estéril para poder introducir la fase oleosa al tanque de preparación de la emulsión.

TANQUE DE LA PREPARACIÓN DE LA FASE ACUOSA. Este deberá ser de acero inoxidable 3 / 16 L, presurizable, y contar con un equipo de agitación que garantice la homogenicidad de la mezcla de antígenos. Deberá contar también con puertos de muestreo esterilizable con vapor limpio y celdas de carga para garantizar que sé esté agregando la cantidad adecuada de antígenos.

TANQUE DE PREPARACIÓN DE LA EMULSIÓN. Deberá ser de acero inoxidable 3 / 16 L, presurizable. El equipo de agitación es crítico para este tanque para garantizar la incorporación de las dos fases. Deberá contar con puertos de muestra esterilizables con vapor limpio y celdas de carga para asegurar que los componentes de la fórmula se están agregando en las proporciones exactas.

EMULSIFICADOR. Si se requiere una emulsión fina, con un tamaño de partículas constantes y que exalte al máximo la capacidad inmunogénica de los antígenos, se deberá tener además un equipo emulsificador o un molino coloidal.

EQUIPOS DE LLENADO. Deberá ser automático o semiautomático tendrá como principal característica, el asegurar un llenado uniforme de los frascos viales, evitando cualquier posible error humano (Aguilar, 1999).

4.4 PROCESO DE ELABORACIÓN VACUNAS

VACUNA DE PROTEÍNAS INACTIVADAS

Las técnicas moleculares más utilizadas para la obtención de grandes cantidades de proteínas antigénicas para la producción de vacunas de proteínas inactivadas en la actualidad son: a) La técnica de ADN recombinante: vacuna de sub. Unidades, b) La producción de proteínas sintéticas: vacunas sintéticas

La técnica de ADN recombinante se basa en la producción de una proteína o proteínas de un agente infeccioso sin necesidad del propio microorganismo, mediante técnicas de ingeniería genética que fragmentan el ADN correspondiente, y lo expresan en diferentes vectores de expresión "*in vitro*". Así, se producen grandes cantidades de una única proteína (sub unidad) o de varias proteínas de un agente infeccioso, que pueden ser utilizadas como vacuna de subunidades.

VACUNA DE PROTEÍNAS SINTÉTICAS

Cuando se logra identificar, en la compleja estructura de una proteína, los epítopes o determinantes antigénicos de interés inmunológico, como ha ocurrido con la proteína VP 1 del virus de la fiebre aftosa, en la que se conoce que entre los aminoácidos 140 y 160 se encuentra el epítope para la inducción de los anticuerpos neutralizantes, se puede reproducir su secuencia mediante la síntesis química y realizar un péptido de síntesis idéntico al del virus, lo que se denomina una vacuna sintética (Bernardino e Inove, 2004).

5. USOS DE VACUNAS EN AVES

5.1 VÍAS DE APLICACIÓN

La vía de aplicación de una vacuna esta determinada por el agente causal de la enfermedad, la edad del ave, el clima la disponibilidad del biológico y la economía del productor. Existen dos formas por las que puede ser administrada una vacuna:

1. Masivas. Vacunación de un gran número de aves, en un tiempo breve y puede ser en el agua de bebida o por aspersión.
2. Individuales. Vacunación a los animales uno por uno. Esta forma cuesta más trabajo pero brinda una mayor seguridad.

Sobre la uniformidad de la vacunación, puede ser en forma ocular, nasal, punción a través de la membrana del ala, e inyectable o parenteral (Rodríguez, 2004).

Aplicación en el agua de bebida:

Esta vía se usa para aplicar vacunas a virus vivo como Newcastle, Gumboro o Bronquitis, es un método que se aplica en el agua de bebida. Existen cinco puntos que se deben tomar en cuenta, que son:

1. Suspender toda la medicación o desinfección en el agua 24 horas antes de la aplicación de la vacuna.
2. Colocar suficientes bebederos de manera que todas las aves puedan beber simultáneamente, lavar los bebederos con agua fría sin usar desinfectantes o detergentes.
3. No proporcionar otra agua a las aves dos horas antes de la vacunación para que estas tengan sed (según la temperatura del medio ambiente).
4. Reconstituir la vacuna según las instrucciones del fabricante.
5. De acuerdo a la edad de las aves, agregar a la vacuna la siguiente cantidad de agua:

DOSIS	PARA AVES DE 4 DÍAS A 8 SEMANAS DE EDAD	PARA AVES MAYORES DE 8 SEMANAS DE EDAD
500 Aves	9.5 Litros	19 Litros
1000 Aves	19 Litros	38 Litros

6. Con el fin de evitar la inactivación del virus en el agua, se recomienda agregar a la dilución anterior, leche en polvo (a razón de 25 gramos de leche por cada 9 ½ litros de agua ó 100 gramos de leche por cada 38 litros de agua), mezclando uniformemente.

La leche actúa como neutralizante de las sustancias ácidas, cuando la vacuna ingerida pasa por el esófago y buche, una vez que el virus llega a los tejidos a los cuales tiene afinidad, éste se establece y multiplica confiriendo la inmunidad deseada después de 15 días.

7. La vacuna debe distribuirse uniformemente en los bebedores, asegurándose de que todas las aves consuman el agua medicada, evitando exponer los bebederos con vacuna a los rayos del sol (figura 9).

Después de ser consumida el agua medicada debe reanudarse el suministro de agua, sin desinfectantes, ya que se corre el riesgo de que el virus ingerido por el ave sea destruido; después de 48 horas es factible reanudar el suministro de desinfectantes en el agua de bebida (Grive, 1994).

Figura 9. APLICACIÓN EN EL AGUA DE BEBIDA

(Grive, 1994)

Aplicación por aspersion en la incubadora:

Se utiliza básicamente una cabina de aspersion, especialmente diseñada para este fin, con una jeringa dosificadora desechable, lo cual reduce la posibilidad de contaminación.

Una a una, las cajas con pollos son introducidas por un operario dentro de la máquina, de tal manera que, al llegar al fondo, se activa un sensor, lo cual hace que dos boquillas estratégicamente ubicadas encima de la caja, se activen y descarguen 3.5 centímetros cúbicos por cada una de ellas (figura 10).

Mediante este sistema es posible la vacunación de 40,000 a 60,000 aves por hora. Se utiliza para aplicar vacunas de Newcastle, bronquitis, gumboro. En una máquina con un diseño especial se aplica la vacuna contra coccidia (Jordán, 2001).

Aspectos para tener en cuenta:

- Verificación de la dosis antes y durante la vacunación.
- Verificación de la "V invertida" (cono de aspersión).
- Cobertura de la totalidad de la caja.
- Velocidad de introducción de la caja (lenta).
- Preparar únicamente la vacuna que se va a utilizar durante la Hora siguiente.
- Entre la vacunación y el transporte a granjas, se debe dejar Un lapso de una hora y media a dos horas.

Este método de vacunación puede ser verificado mediante la adición de un colorante de tipo vegetal a la solución vacunal, para observar la tonalidad azul presente en las aves y superficies de la caja. En la actualidad, el uso del gabinete de aspersión es normal para el inicio de los programas vacúnales de Newcastle y Bronquitis, constituyéndose en una herramienta para el diseño de los mismos.

Además, se controla debidamente la cobertura vacunal y si se conoce con exactitud el tamaño de la gota, para efectos de un adecuado estímulo antigénico en equilibrio, con la consecuente reacción pos-vacunal.

Existen tres tipos de tamaño de la gota, para este tipo de vacunación, gota pequeña: menos de 25 micrones, gota media entre 25 y 50 micrones, gota gruesa mayor de 50 micrones. Sin embargo siempre es más recomendable la gota delgada por que así es más fácil que el virus penetre al tracto respiratorio.

La utilización de este método en aves de postura que nunca han recibido aspersiones, compromete la producción de huevo, por lo que se sugiere que las primeras aspersiones se hagan durante la crianza y desarrollo, para así poder aplicar la aspersión en aves en producción sin graves problemas de baja de postura. La aspersión se debe efectuar en las primeras horas del día o por la noche para evitar que las corrientes de aire dificulten la vacunación.

Este es un método práctico y económico que permite vacunar un gran número de aves en pocas horas, teniendo cuidado de no utilizar este método cuando las aves están sufriendo problemas de bronquitis infecciosa, enfermedad respiratoria crónica o bien coriza infecciosa (Jordán, 2001).

Figura 10. ASPERSIÓN EN LA INCUBADORA.



(Jordán, 2001)

Aplicación por aspersion en el campo:

Se utiliza un aparato portátil cuyo diseño es especial para la aplicación de vacunas en avicultura. El aspersor incorpora un disco atomizador giratorio para controlar el tamaño de la partícula de aspersion, en un proceso llamado de "aplicación controlada de gota", el cual es esencial para la eficiente aplicación de la vacuna.

Las gotas de aspersion son dispersadas en una corriente de aire con un avance promedio de tres metros para asegurar la distribución a todas las aves bajo el área de influencia. El aspersor consiste de una botella de un litro, boquilla, cabeza del atomizador para aspersion, con un disco giratorio, ventilador eléctrico para impulsar la aspersion y una batería de doce voltios con unidad recargable autorregulada (Jordán, 2001).

Aplicación ocular:

Se aplica en aves jóvenes y adultas. Esta vía es individual en donde todas y cada una de las aves reciben la dosis correcta; es una excelente vía, ya que el ave, desde el momento en que se deposita la gota en el ojo, impide la entrada del virus de campo por presencia del virus vacunal, debido a que ésta es una de las principales vías de entrada por donde penetra el virus patógeno al organismo. Se debe reconstituir únicamente la vacuna que se va a aplicar en un tiempo máximo de 45 minutos.

CONSIDERACIONES DE ESTE MÉTODO

Al aplicar la gota se debe asegurar que cubra perfectamente el ojo y permitir que el ave parpadee y la vacuna pase por el conducto naso-lagrimal a la cavidad bucal y de aquí pase a los demás tejidos donde el virus tiene afinidad y se puede replicar y estimular niveles altos de anticuerpos para conferir la protección al ave.

La velocidad de aplicación debe ser controlada, debido a que un aumento de ella podría ocasionar que la gota al aventarse bruscamente, caiga en el suelo y el ave no reciba la dosis adecuada. Verificar que las aves estén clínicamente sanas antes de la vacunación, en ocasiones hay presencia de irritación ocular y al aplicar la vacuna aumenta el problema y la reacción es más severa (Rodríguez, 2004).

Figura 11. VACUNACIÓN OCULAR.



(Rodríguez, 2004)

Aplicación nasal:

Se realiza por aspersión con gota fina, se agrupan las aves en un extremo del galpón, evitando las corrientes de aire con la utilización adecuada de cortinas. Utilizar el aparato con la vacuna ya preparada, rociando de forma uniforme (figura 12).

Figura 12 .VACUNACION NASAL.

(Rodríguez, 2004)

Aplicación intradérmica:

Para efectuar este tipo de inyección se toma el pliegue del ala por la cara interna, se desprenden previamente algunas plumas y se introduce la lanceta de dos canales, impregnada de la vacuna, de forma que quede dentro de la piel misma.

