



Universidad Veracruzana

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Región Veracruz

Medicina Veterinaria y Zootecnia

## Impacto productivo y económico de una terapia antibiótica errónea en una parvada de pollas doble propósito

Trabajo Práctico para acreditar Experiencia Receptacional

Presenta:  
**María Guadalupe Ramírez Martínez**

Directores:  
MVZ Alfredo Arroyo Lara  
MVZ José Alfredo Villagómez Cortés

Julio de 2021

“Lis de Veracruz: Arte, Ciencia, Luz”



**Universidad Veracruzana**

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia  
Región Veracruz

Licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia

*Impacto productivo y económico de una terapia antibiótica errónea  
en una parvada de pollas doble propósito*

Trabajo Práctico para acreditar Experiencia Receptacional

Presenta:

María Guadalupe Ramírez Martínez

Directores:

MVZ Alfredo Arroyo Lara

MVZ José Alfredo Villagómez Cortés

## **Dedicatoria**

A mi mamá: quien fue la única que siempre creyó en mí, aún cuando ni yo misma me creía capaz de alcanzar mis metas. Ella ha sido y será siempre mi impulso, mis fuerzas y mis ganas de seguir adelante a pesar de los obstáculos materiales y emocionales. Una mujer tan hermosa, inteligente, amable, generosa, solidaria, que da todo por los que ama, haciendo sacrificios y sobreesfuerzos. Mi mayor tesoro, siempre ha sabido salir adelante a pesar de todo, una verdadera guerrera, espero algún día llegar a ser aunque sea la mitad de lo que es ella.

A mis hermanos: Ana Laura y Joel, a quienes admiro mucho, ambos tienen inteligencia envidiable y están dotados de habilidades formidables. Fueron un gran apoyo para mantenerme hasta el final, inundándome de consejos, aprendiendo con su ejemplo y llamadas de atención.

A mi abuelita que está en el cielo: mi mamá Josefina, siempre me dio su bendición cuando realizaba mis viajes al iniciar un nuevo semestre, al volver me recibía con un cálido abrazo, tan linda y hermosa. Mi bello ángel, me habría encantado que me viese terminar mi largo camino...

## **Agradecimientos**

Mi eterno agradecimiento a mi mamá, por apoyarme en realizar un sueño casi imposible, porque no me va a alcanzar la vida para agradecerle todo lo que me ha dado.

A mis asesores, por su infinita paciencia, gran dedicación y comprensión. Por sus admirables conocimientos y experiencia. Les agradezco el apoyo brindado y la excelente guía para la realización de este trabajo.

Al ingeniero Eduardo Canudas y los MVZ Arturo Moreno Loyo y Alfredo Arroyo Lara, por su apoyo en una situación difícil que casi me lleva a truncar mis estudios.

A la señora Guadalupe y a su hija Jesica, por apoyarme en los primeros dos años de la carrera.

A la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Veracruzana, por los excelentes médicos comprometidos en formar buenos profesionales, por brindar las herramientas necesarias para el desarrollo de habilidades en las áreas de interés de los estudiantes.

A Dios, porque siempre nos llenó de bendiciones, y por poner en mi camino a personas maravillosas que me ayudaron a salir de la oscuridad, le agradezco infinitamente, sin su ayuda probablemente estaría en otro lugar...

# Índice

Dedicatoria.....	i
Agradecimientos .....	ii
Índice de tablas .....	vi
Índice de figuras .....	vii
Resumen .....	viii
Introducción.....	9
1. Revisión de literatura.....	10
1.1. Impacto de las enfermedades infecciosas bacterianas en la avicultura .....	10
1.2. Uso de antibióticos en la avicultura.....	11
1.3. Uso de la enrofloxacina en la avicultura.....	12
1.4. Análisis económico.....	13
1.4.1. Costos .....	13
1.4.2. Ingreso total (IT) .....	14
1.4.3. Utilidad bruta.....	14
1.4.4. Relación Beneficio/Costo (B/C).....	14
2. Justificación .....	16
3. Objetivos.....	17
3.1. Objetivo general.....	17
3.2. Objetivos específicos .....	17
4. Material y métodos .....	18
4.1. Tipo de estudio.....	18
4.2. Localización.....	18
4.3. Aves y su manejo .....	18
4.4. Diseño de la investigación .....	19
4.4.1. Formulario de parámetros productivos .....	20
4.5. Análisis productivo y económico .....	20
4.5.1. Costo por mortalidad.....	20
4.5.2. Costos fijos .....	21
4.5.3. Costos variables.....	21
4.5.4. Costos de producción .....	21