Intra-alar

Es la vía de elección para la aplicación de las vacunas de viruela aviar o viruela mas encéfalomielitis (figura 13). Se debe cuidar:

- Punción correcta de la membrana del ala.
- Visualización de la zona, retirando primero algunas plumas.
- Evaluación de la reacción pos vacunal (pápula 4-5 día después)
- Manejo adecuado del frasco de vacuna y la lanceta durante el procedimiento (Rodríguez, 2004).

Figura 13. VACUNACIÓN INTRA-ALAR.



(Rodríguez, 2004)

Aplicación subcutánea:

Es una excelente vía para la aplicación de la vacuna de marek y las vacunas emulsionadas que por su lenta absorción confieren inmunidad alta y siendo importante concientizar al personal encargado de la vacunación de la importancia y lo costoso de este manejo. El personal debe estar familiarizado con todas y cada una de las partes de la jeringa, verificando constantemente que los resortes, empaques y agujas funcionen correctamente teniendo la seguridad de que se está aplicando la dosis correcta.

Actualmente existen combinaciones de vacunas con bacterias de *coriza*, *E. coli*, *pasteurella*; las toxinas que liberan las bacterias son muy irritantes, razón por la cual la aplicación de estas combinaciones se debe hacer exclusivamente por la vía subcutánea para evitar reacciones inflamatorias severas tanto en aves jóvenes como adultas.

La aplicación debe ser en el tercio superior de la parte media posterior del cuello. Exclusivamente del tejido subcutáneo, con aguja de calibre No.20; se sugiere cambiar las agujas después de vacunar 500 aves evitando con esto contaminación y que el bisel de la aguja esté deformado.

Si la aplicación se hace en la cabeza, parte de la emulsión se pierde y no se recibe la dosis correcta, el resto de la emulsión se encapsula formando tejido fibroso impidiendo el estímulo de inmunidad en las aves presentándose inflamación de la cara (figura 14).

Si la aplicación se hace muy profunda, se lesionan órganos importantes como el timo, y por la baja gravedad de la emulsión penetra a sacos aéreos ocasionando reacciones inflamatorias severas (Rodríguez, 2004).

Figura 14 .VACUNACIÓN SUB-CUTANEA.

(Rodríguez, 2004)

Aplicación intramuscular:

Se revisa que la piel se encuentre libre de patologías, ya que si se vacunan aves con dermatitis gangrenosa, se puede inocular la enfermedad de aves enfermas en aves sanas.

Es necesario concientizar al personal, de la anatomía del ave para evitar lesionar órganos importantes como el hígado, revisar las agujas que el calibre y el tamaño estén de acuerdo a la edad de las aves, contar con el personal suficiente.

Para manejar correctamente a las aves, y evitar movimientos innecesarios y estresar lo menos posible a la parvada. Esta vía es excelente para controlar brotes de Newcastle combinada con la vía ocular (figura 15).

Consideraciones:

Nunca se aplica la inyección de manera perpendicular al eje mayor del cuerpo del ave ya que se puede atravesar cavidad torácica o abdominal con las lógicas consecuencias; o se aplica ligeramente diagonal y paralelo a la quilla del esternón o siendo en la pierna por la cara externa y ligeramente diagonal a la tibia, evitando en cada caso no pinchar estructuras óseas.

Figura 15. VACUNACIÓN INTRAMUSCULAR.



(Rodríguez, 2004)

Aplicación percutánea o transcutánea:

Este método de vacunación permite que la vacuna sea distribuida de manera uniforme entre los tejidos muscular y subcutáneo. Debido a que no se utiliza aguja, se evita la transmisión horizontal de enfermedades infecciosas. Se utiliza una pistola que realiza una presión alta entre la piel y las plumas de la pechuga o el muslo (Rodríguez, 2004).

Aplicación *in ovo*:

Esta novedosa vacuna desarrollada para la inoculación *in ovo* que utiliza un antisuero hiperinmune específico mezclado en una proporción adecuada con el virus vacunal para formar una vacuna a base de un complejo antígeno - anticuerpo que es seguro para ser administrado *in ovo* a pollos SPF y efectiva en pollos de engorde con inmunidad materna.

Por lo general se inyecta a los 18 días de incubación, esta tecnología es conocida como factor de neutralización viral y a sido empleada con el virus de la enfermedad infecciosa de la bursa (IBDV) y el virus de la enfermedad de Newcastle (NDV).

De acuerdo a los resultados obtenidos mediante investigaciones se ha logrado observar que la vacunación es buena cuando el embrión tiene bajos títulos de anticuerpos, no así cuando los pollitos reciben de sus reproductoras altos títulos de anticuerpos, ya que los anticuerpos maternos se neutralizan con los anticuerpos vacunales (figura 16).

Otra de las desventajas que se manejaban acerca de la vacunación *in ovo* era de que en el caso de la enfermedad de la bolsa de Fabricio o Gumboro ésta ocasionaría alteraciones en la bolsa de Fabricio las cuales podrían retardar la replicación viral lo que iba a perjudicar al ave en general (Badillo, 2001).

Figura 16. PROCESO DE LA VACUNACIÓN IN-OVO.

(Badillo, 2001)

5.2 ENFERMEDADES MÁS COMUNES EN AVES Y VACUNAS EXISTENTES

NEW CASTLE

La enfermedad de Newcastle es producida por un *paramyxovirus*. Aunque se conoce solo un serótipo del virus, se han aislado diferentes cepas, que se clasifican de acuerdo a su virulencia o la velocidad con que pueda matar al embrión. La cepa "lentogénica" (B1 y roakin) es la que tarda más tiempo en matar el embrión, la "mesogénica" (la sota) es la cepa intermedia. La "velogénica" (kansas) la cepa más patógena y que toma menos tiempo en matar el embrión.

Los primeros síntomas son problemas respiratorios con tos, jadeo, estertores de la tráquea y un piar ronco, siguiendo luego los síntomas nerviosos característicos de esta enfermedad; en que las aves colocan su cabeza entre las patas o hacia atrás entre los hombros, moviendo la cabeza y cuello en círculos y caminando hacia atrás.

La mortalidad puede ser mayor al 50 % en animales jóvenes, en ponedoras, aunque no es tan alta, aparecen los síntomas respiratorios y la producción de huevos baja a cero en uno o dos días y se recupera unas seis semanas después, pero se encontrarán huevos con la cáscara delgada y deforme, y algunos hasta sin la cáscara. En los animales afectados con Newcastle se puede observar a veces una diarrea verdosa que indica la falta de ingestión de alimentos.

Esta enfermedad es muy contagiosa y se transmite por medio de las descargas nasales y excremento de las aves infectadas. No existe ningún tratamiento efectivo contra la enfermedad de Newcastle, el único control se logra mediante la vacunación, la cual se repite varias veces durante la vida del animal.

VACUNA CONTRA NEW CASTLE

Esta enfermedad se ha controlado adecuadamente en los últimos años y para ello contribuyó el uso de la vacuna inactivada. Los programas de vacunación incluyen 3 ó 4 aplicaciones de vacuna a virus activo atenuado durante la fase de desarrollo y de 1 a 2 vacunaciones en el en el pollo de engorda.

Para reproductoras y ponedoras la vacuna inactivada se debe aplicar antes del inicio de la producción de huevo. Se recomienda como norma general, la primera vacunación a los cuatro días de nacidas con la Cepa B1 del tipo suave, luego se continúa a las cuatro y doce semanas con la Cepa la Sota. Procurando vacunar cada tres meses con la Cepa la Sota.

Para facilidad de aplicación, cuando son lotes grandes de aves, se recomienda hacerlo por medio del agua de bebida, en cantidad suficiente como para que la puedan consumir en unos 15-20 minutos. Como estabilizador, al agua se le debe agregar leche descremada en polvo razón de una cucharada por galón (Poveda, 2002).

En algunas compañías se utilizan vacunas activas durante la fase de producción. La primera inmunización tiene una duración de 3 a 4 semanas y la secundaria de 6 a 8 semanas, mientras que la aplicación de una vacuna inactivada a aves con un buen estímulo previo, proporcionará un mayor período de protección. Existen 2 tipos de vacunas que se emplean: (Gómez y Lucio, 1992)

A) Vacunas a virus vivo. Para su elaboración se emplean las cepas lentogénicas H580 V pase, H580 III pase (BI) y la cepa la sota. La cepa H580 V pase se recomienda en primo vacunación y la H580 III pase y La Sota se usan como revacunación.

Uso de la Vacuna en pollos de engorde

- En situación norma cuando no hay brotes en la región, se recomienda una sola vacuna a los 21 días de edad con la cepa B1-H580 V pase por la vía intranasal, aspersion u ocular (preferiblemente intranasal).

Se considera que a los 21 días de edad los pollitos ya han eliminado los anticuerpos maternos que interfieren con el virus vacunal.

- En situación de peligro por brotes de Newcastle, se recomienda una primera vacunación a los 8 días de edad con la cepa B1-H580 V pase por la vía intranasal y una segunda vacunación a los 21 días de edad con cualquiera de las cepas La Sota o B1-H580 III pase.

Uso de la Vacuna en ponedoras

- En situación normal, cuando no hay brotes en la región, se recomienda la primera vacunación a los 21 días de edad por la vía intranasal, aspersion (spray) u ocular (preferiblemente intranasal).
- La segunda vacunación a las 16 ó 18 semanas con las mismas B1-H580 V pase por la misma vía. Luego se harán revacunaciones cada 4 meses con la misma cepa y vía.
- En situaciones de peligro por brotes de Newcastle, se recomienda vacunar las pollitas a los 8 días de edad con la cepa B1-H580 V pase por la vía intranasal, aspersion y ocular (preferiblemente intranasal). Luego una segunda vacunación a los 21 días de edad con la cepa La Sota o la BI-H580 III pase por la vía intranasal, aspersion, ocular (preferiblemente intranasal) y luego revacunar cada 4 meses con la misma cepa y por la misma vía.

La vía de aplicación de la vacuna por el agua de bebida, no se recomienda porque generalmente son cloradas e inactivan al virus vacunal y otras veces son muy ácidas o muy alcalinas lo cual también inactiva al virus vacunal, la ideal sería usar agua destilada pero sale muy costosa. La vacunación intramuscular se puede recomendar en casos de peligro inminente de la enfermedad. La vía cloacal es muy efectiva pero aparentemente es muy laboriosa y no es una práctica común.

B) Vacunas Inactivadas: En estas vacunas, se usan inactivantes como el formol, fenol y beta propiolactona, para que tengan un buen efecto, están presentadas en suspensión oleosa o absorbidas en hidróxido de aluminio.

Actualmente, se usan más en ponedoras y se aplica 0.5 a 1 ml. intramuscular ó subcutánea, dan mejores resultados después que el ave ha sido vacunada con vacunas a virus vivo.

Algunos países, no permiten el uso de estas vacunas en pollos porque se cree que los aceites no purificados (oleos) que toman parte de la vacuna, son cancerígenos. Las vacunas inactivadas producen buena inmunidad pero de corta duración, por lo cual hay que estar revacunado cada 2 ó 3 meses.

Las reproductoras vacunadas con virus vivo y revacunadas con vacuna inactivada oleosa, generan altos y persistentes títulos de anticuerpos y la progenie posee una protección materna más uniforme que aquellas descendientes de aves solo vacunadas con virus vivo (Gómez y Lucio, 1992).

MAREK

La transmisión del virus se lleva a cabo principalmente por medio de las escamas que se desprenden de los folículos (raíz) de las plumas, las cuales se transportan por el viento. Estas escamas se adhieren a las partículas de polvo que se acumula en las paredes y cedazo de las granjas, donde puede sobrevivir por más de un año en esas condiciones. De ahí la importancia que tiene la sanidad en las instalaciones, por lo que se debe sacudir los cedazos con frecuencia.

Hasta el día de hoy no se conoce ningún tratamiento contra la enfermedad de Marek. Su control se realiza mediante la vacunación de todos los animales, por la vía subcutánea en dosis de 0,2 ml durante las primeras 24 horas de vida. Esta vacuna protegerá a las aves durante toda su vida. La vacuna debe ser aplicada a las aves recién nacidas antes de que salgan de la planta de incubación (Soto, 1997).

VACUNACIÓN CONTRA MAREK

Existen 3 tipos distintos de vacunas: la preparada con virus herpes de pavo (*HVT*), que pertenece al serotipo 3, la vacuna SB1 del serotipo 2, y la vacuna *Rispens* CVI-988 que pertenece al serotipo 1.

Sin embargo en la mayoría de los países se usan vacunas a virus vivo liofilizado, empleando en su elaboración la cepa virus Herpes de pavo, vacunando a los pollitos el primer día de edad.

Se aplican subcutáneamente a nivel de la parte posterior del cuello, detrás de la cresta, algunas vacunas en sus instrucciones para su uso, recomiendan que se inocule por la vía intramuscular, y la dosis también varía entre 0,1 y 0,2 ml de acuerdo con el laboratorio que la fabrica.

Se han venido presentando algunas rupturas de inmunidad en aves vacunadas, pero esto posiblemente se debe a problemas en la liofilización y conservación de la vacuna, debido a ello se ha vuelto a usar la vacuna congelada asociada a células y mantenida en tanques de nitrógeno líquido. De su buen manejo depende la efectividad de la vacuna (Sharma, 1992).

VIRUELA AVIAR

Es producida por el virus *Borrelia avium*, el cual se disemina muy lentamente. En algunos lugares se le conoce como "bubas" y "pepilla". La viruela aviar se presenta en 2 formas:

La forma húmeda o diftérica, afecta las mucosas de la garganta, boca y lengua, provocando la formación de úlceras o falsas membranas amarillentas.

-

- La forma cutánea o seca, que produce costras o granos en la cresta, barbillas y cara.

A pesar de que la forma cutánea es la más frecuente; la forma húmeda produce una mortalidad más inmediata. En brotes severos, los animales se deprimen dejan de comer y bajan de peso. Los síntomas característicos son las pústulas o granos de la cara y cresta así como los parches amarillos necróticos de la garganta y boca son difíciles de confundir.

Estos parches necróticos en la boca, conocidos como pepilla, y los granos de la cara no se deben de eliminar, pues al quitarlas dejan úlceras sangrantes y se aumenta el contagio a otros animales sanos. El virus se transmite por contacto directo, de un animal a otro o por medio del alimento o agua de bebida.

Los zancudos u otros insectos que chupan sangre podrían ser transmisores de esta enfermedad entre aves y galpones. Los animales que han padecido la enfermedad y se recuperan, quedan como portadores del virus, por lo que se recomienda eliminarlos o al menos no mezclarlos con animales más jóvenes y sanos.

No existe ningún tratamiento efectivo, aunque se recomienda el uso de antibióticos con el objetivo de evitar infecciones secundarias. El uso de la vacuna es una práctica común entre los avicultores, quienes lo hacen de rutina por su bajo costo y facilidad de aplicación. Se recomienda revacunar cuando algún animal aparezca con los síntomas descritos.

Para evitar brotes severos de la enfermedad, se debe vacunar de inmediato a todos los animales que muestren los síntomas característicos; sin embargo, una vez que se manifieste alguno de ellos, no es aconsejable vacunar.

VACUNA CONTRA VIRUELA

En el país existe una gran cantidad de vacunas registradas por lo tanto se deben seguir las instrucciones tal como indica el laboratorio que las produce. Sin embargo, es recomendación general de que en pollos jóvenes y menores de 4 semanas, se use solo vacunas elaboradas en base a virus paloma. Este virus de paloma se puede aplicar desde 1 día de nacido por las vías de punción en el ala o en el folículo plumar de muslo.

A partir de la 4 semana se recomienda el uso de las vacunas elaboradas con virus gallina. La última vacuna se hace a las 16 semanas de edad (Romero, 2004)

ENCEFALOMIELITIS AVIAR

La enfermedad es causada por un "enterovirus" del grupo de los *picornavirus*. Generalmente afecta a aves entre la primera y tercera semana de edad y a las adultas durante el período de postura. Los síntomas se presentan con más frecuencia en animales jóvenes, al manifestar un caminar vacilante, incoordinación y hasta parálisis parcial o total.

A medida que aumenta la incoordinación muscular, las aves tienden a sentarse sobre los tarsos (talones), empeorando hasta que ya no puedan caminar. Al manipular estas aves, se puede sentir los temblores rápidos del cuerpo.

La encéfalomiелitis se transmite principalmente por medio de los huevos de aves infectadas; aunque no se descarta la posibilidad de propagarse en forma directa o por medio de las heces. Para el tratamiento y control, la vacunación puede ser efectiva en cualquiera de las dos formas (Romero, 2004).

VACUNACIÓN CONTRA ENCEFALOMIELITIS AVIAR

Existen 2 tipos de vacunas: 1) Vacuna inactivada: Esta vacuna es inactivada con beta propiolactona y se aplica únicamente a las reproductoras. La primera vacunación se aplica a las 8 semanas, dosis 0,5 ml intramuscular. Luego una segunda dosis 2 semanas antes de iniciarse la postura y 4 meses después se inocular la tercera dosis.

2) Vacuna a virus vivo. Las vacunas a virus vivo contra la encéfalomiелitis aviar (tremor epidémico) son las mejores, ya que una sola dosis en el agua de bebida (libre de cloro) administrada entre las 14 y 18 semanas a las reproductoras es suficiente para inmunizar a su descendencia (Romero, 2004).

GUMBORO O BURSITIS

Esta enfermedad es causada por un *birnavirus*, el cual es muy resistente a las condiciones ambientales desfavorables, por lo que se dificulta su erradicación de las granjas infectadas. Muchas veces, el primer síntoma de la enfermedad de gumboro o Bursitis es un ruido respiratorio.

Otros síntomas que se pueden apreciar son decaimiento, plumas erizadas, temblores, diarreas acuosas y postración. También picoteo de la cloaca de manera insistente por la misma ave afectada.

Los brotes ocurren con más frecuencia cuando las aves tienen de 3 a 8 semanas de edad. La mortalidad por lo general no sobrepasa el 10% y en una segunda infección del mismo lote, la mortalidad es aún menor. La bolsa de fabricio se encontrará inflamada y su tamaño puede ser dos o más veces su tamaño normal. En animales sanos, la bolsa de fabricio es más pequeña que la vesícula.

En los casos crónicos, la bolsa será más pequeña (se atrofia), por lo que la respuesta a la vacunación es menor, aumentando la susceptibilidad a otras infecciones. La enfermedad es muy contagiosa y se transmite por contacto directo de las aves, de sus excrementos; o por medio del equipo y ropa de los operarios.

Todavía no se conoce un tratamiento adecuado. La prevención, de las reproductoras y las aves jóvenes, mediante la vacunación es el mejor control de la enfermedad. El método más eficaz para controlar la enfermedad de gumboro es la de inducir una alta inmunidad a las madres, la cual es transmitida a sus hijos por medio del huevo (Departamento Técnico de Shering Plough, 1999).

VACUNA CONTRA GUMBORO O BURSITIS INFECCIOSA (EIB).

Esta enfermedad es relativamente nueva en el país. El virus se aisló por primera vez en el Instituto de Investigaciones Veterinarias en 1979. Se ha recomendado el uso de vacuna a virus inactivado, pues hasta el presente no se ha encontrado una cepa viva atenuada que no sea capaz de producir lesiones a nivel de la bolsa de fabricio. En el futuro; posiblemente sí se podrá obtener una cepa vacunal óptima para ser usada como vacuna a virus vivo, debido a que las investigaciones a nivel mundial están muy adelantadas.

La vacuna inactivada que se recomienda en México se aplica únicamente en las reproductoras. La primera dosis se aplica durante la 5a. semana y una segunda dosis a las 18 semanas.

La inmunidad transmitida por las reproductoras (vacunadas) a su descendencia, protegerán contra la enfermedad por espacio de un mínimo de 6 semanas o sea, durante el tiempo en que corre más peligro el animal (2-6 semanas) (Departamento Técnico de Shering Plough, 1999).

BRONQUITIS INFECCIOSA

Esta enfermedad es causada por un *coronavirus*, el cual afecta sólo a pollos y gallinas. Se producen ruidos respiratorios típicos de la enfermedad, tanto en aves jóvenes como en adultas, incluyendo jadeos, estertores (debido a la mucosidad de la tráquea), tos, secreción nasal y ocular.

Basándose solamente en los síntomas respiratorios, es difícil diferenciarla de la enfermedad de Newcastle. A diferencia con la enfermedad de Newcastle, la bronquitis nunca presenta síntomas nerviosos y la mortalidad es menor, la producción de huevo aunque también se afecta, nunca baja hasta cero, la calidad del huevo se altera durante más tiempo y las aves tardan más en normalizar la postura.

La enfermedad se transmite fácilmente por medio del aire y cualquier otro medio mecánico. La bronquitis generalmente afecta a todo un lote de aves en forma simultánea, completando su curso respiratorio en 10-15 días. No existe un tratamiento específico y una vez que se presenta es difícil de controlar.

Se puede producir inmunidad rápidamente mediante la aplicación de la vacuna. La vacuna de las cepas *connecticut* o *massachussets* atenuadas, solas o en combinación, pueden aplicarse desde el primer día de nacidas (Adila, 2002).

VACUNA CONTRA LA BRONQUITIS INFECCIOSA

En la actualidad solo existen vacunas a virus vivo, ya que las inactivadas no han tenido buenos resultados. Debido a la gran cantidad de serotipos que han sido aislados y actúan a nivel de campo, es difícil proteger las aves contra los siete serotipos. (*Massachussets, connecticut georgia, delaware, iowa 97, iowa 609 y new hampshire*).

Los serotipos más comunes en México hasta el presente son *massachussets* y *connecticut*, predominando el serótipo *massachussets*. Las vacunas que tienen licencia en el país son elaboradas con cepas *massachussets* virus vivo modificado ya que este serótipo es el que ha dado mejor resultado como cepa vacunal. Se recomienda el siguiente plan de vacunación:

- En pollos de engorde: una sola vacunación durante la 4ta. semana vía intranasal ocular o en el agua (libre de cloro). También se puede aplicar por aspersion si las condiciones sanitarias de la granja son buenas.
- En ponedoras: la primera vacunación durante la cuarta semana vía nasal ocular o en el agua. La segunda vacunación a la 8a. semana de edad y una tercera vacunación a las 16 semanas de edad.

En general no se deben vacunar las aves contra la bronquitis antes de la 4a. semana porque se pueden lesionar los riñones y oviducto. Tampoco, se debe usar durante la 18a semana pues también se puede lesionar al oviducto (Adila, 2002).