4.5.5. Ingreso total (IT) .....	21
4.5.6. Utilidad bruta.....	21
4.6. Relación Beneficio/Costo (B/C) .....	21
4.7. Análisis y presentación de resultados .....	22
5. Presentación del brote en la parvada .....	23
5.1. Primera semana de alojamiento (18-24 diciembre 2020) .....	23
5.2. Segunda semana de alojamiento (25-31 diciembre 2020) .....	24
5.2.1. Signos clínicos y diagnóstico por hallazgos a la necropsia.....	25
5.2.2. Manejo terapéutico.....	25
5.3. Tercera semana de alojamiento (1-7 enero 2021).....	26
5.3.1. Signos clínicos y hallazgos a la necropsia .....	27
5.3.2. Manejo terapéutico.....	27
5.4. Cuarta semana de alojamiento (8-14 enero 2021) .....	27
5.4.1. Manejo terapéutico.....	28
5.4.2. Signos clínicos y hallazgos a la necropsia .....	28
5.5. Quinta semana de alojamiento (15-21 enero 2021).....	29
5.5.1. Manejo terapéutico.....	29
5.5.2. Detección del problema.....	30
5.6. Semanas seis, siete y ocho de alojamiento (22 enero al 11 de febrero 2021).....	30
5.6.1. Signos clínicos y hallazgos a la necropsia .....	32
5.6.2. Manejo terapéutico.....	32
5.7. Mortalidad del total de la parvada .....	32
6. Consumo de alimento por parvada .....	33
7. Análisis productivo y económico .....	37
7.1. Costo de la parvada.....	37
7.1.1. Costo del consumo de alimento .....	37
7.1.2. Costo semanal por ave.....	37
7.1.3. Costo de medicamentos.....	40
7.1.4. Costos por mortalidad por parvada .....	40
7.2. Costos de producción.....	43
7.3. Ingresos totales (IT) .....	44
7.4. Utilidad bruta .....	44

7.5. Relación beneficio costo (B/C).....	46
8. Conclusiones.....	47
Recomendaciones .....	48
Referencias .....	49
Anexos.....	52

## Índice de tablas

Tabla 1. Mortalidades y temperaturas registradas durante la primera semana de alojamiento (18-24 diciembre 2020) .....	23
Tabla 2. Mortalidades y temperaturas registradas en la segunda semana de alojamiento (25-31 diciembre 2020) .....	24
Tabla 3. Mortalidades y temperaturas registradas en la tercera semana de alojamiento (1-7 enero 2021) ....	26
Tabla 4. Mortalidades y temperaturas registradas en la cuarta semana de alojamiento (8-14 enero 2021)....	28
Tabla 5. Mortalidad durante la quinta semana de alojamiento (15-21 enero 2021).....	29
Tabla 6. Mortalidades durante la sexta, séptima y octava semana de alojamiento (22 enero-11 febrero 2021) .....	31
Tabla 7. Consumo de alimento diario por ave y acumulado semanal (18 diciembre 2020-11 febrero 2021)..	35
Tabla 8. Costo del consumo de alimento diario por ave y acumulado semanal (18 diciembre de 2020-11 febrero de 2021).....	38
Tabla 9. Costo de medicamentos aplicados para el control de un brote de una enfermedad en pollas doble propósito. ....	40
Tabla 10. Costos por mortalidad diaria y acumulado semanal (18 diciembre 2020-11 febrero 2021) .....	41
Tabla 11. Costos de producción de pollos de engorda. ....	44

## **Índice de figuras**

Figura 1. Evolución de las pérdidas económicas por mortalidad semanal de aves ante un brote de enfermedad en una granja avícola.....	43
Figura 2. Pérdidas económicas por un brote de enfermedad infecciosa en aves de doble propósito.....	46

## Resumen

Ramírez Martínez, María Guadalupe. 2021. Impacto productivo y económico de una terapia antibiótica errónea en una parvada de pollas doble propósito. Trabajo práctico de licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Veracruzana, Veracruz Ver. Directores, MVZ Alfredo Arroyo Lara y MVZ. José Alfredo Villagómez Cortés.