VACUNA CONTRA LA LARINGOTRAQUEITIS

En México, la enfermedad no crea problemas en la actualidad por lo tanto no se recomienda vacunar contra esta enfermedad, ya que desde 1977 no se han presentado brotes en el país.

Existen 2 tipos de vacuna: Una es elaborado con una cepa de virus patógeno y se aplica solamente por la vía cloacal, es sumamente peligroso su uso, pues si no se hace con cuidado, se puede provocar un brote de la enfermedad con el virus vacunal.

Mientras que otro tipo de vacuna es usado con una cepa de virus vivo pero cuya patogenicidad para las aves ha sido atenuada por pases en cultivos celulares, esta vacuna es la que más se recomienda en caso que la enfermedad volviera a crear problemas en el país. Esta vacuna atenuada se aplica por la vía intranasal u ocular y a la edad de 4 u 8 semanas.

Generalmente la protección inmunológica de las aves contra las enfermedades bacterianas, se ha efectuadas en base al uso de bacterinas, o sea gérmenes inactivados. Las más son las preparadas contra el cólera aviar, coriza infecciosa de las aves, y en casos especiales contra la salmonelosis en granjas productoras de huevos de consumo, ya que esta vacuno es permitida en reproductoras (Quiroz y Nájera, 1992).

CÓLERA AVIAR

Es una enfermedad muy contagiosa de los pollos, pavos y otras aves. Es causada por una bacteria llamada *pasteurella multocida*. Puede presentarse en tres formas:

1. En la forma aguda, el cólera aviar ataca todo el cuerpo, afectando a gran cantidad de animales y causa una mortalidad elevada.

Las aves dejan de comer y beber, perdiendo peso en forma rápida; pudiendo presentarse diarrea de color amarillo verdoso y una marcada caída en la producción de huevos. Puede ocurrir parálisis debido a las inflamaciones de las patas y dedos.

2. En la forma sobreaguda, produce la muerte súbita de animales aparentemente sanos. El ataque es tan rápido que el mismo avicultor puede no notar que está ante un brote de la enfermedad.

3. En ocasiones puede adoptar la forma crónica, en la que la enfermedad se localiza, provocando inflamaciones en la cara y barbillas de las gallinas. Las barbillas pueden tomar un color rojo vino y sentirse calientes al tacto. El cólera por lo general no se presenta en pollos jóvenes, pero sí en los pavos.

Los desechos físicos de las aves enfermas contaminan el alimento, agua y la cama, infectándose así los otros animales sanos. También pueden infectarse cuando las aves sanas picotean los cadáveres de animales que padecieron la enfermedad. El brote se presenta entre los cuatro y nueve días después de contraída la infección.

Para su tratamiento se ha recomendado el uso de sulfas, como la sulfaquinoxalina. Otros productos como enrofloxacina y fosfomicina se recomiendan para el tratamiento de esta y otras enfermedades respiratorias.

Para controlar la enfermedad se recomienda eliminar pronto los cadáveres, con el fin de que no sean consumidos (canibalismo) por las otras aves. Se debe hacer una limpieza y desinfección total de las instalaciones y equipo.

La aplicación de bacterinas es aconsejable en la mayoría de las zonas donde exista un alto grado de riesgo de que se presente un brote (Quiroz y Nájera, 1992).

CORIZA INFECCIOSA

Esta enfermedad es producida por una bacteria llamada *Haemophilus gallinarum*. Entre los primeros síntomas se presentan estornudos, seguidos por una supuración maloliente e inflamación de los ojos y senos nasales. Conforme avanza la enfermedad, el exudado se vuelve caseoso (como queso) y se acumula en los ojos; produciendo hinchazón y en muchos casos hasta la pérdida de los ojos.

El problema se puede acelerar o agravar cuando se presentan cambios bruscos de las corrientes de aire, de temperatura, humedad, o por la desparasitación y vacunación. Generalmente disminuye el consumo de alimento y la producción de huevos.

La enfermedad se puede transmitir de un animal a otro y de una parvada a otra por contacto directo, por medio de las partículas de polvo que mueve el aire entre galerones o por medio del personal.

El mejor control es mediante la prevención, criando nuevos lotes de pollitas en galpones alejados de las aves viejas o de aquellas sospechosas de ser portadoras de la enfermedad. No existe un tratamiento específico, aunque se recomienda el uso de antibióticos para evitar posibles infecciones secundarias.

Se puede aplicar antibióticos como la estreptomina por vía intramuscular en una dosis única de 200 miligramos por polla o gallina, o de 300 a 400 miligramos por gallo. La eritromicina en el agua de bebida, en dosis de 0,5 g/galón (3,785 l) durante siete días, o en el alimento a razón de 9.

INFLUENZA AVIAR

Al igual que otros virus de la influenza aviar, pertenecen a la familia *Orthomyxoviridae*. Todos los virus de la influenza, que afectan a los animales domésticos son del grupo "A". Los otros grupos "B" y "C" afectan sólo al ser humano; sin embargo el tipo "A" es el que origina generalmente las epidemias más importantes en el hombre.

Las infecciones causadas por Influenza Aviar altamente patógena (IAAP) dan como resultado una marcada depresión, plumas erizadas, inapetencia, sed excesiva, caída en la producción de huevo y diarrea acuosa. Esta última es de un color verde brillante, modificándose a casi totalmente blanca.

Las aves adultas con frecuencia presentan inflamación de las barbillas y crestas, además de edema alrededor de los ojos. A menudo se encuentran las puntas de las crestas con un color cianótico o morado.

Los últimos huevos puestos después de iniciado el brote, por lo general son sin cascarón. Los síntomas respiratorios pueden o no ser un factor significativo de la enfermedad, debido a la gravedad de la lesión en la tráquea y a la acumulación de mucosidad.

La mortalidad y morbilidad, de hasta un 100%, puede presentarse durante las primeras 24 horas y prolongarse hasta una semana o más; aunque algunos animales gravemente afectados podrían recuperarse.

Esta enfermedad puede confundirse fácilmente con Newcastle o con enfermedades agudas bacterianas como el cólera aviar. Se cree que las aves acuáticas migratorias son generalmente las responsables de introducir el virus en los pollos y gallinas.

Las investigaciones indican que el virus se extiende de unas a otras por medio del movimiento de las aves infectadas, equipo, cartones para huevo o camiones con alimento contaminado y por medio del agua contaminada con secreciones y por vía aérea o aerosol, cuando estornudan los animales infectados.

Las vacunas inactivas en aceite han demostrado ser efectivas, tanto para reducir la mortalidad como para prevenir la enfermedad.

El tratamiento con hidrocloreuro de amantadina ha sido aprobado para uso en humanos desde 1966 y es efectivo para atenuar la severidad e incidencia de Influenza Aviar. Puede administrarse por medio del agua de bebida (Quiroz y Nájera, 1992).

COCCIDIOSIS

Es producida por un protozoario que ataca el sistema digestivo; en especial el intestino delgado, los ciegos y el intestino grueso. La coccidiosis es una enfermedad que ataca tanto a los pollos como a los pavos y muchos otros animales. Los coccidios son parásitos muy específicos en cuanto al huésped, así la especie que afecta a las gallinas no afectará a los pavos ni a otros animales.

Son tan específicos, que algunas especies de coccidios afectan sólo una determinada área del tracto digestivo, como en el caso de las aves de corral. Se conocen nueve especies diferentes de coccidios, pero son cinco las que causan los mayores daños en la avicultura mundial.

Cada una de las especies afecta una porción diferente del tracto: *Eimeria acervulina* (mitad superior del intestino delgado), *E. tenella* (ciegos), *E. necatrix* (mitad media del intestino delgado), *E. máxima* (mitad inferior del intestino delgado) y *E. brunetti* (mitad inferior del intestino delgado, recto y cloaca).

Estos organismos destruyen las células del tracto digestivo que normalmente son las que absorben los alimentos. Las formas agudas de la coccidiosis producen serios daños en los tejidos, causando hemorragias y al final hasta la muerte.

Ciclo de vida

Los occidios pasan por diferentes estadios de desarrollo que empiezan y terminan en lo que se denomina ooquiste coccidial. Con la presencia de factores como la humedad, oxígeno y la temperatura adecuada, hacen que dentro del ooquiste se desarrollen cuatro esporas que contienen dos esporozoitos cada una. Cuando un ave ingiere un ooquiste esporulado o maduro, los ocho esporozoitos salen del mismo e invaden las células epiteliales de la pared intestinal.

Una vez dentro de la pared intestinal interna, los coccidios se dividen repetidamente mediante un proceso de reproducción asexual, produciendo grandes cantidades de cuerpos llamados merozoitos, los cuales son los que producen mayor daño en las células internas del intestino y ciegos. Al salir los merozoitos de las células del epitelio, rompen la pared celular, lo cual produce una hemorragia. Esta hemorragia es uno de los síntomas característicos de la coccidiosis, después la sangre se puede observar a simple vista en las heces.

La coccidiosis se transmite de un ave a otra por medio del alimento y/o el agua de bebida, contaminados o cualquier otro material que contenga coccidios.

Los ooquistes pueden ser transportados de un lugar a otro por medios mecánicos, como el equipo, trabajadores, animales domésticos u otras aves.

Los ooquistes pueden sobrevivir en suelos húmedos por períodos de más de un año. En ocasiones, de un momento a otro, se presentan brotes de coccidiosis en galeras donde se han desarrollado otras aves por más de año y medio, sólo se necesita que ocurran en forma simultánea condiciones de humedad y altas temperaturas para que los ooquistes se vuelvan infecciosos.

Prácticamente en todas las camas de los gallineros se encuentran coccidios, por lo que es casi imposible evitar que en cualquier momento se presente un brote. No obstante, el grado de infección de coccidiosis se puede mantener bajo, si se tiene una adecuada sanidad y especialmente, la cama seca. Por esta razón se debe mantener en buen estado los bebederos, evitando que se produzcan focos de humedad debajo de los mismos o que se meta el agua de lluvia.

Con el uso de coccidiostatos en el alimento concentrado, se logra producir una moderada infección, con lo cual las aves adquieren inmunidad. La inmunidad a una especie no protege contra las demás. En el comercio se pueden conseguir varios coccidiostatos para administrar con el alimento concentrado, en forma preventiva.

Uno de los mejores productos para el tratamiento de la coccidiosis es la sulfaquinoxalina, aunque en caso de no poder conseguirla en el mercado, se puede utilizar la sulfasuccidina o sulfametazina para uso humano (Shirley, 2001).

VACUNACIÓN CONTRA COCCIDIOSIS

Las infecciones con protozoos coccidiales en avicultura pueden ser costosas si no se controlan, determinando la aparición de una serie de enfermedades clínicas y subclínicas que provocan desde una típica disminución de la ganancia de peso hasta la muerte.

En el pasado la mayoría de los productores han controlado el problema mediante drogas anticoccidiales en el alimento. El Dr. Harry D. Danforth, parasitólogo del departamento de agricultura de los Estados Unidos Americanos al Servicio de Investigación Agrícola del centro de Investigación Agrícola, dice "Estamos encontrando que con la vacunación nos acercamos al mismo nivel de productividad que usted puede hallar en terreno con el uso de anticoccidiales en el alimento" (Newman, 2000).

En un estudio dirigido por el Dr. Danforth, la ganancia de peso y eficacia alimenticia en pollos broilers que recibieron Coccivac - B, una vacuna en base a oquistes vivos, inicialmente sufrieron un retraso en comparación con aquellos que se alimentaron con un anticoccidial.

Esto no fue algo inesperado, ya que la vacuna viva expone a las aves a oquistes o a coccidias que son las que finalmente permiten a las aves a desarrollar la inmunidad contra la coccidiosis.

La vacunación con oquistes vivos produce una "protección significativa" contra la coccidiosis, si no que también resulto producir una ganancia de peso media y una eficiencia de conversión alimenticia similar a la obtenida con las aves sometidas al sistema tradicional de anticoccidiales (Cabriales, 2001).

5.3 DISEÑO DE UN PROGRAMA DE VACUNACIÓN.

Una vez que se ha determinado contra qué enfermedades se va a vacunar, el siguiente paso es analizar los elementos de la vacunación para cada una de las enfermedades, entre los que se encuentran:

a) Frecuencia de vacunación. Si un nivel protectivo de inmunidad debe ser mantenido por un periodo largo, deben aplicarse una serie de vacunas.

b) La edad de la primera vacunación y el intervalo entre la 1° y 2° vacunación o entre las siguientes vacunaciones, es muy importante la revacunación debido a que se le da una continuidad al programa de vacunación.

c) Tipo de vacuna (viva, muerta) cepa, subtipo o serotipo, dosis y vía de aplicación.

OBJETIVOS PARA UN PROGRAMA DE VACUNACIÓN.

A) Estimular y mantener niveles protectivos de inmunidad a través de un periodo, durante el cual las aves son más susceptibles a alguna enfermedad.

B) Producir una memoria inmunológica, para que en una subsecuente exposición a un agente patógeno, puede estimular una rápida y eficiente eliminación del mismo.

C) Proteger la progenie a través de la inmunidad materna.

Una enfermedad infecciosa puede considerarse como una competencia entre la replicación y difusión del agente infeccioso y la habilidad de sistema inmune para evitar esta. El nivel de inmunidad con la cual el sistema inmune responde al agente infeccioso puede determinar el nivel de una enfermedad.

Una respuesta inmune que es montada tempranamente en uno o dos días, puede a menudo tener un efecto determinante sobre el curso de una infección y reduciendo la severidad de la enfermedad. Sin embargo No existe un programa único de vacunación que sea adecuado para todos los tipos de producción en la avicultura, en diferentes partes del mundo (Gerdon, 1985).

5.4 FACTORES A CONSIDERAR EN UN PROGRAMA DE VACUNACIÓN

1. Virulencia, serotipo, subtipo o cepa del agente

infeccioso de campo: Nivel de desafío de campo en base a su virulencia dosis del agente.

2. Desafío de campo: Severos, requieren un nivel alto de inmunidad. Es imperativo que la respuesta inmune vacunal sea específica para el agente incluido en la vacuna y el de campo debe de ser el mismo serotipo o antigénicamente relacionados.

3. La edad: A la cual las aves son más susceptibles) para cada agente infeccioso.

4. El riesgo de exposición: En áreas con alta población de vectores, puede ser necesario vacunar las aves al día de edad.

5. Tiempo de vida de las aves: En ponedoras y reproductora es necesario mantener niveles de inmunidad protectoro durante las etapas de levante y producción. Enfermedades que producen baja en la producción, reducción en la incubadora y alteraciones en la calidad de los huevos.

6. Para enfermedades donde se vacuna muy temprano: Es importante tener en cuenta los niveles y uniformidad de los anticuerpos maternos.

7. La posibilidad de reacciones post vacunales: Pueden tener efectos adversos sobre la productividad y eficiencia de los lotes. Los beneficios de la vacunación deben tener más valor que el efecto negativo de la reacción post vacunal.

8. En reproductoras la necesidad de prevenir la transmisión vertical de algunos agentes a la progenie.

9. En reproductoras, para suministrar a la progenie niveles de anticuerpos maternos: Para protegerlos de infecciones tempranas con algunos agentes presentes en la zona donde las aves son explotadas (Gerdon, 1985).

VACUNACIÓN DURANTE LA PELECHA

Una práctica común en algunas empresas, es la aplicación de un programa de "pelecha o muda forzada" que, a pesar de ser un factor causante de estrés, prolonga el ciclo de vida de las aves, y hace necesario la revisión de un programa.

La recomendación principal es revacunar a las aves al reiniciar la administración de alimento, toda vez que si se practica durante el período de ayuno no brindará resultados satisfactorios. Será necesario revacunar a las aves contra la enfermedad de Newcastle, la bronquitis infecciosa, la viruela y coriza.

Control de las Enfermedades en el Futuro:

Las medidas de bioseguridad y aislamiento sanitario se incrementan día con día y en conjunto con el proceso de vacunación será posible erradicar ciertas enfermedades como la micoplasmosis y el síndrome de la baja de postura.

Las empresas de genética también contribuirán en el control de las enfermedades transmitidas a través del huevo a la progenie y a largo plazo mediante la selección de aves genéticamente más resistentes a las enfermedades.

Los programas de vacunación que son los métodos de control más empleados hoy en día. Entretanto, ocurrirán cambios en los métodos de producción de vacunas así como en la aplicación de las mismas. Se está trabajando en el desarrollo de vacunas nuevas mediante ingeniería genética, identificando genes de bacterias y virus responsables del estímulo antigénico e introduciendo este material en vectores.

A pesar del desarrollo de nuevas vacunas, la industria avícola no se puede olvidar de las medidas básicas de higiene y desinfección y principalmente de las normas de manejo que puedan proporcionar buenos resultados de producción (Gerdon, 1985).

5.5 DOSIFICACIÓN

La dosis que ha de aplicarse de una vacuna a los animales es determinada por cada laboratorio productor de vacunas, quienes a través de numerosas pruebas de laboratorio se aseguran que los animales reciban la cantidad de microorganismos o fracciones antigénicas necesarias para proteger a los animales vacunados en contra de la o las enfermedades en cuestión.

Por lo cual nunca deberá disminuirse la dosis indicada para la inmunización de los animales. Así mismo, las dosis que se estén aplicando a los animales deberán de ser verificadas continuamente durante el proceso de vacunación con cada una de las personas que estén realizando esta actividad.

COMBINACIONES DE VACUNAS

La necesidad de proteger a los animales contra el mayor número de enfermedades infecciosas, han llevado a complejos programas de vacunación. Lo anterior es debido a que cada vez más enfermedades son identificadas y el número de administraciones necesita ser reducido, tanto por razones técnicas como económicas.

Todos los procesos de vacunación causan estados de tensión en los animales y esto puede generar reacciones adversas; por lo tanto la administración simultánea de diferentes vacunas se ha vuelto una práctica común en las explotaciones pecuarias.

En caso de requerirse la aplicación de diversos antígenos en una misma fecha, deberán utilizarse vacunas multivalentes que incluyan diferentes antígenos (virales y bacterianos), ya que realizar la mezcla de diferentes productos a nivel de campo puede producir diversos efectos físicos y químicos en los productos biológicos que no permiten que estos se absorban adecuadamente, o bien que se neutralicen entre ellos por diferencias de pH.

También puede suceder que los adyuvantes induzcan mayores reacciones inmunológicas indeseables y que finalmente no se obtenga una buena inmunización de los animales. Además, la esterilidad que los productos tienen de origen se elimina, pudiendo además causar infecciones en el sitio de aplicación. En caso de requerirse la aplicación parenteral de un antimicrobiano en el mismo manejo de los animales, ésta deberá realizarse preferentemente por separado, no mezclando las vacunas con fármacos.

Cuando se combinan antimicrobianos con productos biológicos activos, éstos pueden disminuir el título viral o recubrir a los microorganismos evitando su absorción, de tal forma que la vacunación no sea suficiente para proteger a los animales adecuadamente.

Cuando se combinan fármacos con productos inactivados, las propiedades físicas de ambos productos pueden formar complejos insolubles que evitan una adecuada absorción, resultando en una pobre respuesta inmune y baja actividad farmacológica, con alto riesgo de una respuesta inmunológica indeseable.

Actualmente existen ya jeringas que presentan doble aguja y que permiten la aplicación de dos productos diferentes en un mismo manejo sin que estos sean mezclados. Únicamente podrán ser combinados vacunas y antimicrobianos cuando el laboratorio productor demuestre con pruebas científicas que no existe efecto adverso tanto para la vacuna (título, absorción, viremia) como para el antimicrobiano (biodisponibilidad, absorción, farmacocinética) (Rodríguez, 2004).

5.6 EQUIPO PARA VACUNACIÓN

Todo el equipo que será utilizado en el proceso de vacunación deberá estar en perfectas condiciones de funcionamiento, limpio, desinfectado y de preferencia esterilizado, sobre todo cuando se trata de vacunas que serán aplicadas de forma parenteral. El equipo deberá de mantenerse en empaques o contenedores que aseguren que no se contaminarán antes de iniciar el proceso de vacunación.

Cuando las vacunas se encuentran en los sitios de aplicación (incubadora, granja, etc.) se deberá contar con un área limpia, libre de polvo y alejada de los rayos solares. En donde serán reconstituidas, descongeladas ó atemperadas.

Recomendaciones

Para vacunas activas de aplicación ocular o intradérmica, se deberá contar con diluyentes y aplicadores de la misma compañía elaboradora, con el fin de evitar que el biológico sea disuelto en una solución con un pH diferente al requerido o que el aplicador no provea la dosis necesaria.

Para vacunas aplicadas por aspersion, deberá utilizarse equipo destinado únicamente para esta actividad, asegurándose que se encuentre en perfecto funcionamiento, libre de desinfectantes, polvo y materia orgánica.

Para vacunación oral, deberá asegurarse de que el equipo se encuentre perfectamente limpio y desinfectado, lo cual puede incluir chupones, niples, beberos convencionales con espejo de agua, depósitos de agua, líneas de tubería hidráulica, dosificadores, etc. El agua que será utilizada también deberá estar lista desde 24 horas antes, asegurándose de que se encuentra libre de cloro o de cualquier otro desinfectante que pueda afectar la viabilidad de los microorganismos vacunales.

Para vacunas de aplicación parenteral, deberán existir jeringas, mangueras, agujas y empaques limpios, lavados y esterilizados previamente, con el fin de evitar que los animales sean inyectados con materiales infectados, o que sean utilizadas agujas despuntadas o con falta de filo (Pérez, 2000).

5.7. ALMACENAMIENTO Y MANEJO

Las vacunas son productos biológicos altamente susceptibles a los cambios de temperatura. Desde que son diseñadas y desarrolladas, la mejor forma de preservación denominada **Cadena Fría** (liofilización con refrigeración, congelación en nitrógeno líquido a menos 196°C, congelación a menos 70°C o a menos 20°C, refrigeración entre 2°C y 7°C). Las indicaciones de almacenamiento siempre deben estar descritas en la etiqueta o envases de los productos y siempre deberán ser revisadas y llevadas a cabo bajo rigurosos controles periódicos.

La importancia del almacenamiento y manejo de las vacunas radica en que cualquier cambio de temperatura puede afectar directamente al título vacunal o disminuir la dosis infectante en productos activos, o bien modificar físicamente el producto cuando se trata de productos inactivados. Por ningún motivo las vacunas deben ser expuestas a los rayos solares, ya que éstos inactivan a los microorganismos activos, desnaturalizan sus proteínas y modifican sustancialmente la presentación física de las vacunas inactivadas.

Cuando se afectan las características fisicoquímicas de las vacunas no se obtendrán los resultados de protección esperados. Cuando las vacunas son llevadas a los lugares de aplicación, es necesario mantener la cadena fría utilizando para ello cajas térmicas, refrigerantes ó hielo seco, que permitan que las vacunas se mantengan a bajas temperaturas y no estén expuestas directamente a los rayos solares.

En las instalaciones pecuarias y durante el proceso de vacunación, siempre deberán mantenerse dentro de las cajas térmicas o termo-tanques de nitrógeno líquido hasta el momento de su uso.

Los termo-tanques de nitrógeno líquido deben manejarse siempre con mucho cuidado, no debiendo inhalar los gases del interior y utilizando siempre guantes térmicos, anteojos protectores, mascarillas y mandiles. Nunca deberán introducirse objetos al termo-tanque de nitrógeno líquido: bebidas gaseosas), ya que al introducirlos o al retirarlos fácilmente pueden estallar y causar lesiones en los ojos y la piel. Tampoco deberá de derramarse el nitrógeno líquido, ya que causa graves quemaduras en la piel de las personas y los animales.

Algunas vacunas deberán ser aplicadas a temperatura ambiente (entre 18°C y 24°C), por lo cual deberán seguirse las instrucciones del fabricante sobre cómo y en qué tiempo deberá manejarse las vacunas para alcanzar la temperatura deseada al momento de la aplicación. Los microorganismos vivos o activos que han sido descongelados o retirados de refrigeración para alcanzar una temperatura ambiente no deberán ser almacenados para una posterior vacunación.

En cada una de las diferentes áreas de almacenamiento de la vacuna debe existir un termómetro de máximas y mínimas que permita llevar un control adecuado de las temperaturas. Las temperaturas deberán ser revisadas diariamente y anotadas en una hoja de control diario.

Cualquier cambio superior a 10°C por un período mayor a 60 minutos deberá ser reportado al departamento de Control de Calidad de la empresa para que se realice un nuevo análisis que asegure la viabilidad de las vacunas (Pérez, 2000).

Reglas para la eficiente conservación de la calidad de la vacuna:

1. Los biológicos o vacunas deben de ser adquiridos de un laboratorio reconocido y con garantía para el productor.
2. Adquirir vacunas elaboradas en el país, para conocer su origen, manejo y control de calidad.
3. Usar únicamente vacunas que sean recomendadas para el tipo de explotación. Es recomendable apoyo de un laboratorio de diagnóstico, para establecer acertadamente el tipo de virus vacunal y plan de vacunación.
4. Las vacunas en todo momento deben de estar en refrigeración.
5. Exigir con cada lote comprado de vacunas, una nota y certificado de calidad.
6. Registrar una serie de información sobre la vacuna recibida en la cual contenga datos como:

- Laboratorio productor.
- Tipo de cepa.
- Número de frascos y dosis recibidas.
- Fecha de expiración.
- Número del lote.
- Fecha de entrada.
- Datos del transportista.

7. Exigir el envío de las vacunas, con suficiente anticipación en caso de que el productor las compre que tenga bastante tiempo de anticipación (Pérez, 2000).

8. No almacenar vacunas, tratando de economizar el productor debe de saber el número promedio que va a utilizar (figura 17).

Figura 17. MANEJO DE LA VACUNA.



(Pérez, 2000)

MANEJO DE LA VACUNA COMO TAL.

- No abra los frascos o prepare la vacuna hasta el momento de comenzar la vacunación.

- Después de preparada, la vacuna debe ser utilizada inmediatamente. No guardar vacuna preparada para ser utilizada otro día.
- Mantener a temperatura ambiente las vacunas oleosas (virus muerto) 24 horas antes de su aplicación. No así con las vacunas vivas, las cuales deben mantenerse refrigeradas dentro del galpón en cavas diseñadas para tal fin.
- El agua a utilizar para la administración de vacunas a virus vivo no debe estar clorada. Utilizar agua destilada de los diluentes que trae cada vacuna.
- Respetar los intervalos de aplicación de una misma vacuna, y entre una vacuna y otra.
- Evitar en lo máximo derramar o desperdiciar las vacunas.
- Utilizar la cantidad específica de diluyente, evitar la dilución extra con el fin de extender el número de dosis (Soto, 1997).

5.8 CAPACITACIÓN Y ENTRENAMIENTO

Todo el personal que se encuentre involucrado con el almacenamiento y manejo de las vacunas debe tener un programa de capacitación permanente, con el fin de asegurar que las mismas mantengan sus propiedades biológicas desde que son elaboradas hasta que son aplicadas en los animales.

Dentro de las personas que deben mantenerse bajo capacitación, entrenamiento y supervisión constante sobre el almacenamiento y manejo de vacunas se encuentran el personal de almacén, embarques y ventas de los laboratorios productores, el personal de las empresas distribuidoras, los médicos veterinarios, las cuadrillas de vacunación, los jefes de vacunación y encargados de granjas, así como los veladores de las empresas pecuarias (figura 19).

Cuando se realiza el envío de vacunas a lugares distantes deberá buscarse que éstas sean almacenadas en cajas térmicas con suficiente refrigerante o hielo seco que asegure la cadena fría.

En caso de productos congelados en termo-tanques de nitrógeno líquido, estos deberán incluirse en cajas de madera, y se deberá asegurar que la tapa se mantenga cerrada, ya que de lo contrario se escaparán los vapores de gas y se perderá la temperatura interna. Las vacunas que menos problemas sufren con una elevación de la temperatura de almacenamiento son las inactivadas (Villegas, 2004).

Figura 18. CAPACITACIÓN PARA LA VACUNACIÓN



(Villegas, 2004)

5.9 PROCESO DE LA VACUNACIÓN

Este proceso es normalmente realizado por una cuadrilla de vacunación especializada en la maniobra, misma que deberá tener siempre ropa y calzado limpios y diferentes entre cada área ó instalación pecuaria. Las vacunas no podrán ser aplicadas por una vía diferente a la sugerida por el laboratorio, tampoco deberán mezclarse diferentes vacunas para una misma aplicación y nunca deberán utilizarse antimicrobianos en la misma aplicación de las vacunas.

Solamente deberán de vacunarse animales clínicamente sanos. Cuando se trate de productos liofilizados, los diluentes utilizados para la reconstitución de la vacuna deberán ser refrigerados o atemperados desde la noche anterior, con el fin de asegurar que no exista un choque térmico que afecte la viabilidad de los microorganismos vacunales, además se debe verificar la fecha de caducidad de la vacuna.

Para microorganismos vivos o activos que serán reconstituidos en volúmenes grandes de agua para su aplicación oral o por aspersion, deberá utilizarse agua limpia y fresca, libre de cloro y otros desinfectantes, lo que asegura la viabilidad de los microorganismos.

Podrá utilizarse algunos aditivos a base de leche en polvo (descremada) con el objetivo de proteger a los microorganismos vacunales de los halógenos presentes en el agua de vacunación (yodo, cromo, flúor, cloro).

Para que esta protección deseada se consiga adecuadamente, el aditivo deberá agregarse al agua de vacunación 20 minutos antes de suspender las vacunas activas.

La proporción sugerida es de 2g a 5g por litro de agua. La utilización de agua potable con altas concentraciones de sales minerales (mayores a 500 μm de carbonato de calcio) también puede interferir en el éxito de la vacunación. El agua de bebida deberá estar a una temperatura entre 8°C y 18°C.

La restricción de agua debe ser suficiente para causar sed en los animales procurando no someter a los animales a un factor de estrés (\pm 2hrs) por la falta de agua. Al terminar la vacunación, las aves deberán beber agua fresca y limpia, libre de cloro u otros desinfectantes por al menos 48 horas.

Cuando se utilicen bebederos de niple, copa o automáticos, deberá asegurarse que el agua que contiene la vacuna llegue adecuadamente a los animales ubicados en el extremo más alejado del depósito de agua en un período no mayor a 15 minutos. El agua de la vacuna deberá ser consumida en un período no mayor a 45 minutos (Villegas, 2004).

Cuando se trate de vacunación oral a través del alimento (normalmente utilizado en vacunas parasitarias), el personal deberá asegurarse de que la vacuna sea repartida uniformemente en el alimento que los animales consumirán en un tiempo no mayor a 45 minutos. La restricción alimenticia debe ser suficiente para causar hambre en los animales.

Al terminar la vacunación, los animales deberán comer el alimento de forma natural, de acuerdo a los consumos necesarios por edad, peso o fin zootécnico.

Para vacunas aplicadas por aspersión, deberá utilizarse agua destilada y libre de cloro que permita la viabilidad de los microorganismos, a una temperatura entre 8°C y 18°C. Deberán asegurarse de que los aspersores sean únicamente utilizados para vacunaciones, que estén bien lavados y desinfectados, y que estén calibrados adecuadamente al tamaño de gota, requeridos en la vacunación.

Si se utiliza energía eléctrica para los aspersores, los cables deberán ser desinfectados manualmente con una solución de cloro para evitar llevar contaminaciones con materia orgánica a las nuevas instalaciones. En el caso de las aves, en ésta maniobra se usa con 550ml a 650ml de vacuna en solución por cada 1000 aves. La aspersión se hace agrupando a las aves y colocando el aspersor a unos 15 a 20cm de la cabeza de las aves.

También debe considerarse realizar ésta maniobra en las horas más frescas del día, manteniendo las cortinas de las casetas cerradas durante el proceso de aspersión. Al terminar la vacunación, las cortinas deberán abrirse totalmente en un término no mayor a 15 minutos (dependiendo de la edad, función zootécnica y clima).

Cuando se trate de aplicaciones intradérmicas, los vacunadores deberán asegurar que no se derrame vacuna durante el proceso de llenado de los aplicadores, y que cuando éstos sean introducidos en la piel no se perfore ningún vaso sanguíneo. La velocidad de aplicación intradérmica en las aves es de 800 a 1000 aves por hora por hombre.

Una vez terminada la vacunación con microorganismos vivos o activos, todos los envases de las vacunas deberán ser colocados en agua clorada para asegurarse que los microorganismos mueran o se inactiven. No deberán guardarse frascos abiertos para posteriores vacunaciones. Cuando se trate de aplicaciones parenterales, se deberán tener jeringas y repuestos suficientes para el trabajo de todo el día.

Por lo que respecta a las agujas, se sugiere cambiarlas frecuentemente para evitar la falta de filo en las mismas y la transmisión de infecciones entre diferentes grupos de animales. La frecuencia en el cambio de agujas varía entre las diferentes especies animales, el fin zotécnico y la probabilidad de transmitir enfermedades.

Sin embargo, se sugiere el cambio de agujas entre cada grupo de animales que se encuentren separados físicamente por mallas o muros, pudiendo ser incluso de forma individual. El calibre y largo de las agujas debe ser determinado por el laboratorio productor en base a la edad, producto y sitio de aplicación de las vacunas.

Es recomendable utilizar probetas que permitan calibrar adecuadamente la dosis a inyectar, con el fin de evitar errores de dosificación de los productos.

Nunca deberá dejarse el equipo de inyección directamente sobre las instalaciones cuando se descansa, ya que éste se contaminará rápidamente y ocasionará problemas a los animales que se inyecten posteriormente, por lo que el equipo deberá guardarse en el área limpia destinada a la preparación de las vacunas y se reemplazarán las agujas utilizadas.

Cuando se utilicen productos inactivados para aplicación parenteral, deberá asegurarse la temperatura sugerida por el laboratorio productor, ya que cuando se aplican productos con adyuvantes oleosos en bajas temperaturas pueden causar gran dolor en los animales y puede ocurrir una pobre respuesta.

El sitio de aplicación varía de acuerdo a la especie, edad y fin zootécnico. En las aves, la aplicación intramuscular (IM) se realiza en la parte alta de la pechuga o en la pierna, mientras que la administración subcutánea (SC) se realiza en la parte media y posterior del cuello.

La velocidad de vacunación en aves deberá ser entre 800 y 1000 aves por hora por hombre, se debe tomar en cuenta que a mayor edad disminuye la velocidad de vacunación. Una vez terminada la vacunación con microorganismos muertos o inactivados, los sobrantes y los frascos abiertos deberán ser incinerados.

El equipo de vacunación deberá ser desarmado y lavado inmediatamente, eliminando los empaques, resortes o agujas que no se encuentren en buen estado (Villegas, 2004).

6. CONTRAINDICACIONES DE LA APLICACIÓN DE VACUNAS

6.1 MANEJO INADECUADO DE LAS VACUNAS

Dado que la operación de la vacunación es un acto relativamente simple, con frecuencia se le resta importancia y se presupone que ésta será realizada correctamente. La vacunación siempre debe ser supervisada por alguien responsable especialmente tomando en cuenta, que los "errores" que se comenten son ocasionados de manera accidental y otras veces son intencionales.

Existen reglas inobjetables para el uso de las vacunas de virus vivo, como son: Evitar el choque térmico (pastillas fría y diluyente tibio), mantenerla siempre en refrigeración y sin reconstruir, aplicar número de dosis completa a cada ave y asegurarse que la vacuna aplicada no sea eliminada por un movimiento brusco (gota ocular).

Como en el caso de los trabajadores que permiten el escape de las aves no vacunadas, o de los que no vacunan todas las aves que toman con la mano y también de los que por terminar pronto no realizan su trabajo de forma adecuada. Una vacunación adecuada es aquella que logra que más del 95 por ciento de las aves reciban la dosis correcta de vacuna por cualquiera de las vías (Avimex Salud Animal, 2004).

6.2 FACTORES QUE AFECTAN LA VIABILIDAD DE LA VACUNA

1. Pobre calidad del agua (contenido de minerales, pH extremo).
2. Línea de agua contaminada con bacterias llevando cargas de biopelículas densas.
3. Agujas y tuberías tapadas, así como depósitos de vacunas defectuosos.
4. Uso de diluyentes contaminados.
5. Reutilización de recipientes con residuos de vacuna variable.
6. Mezcla de emulsión en aceite con la vacuna inactivada en hidróxido de aluminio acuoso.
7. Empleo de agua caliente para reconstruir la pastilla seca - congelada.
8. Mezcla de vacunas termolábiles y sensibles al tiempo durante un día completo de vacunaciones.
9. Volúmenes incorrectos para reconstitución y dilución.
10. Ausencia de nitrógenos líquido en el tanque usado para almacenar vacunas.

-
11. Presión incorrecta de roció en el inyector teniendo como resultado de un patrón de distribución defectuoso.
 12. Mucho o poco tiempo de la red de agua.
 13. Salida de los filtros del proporcionador usado para aplicar la vacuna (Avimex Salud Animal, 2004).

6.3 MANEJO DE LOS ANIMALES EN LA VACUNACIÓN

El manejo de los animales a vacunar es tan importante como la calidad de los biológicos a utilizar, ya que el factor estrés puede llevar a procesos de inmunodepresión cuando el manejo de los animales les provoca estados de tensión fuertes (falta de agua, falta de alimento, hacinamiento exagerado, rudeza innecesaria, etc.). El efecto de un manejo deficiente durante la vacunación resulta en una pobre respuesta inmune post-vacunal, por ello es necesario tomar en cuenta las siguientes medidas.

- Antes y después de vacunar, prevenir la posible agitación de las aves, para evitar el producir mayores molestias "estrés o shock".
- Proceda a efectuar los encierros con cuidado y sin generar alborotos en el galpón.
- Los animales enfermos deben aislarse y ponerse en observación, sólo en caso necesario se vacunarán.

- Vacunar animales en buen estado de salud.
- Aplique las vacunas con sumo cuidado y al 100% de las mismas. Con una velocidad controlada al momento de la aplicación.
- Presente las aves tomándolas con cuidado por las alas y patas de manera de evitar forcejeos que ocasionen lesiones pódales.
- Si son vacunaciones por el método spray, evite las corrientes de aire (utilizar cortinas y aplicaciones en horas de la mañana). (Pérez,2000)

7. EVALUACIÓN DE UNA ADECUADA VACUNACIÓN E INMUNIZACIÓN.

Sistemas de evaluación de una adecuada vacunación

En algunos casos, el seguimiento a la vacunación mediante pruebas serológicas permite la evaluación de los calendarios utilizados, lo que resulta relevante para la adecuación de los mismos o de los productos utilizados (uso de vacunas monovalentes o multivalentes, cambio de cepas utilizadas, vías de aplicación, edad de vacunación, ajustes de acuerdo a la región geográfica, época del año, epidemiología de las enfermedades y función zootécnica de los animales entre otros).

Deberán elaborarse hojas de control de las vacunas, realizar inspecciones de los médicos durante los procesos de vacunación, además de capacitación continua del personal encargado de la vacunación, que permitirán la mejora de dichos procesos y por ende la adecuada inmunización de los animales, ya que se tendrán menores reacciones adversas (French, 1989).

7.1 FALLAS DE LA VACUNACIÓN

Las fallas de vacunación ocurren cuando luego de la administración de vacunas, las aves no desarrollan niveles adecuados de títulos de anticuerpos y son susceptibles al desafío de la enfermedad de campo. Existen otros factores que deben de ser evaluados para determinar las causas de la falla de la vacunación, estos incluyen:

Niveles altos de anticuerpos maternos: en el ave joven pueden interferir con la multiplicación de las vacunas vivas, reduciendo la cantidad de inmunidad producida. El pollo "contiene" típicamente altos niveles de anticuerpos maternos por varias semanas.

Si se efectúa una vacunación en presencia de estos anticuerpos, algunos virus de la vacuna van a ser inactivados, como resultado de ello la respuesta vacunal disminuye (Butcher, 1992).

El estrés: puede reducir la habilidad del ave para producir una respuesta inmunitaria.

El estrés puede incluir condiciones extremas del medio ambiente (temperatura, humedad), mal nutrición, parasitismos y otras enfermedades. Se recomienda evitar la vacunación de las aves durante periodos de estrés y posponerla hasta que las aves estén en mejores condiciones.

Las vacunas vivas pueden ser inactivadas debido a manejo o administración incorrecta: antes de administrar las vacunas vivas, se debe anotar los números de serie y las fechas de vencimiento en las probetas. Almacene y maneje las vacunas según las recomendaciones del fabricante. Una vez que la vacuna es reconstituida el tiempo es limitado. La vacuna de bronquitis infecciosa pierde el 50% de su potencia en 1 hora si la temperatura ambiente es alta.

La vacuna no contiene líneas de serotipos adecuados, del organismo requerido para estimular la inmunidad protectora: a pesar de que la vacuna se administra correctamente y los títulos de anticuerpos son elevados y uniformes, los pollos están expuestos y se pueden llegar a contagiar. Esto se ha observado en particular en bronquitis infecciosa y más recientemente en la enfermedad de la bolsa.

La mayoría de los programas de vacunación de bronquitis infecciosa incluyen los *serotipos Massachusetts y connecticut* del virus de la bronquitis infecciosa. Sin embargo si los pollos se desafían con serotipos de variantes de campo tipo florida, Arkansas u otros, la enfermedad puede ocurrir.

Igualmente si se encuentran presentes niveles protectores de anticuerpos contra bronquitis infecciosa en el lote, esto no implica que los pollos estén necesariamente protegidos contra Newcastle u otras enfermedades, por ello los títulos de anticuerpos deben ser determinados para cada enfermedad.

La mala distribución de la vacuna administrada vía o agua aspersion: puede resultar que falte vacunar aves en alguna parte de la caseta, haciendo arriesgado confiar en la transmisión de la vacuna de ave en ave y puede resultar en reacciones recurrentes excesivas de larga duración y en inmunidad retardada en el lote. La vacuna muerta no se transmite ave en ave y por lo tanto, las aves que por "error" no se vacunan, no tendrán protección contra la enfermedad.

Las aves pueden haber estado incubado la enfermedad al momento de la aplicación de la vacuna: aunque la administración es correcta, las aves se enferman debido al tiempo necesario para que la producción de anticuerpos se inicie y adquiera niveles protectores, cabe recordar, que luego de la primera exposición a una vacuna de virus vivo, las inmunoglobulinas g, m y a son detectadas por primera vez aproximadamente 4 - 5 días luego de la exposición. Para que los títulos lleguen a niveles protectores se necesita que pasen uno o más días.

Las aves pueden estar inmunodeprimidas debido a infecciones: la inmunodepresión se refiere a las circunstancias en las cuales los componentes no celulares (anticuerpos) y células del sistema inmunitario no funcionan debidamente.

Esto puede resultar en el desarrollo de protección limitado luego de la vacunación y en excesiva reacción a la vacunación con morbilidad y mortalidad.

La vacuna puede ser de baja calidad (baja titulación, contaminado, etc.): la industria de manufactura está altamente regulada y tiene un control de calidad interno extensivo. Son raros los casos de fallos de vacunación debido a problemas con la vacuna.

De la misma manera en la finca avícola, el objetivo debe ser la prevención de enfermedades por intermedio de rocedimientos de bioseguridad efectivos. Sin embargo si existe un problema en el programa de bioseguridad y ocurre un desafío de una enfermedad, el programa de vacunación tendrá que ser el adecuado y efectivo para limitar las perdidas resultantes. Un entendimiento completo de los fallos de vacunación ayudará a prevenir errores en el futuro.

7.2 REACCIONES ADVERSAS Y EFECTOS SECUNDARIOS

PROBLEMAS VACUNALES.

Los principales problemas de las vacunas convencionales son: La posible reversión a la virulencia de las vacunas vivas y los fallos en la total inactivación de las vacunas inactivadas, son los problemas, que aunque no frecuentes, que se pueden detectar en las vacunas convencionales.

Otros problemas que afectan también a la seguridad de las vacunas, están originados por las contaminaciones con agentes bacterianos o virales no detectados (tabla 4).

CUADRO 2. FACTORES QUE AFECTAN LA POTENCIA DE LA VACUNA.

VACUNA	RESPUESTA DEL AVE	DESAFÍO DE CAMPO
Almacenamiento	Inmunosupresión	Desafío temprano
Preparación de la vacuna	Anticuerpos maternos	Virulencia del desafío del campo.
Mala administración		

(De los Ríos y García, 1995)

EFFECTOS SECUNDARIOS.

Los efectos secundarios originados por la vacunación con algunas vacunas convencionales. Generalmente, se producen solamente a nivel local con inflamación o edema en el punto de inoculación, a veces aparece fiebre, y más infrecuentemente reacciones de hipersensibilidad o de inmunosupresión pasajera.

DIFERENCIACIÓN DE ANIMALES VACUNADOS DE ENFERMOS.

Quizás el principal problema de este tipo de vacunas convencionales es la imposibilidad para diferenciar los animales vacunados de los animales enfermos. Dado que las vacunas convencionales están formadas por el virus o bacterias completos (atenuados o inactivados), el sistema inmune detecta los mismos antígenos que cuando se produce una infección y su respuesta por tanto es la misma (Butcher, 2002).

PRUEBA DE POTENCIA DE LA VACUNA

Las vacunas son productos destinados a proteger a las aves ó en general a los animales frente al desafío de los gérmenes (bacterias o virus) que encuentren en su medio ambiente. En el campo no siempre las aves se encuentran retadas por el microorganismo patógeno.

Por lo tanto una vacuna podría o no estar protegiendo y a lo mejor nadie se daría cuenta de su beneficio o ineficacia. En una prueba de potencia, se someten las aves vacunadas, con un determinado producto a un desafío con dosis altamente potentes como para producir en ellas la enfermedad.

Las aves que se vacunan deben dejarse al menos 3 ó 4 semanas en condiciones de aislamiento mientras el sistema inmune trabaja y crea sus anticuerpos y el sistema celular establece sus propias barreras defensivas. Pasado este tiempo, se les aplica la descarga, para asegurar que la cepa sí es patógena. Se comprueba previamente y eso se hace en un lote de aves susceptibles (SPF). Todo este proceso requiere de condiciones de aislamiento y seguridad.

8. CONCLUSIONES.

La vacunación a lo largo de su historia siempre ha sido muy importante, incluso indispensable, en cualquier actividad pecuaria. Gracias al aporte de sus principales expositores (Jenner, Pasteur, Koch) que dedicaron gran parte de sus vidas para beneficio de la humanidad. Es por ello que el aporte que proporciona la vacunación al productor y su bajo costo, que en ninguno de los casos se compara con el del posible brote de una enfermedad, convierten a la vacunación en uno de los grandes descubrimientos del siglo antepasado.

Es importante considerar que la vacuna por sí sola no va a ser la solución, puesto que existen una serie de factores que tienen que conjugarse para lograr un proceso de vacunación con resultados exitosos, como puede ser el tipo de vacuna que se va a utilizar, la vía de aplicación, el almacenamiento y el manejo. Estos factores juegan un papel vital, dado que ninguna vacuna ofrece un cien por ciento de efectividad.

Específicamente en la avicultura, el tema de la vacunación adquiere una mayor importancia dadas las características que tiene el sistema inmune de las aves por ser más susceptible que el de la mayoría de las especies, además de la amplia gama de vacunas que se encuentran en el mercado y la diversidad de aplicaciones que existen, en base a las necesidades del productor.

La capacitación y el entrenamiento es de vital importancia por que cualquier productor consiente que la vacunación es una práctica que va íntimamente ligada con el buen manejo tanto del animal como del producto para poder así sacarle el mejor provecho a los beneficios de la vacuna. Dado que si no se sabe utilizar de manera apropiada la vacunación se convierte en un arma de dos filos.

Las reacciones post-vacunales son también un tema a considerar en esta práctica, se debe tomar en cuenta que cualquier error en el proceso, podría tener grandes consecuencias para la producción. Es por eso que la vacunación se convierte en una actividad prioritaria en cualquier actividad pecuaria.

9. BIBLIOGRAFÍA.

Adila, Luis. "Manual de Bayer". Bronquitis ponedoras. 16/07/2002. www.amazon.com.mx. 11/06/2004.

Aguilar Rodríguez, Alberto Antonio. "Vacunas Emulsionadas en Aceite para uso en Aves". Acontecer Avícola. Septiembre-Octubre/1999. Pág. 16-22.

Asociación Colombiana de Médicos Veterinarios y Zootecnistas Especialistas en la Avicultura. "Inmunidad". Seminario Avícola Internacional, Plática #2.16, 17 y 18/03/2005. www.amevea.org/Plumazos.pdf. 23/03/2004.

Asociación Colombiana de Médicos Veterinarios y Zootecnistas Especialistas en la Avicultura. "Vacunación". Revista plumazos. 24/12/2004. www.amvea.org/Plumazos.pdf. 30/12/2004.

Badillo González, Luis F. "Vacunación In-Ovo". Los Avicultores y su Entorno. Octubre-Noviembre/2001. Pág. 4-11.

Bernardino, Alberto. Inove, Alberto. "Tipo de vacunas". Vacunas y Vacunación en la Avicultura. 01/06/2004. www./indexavia.htm. 12/10/2004.

Butcher, Gary D. "Cómo Reconocer y Controlar las Reacciones Post-vacunales Excesivas". Industria Avícola. Noviembre/2002. Pág. 12-13.

Butcher, Gary D. "El Sistema Inmune Aviar". Industria Avícola. Julio/1991. Pág. 14-17.

Butcher, Gary D. "Fallas de Vacunación y Factores a Considerar". Industria Avícola. Julio/1992. Pág. 16-19.

Cabriales, Jesús. "Vacunación contra la Coccidiosis Aviar" Tecnología Avipecuaría en Latinoamérica. 22/10/2001. <http://www.milda.com.mx/temas/articulos20/aves/>. 17/09/2004.

Conferencistas Avímex. "Avímex Salud Animal". XVI Curso de Avímex de Salud y Productividad. 30/07/2004. www.Avímex.com.mx. 11/05/2004.

De Los Ríos, Germán. García Mora, P. "Notas Científicas" Prueba de potencia de las vacunas, Volumen 5. 05/1995. www.Laverlam.com.mx. 06/02/2004.

Departamento Técnico de Schering Plough. "Aplicación de las Vacunas contra Gumboro". Acontecer Avícola. Julio-Agosto/1999. Pág. 6-12.

Departamento Técnico Fort Dodge Animal Health. "A virus muerto o a virus vivo". Industria Avícola. Septiembre/1984. Pág. 14-20.

Departamento Técnico Fort Dodge Animal Health. "Vacunas Inactivadas". Los Avicultores y su Entorno. Diciembre/2003. Pág. 74-80.

Eggen, Alex. "Virus Vacunal". Industria Avícola. Noviembre 1996. Pág. 24 y 25.

French, David. "Pobre respuesta a la Vacunación". Industria Avícola. Agosto/1989. Pág. 20-21.

García, Alejandro. "Elaboración de una Bacterina Efectiva". Acontecer Avícola. Octubre/1997. Pág. 56-59.

Gerdon, David C. "Adecuado programa de vacunación". Industria Avícola. Agosto/1985. Pág. 30-34.

Gómez Domínguez, Martín. Lucio Martínez, Benjamín. "Vacunación contra Enfermedad de New Castle en Pollitos de un día de edad con Aspersión de Virus Vivo, con Virus Muerto Emulsionado o Ambos". Avirama. Noviembre/1992. Pág. 18-23.

Grieve Solvay, Doug. "Evaluación en la Vacunación en el Agua de Bebida". Industria Avícola. Mayo/1994. Pág. 18-20.

Iáñez Pareja, Enrique. "Órganos y Tejidos del Sistema Inmune". Curso de inmunología general. 1999. <http://fai.unne.edu.ar/biología/inmuología/inmunoiáñez/cap03>. 09/06/2004.

Jordán, Ana. "Vacunación por Aspersión requiere de Tecnología correcta". Venezuela Avícola. 2001. <http://ppca.com.ve/va/articulos/va32p8.htm#top>. 25/07/2004.

Newman, J. "Vacuna contra Coccidiosis en Pollos de Engorda". Acontecer Avícola. Septiembre-Octubre/2000. Pág. 18-22.

Nilipour, Amir H. "Un Sistema de Inmunidad Sólido". Industria Avícola. Octubre/1995. Pág. 34-36.

Pérez, Hugo. "Manejarlas Correctamente es Arte y Ciencia". Las vacunas en la avicultura. 17/05/2000. www.ppca.com.ve/va/articulos/va34p27.htm. 30/04/2004

Pérez Márquez, Víctor. "Influencia Viral e Interferón". Avírama. Julio/1992. Pág. 29-31.

Poveda de Higuera, Libia. "Eficiencia en Vacunas de New Castle". Sanidad. 11/2002. www.encolombia.com/veterinaria/Sanidad.htm. 19/03/2004.

Quiroz, Carlos. De Nájera, Carmen. "Tipos de Vacunas contra Enfermedades de las Aves que se usan." Revista de difusión de Tecnología Agrícola y Pesquera del FONAIAP. Septiembre-Octubre/1992. [http://www.cenaip.gov.ve/bdigital/fdivul/fd06/texto/tipos de vacunas.htm](http://www.cenaip.gov.ve/bdigital/fdivul/fd06/texto/tipos%20de%20vacunas.htm). 27/10/2004.

Rodríguez, Rúa Luis Fernando. "Método de aplicación de Vacunas". Artículos de Avicultura. 27/04/2004. www.Veterinaria.org/asociaciones/vet-uy/articulos/artic-avic/. 27/08/2004.

Romero, Ernesto. "Enfermedades más Comunes". 12/05/2004. [http://www.agrobit.com.org/Microemprendimiento/cria - animales/avicultura /MI000003av.htm](http://www.agrobit.com.org/Microemprendimiento/cria%20-%20animales/avicultura/MI000003av.htm). 17/09/2004.

Sánchez Vizcaíno, JM. "Memorias del XVI Curso de Inmunización". Bases de la inmunización, plática #I.30/06/2004. www.Jmvizcaino@vet.ucm.es.htm. 19/07/2004.

Sánchez Vizcaíno, JM. "Memorias del XVI Curso de Inmunización". La vacunación, plática II. 30/06/2004. www.Jmvizcaino@vet.ucm.es.htm. 19/07/2004.

Schubot, Richard M. "El Sistema Inmune Aviar". Acontecer Avícola. Mayo-Junio/2002. Pág. 62-64.

Sharma, Jared M. "Vacunación de Embrión contra Enfermedad de Marek". Avirama. Octubre/1992. Pág. 18-20.

Shirley, Martín. "La Vacunación elimina la preocupación por los residuos de Coccidiostatos". Avicultura Profesional. Noviembre/2001. Pág. 35-38.

Soto Priante, Ernesto. "Manejo y Aplicación de la Vacuna de Marek". Acontecer Avícola. Mayo-Junio/1997. Pág. 56-60.

Tizard, Ian. "Naturaleza y Características de las Vacunas Obtenidas Mediante Ingeniería Genética". Tecnología Avípecuaria Febrero/2001. Pág. 18-20.

Tizard, Ian. "El Sistema Inmune aviar". Curso AVECAO 2002. www.Volúmenes/AVECAO2002/Criterio_biológicos.htm. 09/09/2004.

Villegas, Pedro. "Programas de Vacunación en Reproductoras y Ponedoras Comerciales". Alternativas en la Avicultura. 18/01/2004. <http://www.e-campo.com/sections/news/display/huid>. 27/11/2004.

Whitfill, Craig. Avakian, Alan. "Vacunas con el Complejo Virus-anticuerpo, Presente y Futuro". Avicultura Profesional. Noviembre/2002. Pág. 17-20.