El presente trabajo se realizó con el objeto de analizar el impacto productivo y económico de la aplicación, por mal etiquetado de laboratorio, de una terapia antibiótica (dosis de aplicación), la cual fue administrada en una parvada de pollos de doble propósito de la sexta a la décimoprimer semana de edad, debido a la presentación de un brote infeccioso bacteriano. La enfermedad en cuestión ocurrió en diciembre de 2020 en una granja comercial en Paso del Toro Veracruz, como consecuencia de la entrada de fuertes vientos del norte con rachas de más de 120km/h. a los seis días de alojar a las aves. El diagnóstico se realizó por hallazgos a la necropsia que apuntó a infecciones por *E. coli*, *Pasteurella multocida* y *Mycoplasma spp.* como agentes potenciales debido a las lesiones sugestivas. Por efecto de la pandemia de COVID19 no estuvo disponible un laboratorio de diagnóstico que pudiera hacer un diagnóstico bacteriológico y el consecuente antibiograma. Se aplicó enrofloxacina (ER) en el agua de bebida a dosis de 1ml/20 litros y 1ml/10 litros, sin obtener el efecto terapéutico deseado, ya que la mortalidad fue 16.30% en la séptima SE y 16.66% en la octava SE. Posteriormente, la dosis de ER se modificó a 1ml/5 litros de agua, observándose una disminución en la mortalidad para la novena SE a 6.86%. En la semana 5 el MVZ encargado de la parvada platicó con representantes del laboratorio del que se adquirió la enrofloxacina al 20%, el cual indicó que la dosis recomendada era de 1ml/1 litro de agua, en vez de 1ml/20 litros de agua, lo que se reconoció como un error en el etiquetado, pero que resultó en la subdosificación de la parvada por varias semanas. La dosis de 1ml/1 litro de agua junto con 1g de tilosina-sulfa-trimetoprim logró un descenso significativo en la mortalidad a 4.18% en la décima SE. Por efecto del tratamiento prolongado y el estrés, se presentó una afección en las microvellosidades del intestino, con mortalidad de 6.61% y 5.24% en las 11 y 12 SE; ante esto, se decidió mantener a las aves con aplicación de vitaminas hidrosolubles hasta su venta. La mortalidad acumulada fue de 45.55% (equivalente a 911 aves muertas). Debido al brote se dejó de recibir un ingreso de \$115,990, cuando se había proyectado un ingreso de \$266,000. El análisis económico indicó un ingreso total de \$150,010 a la venta neta de las aves y egresos totales de \$190,580, lo que resultó en pérdidas por \$40,570, con una relación beneficio-costo de 0.787. Se concluye que por carecer del apoyo oportuno de un laboratorio diagnóstico y por un error en el etiquetado del laboratorio productor del antibiótico elegido, el brote infeccioso en cuestión resultó en pérdidas económicas importantes para el productor, pues dejó de percibir el 43% de la utilidad que se esperaba, si no se hubiera presentado la enfermedad.

**Palabras clave:** parvada de doble propósito, análisis beneficio-costo, enrofloxacina, pérdidas económicas, error en etiquetado, antibiótico.

## Introducción

Las enfermedades infecciosas provocan elevados porcentajes de mortalidad y costos adicionales por los tratamientos aplicados, en consecuencia, se producen pérdidas económicas en la producción de las granjas avícolas (Sánchez, 2019; Parra, 2019). Por lo regular, los costos que representan estas enfermedades no se observan de inmediato, debido al prolongado periodo de incubación de las mismas, la demora en la presentación de los primeros signos clínicos y lesiones patológicas internas, y el retardo en el cálculo de los costos de producción y rentabilidad de la granja. En ocasiones, después de la aplicación de un tratamiento, se observa aún la presencia de la enfermedad, lo que puede sugerir una mala aplicación del mismo, o resistencia microbiana producto de la subdosificación (Ferrell *et al.*, citado en Parra, 2019). Dicha resistencia trae consigo dificultades en la economía y producción de las granjas avícolas (Esperbent y Migliorati, citado en Parra, 2019).

Los antibióticos son medicamentos producidos a partir de bacterias u hongos, de forma natural o sintética, que eliminan y evitan la proliferación de otros microorganismos patógenos. La utilización y la administración de estos fármacos debe ser asesorada y aplicada por un profesional, puesto que un mal uso de estos provoca pérdidas económicas, evita que los animales se recuperen, disminuye la producción, e incluso aumenta la resistencia de las bacterias (USDA, 2011). El mal uso de los antibióticos incrementa el tiempo de recuperación, el número de muertes y disminuye las opciones de fármacos de segunda y tercera elección. También puede conducir a la utilización de otros fármacos de mayor costo (Fariña, citado en Heredia, 2018).

Las enfermedades provocan pérdidas económicas en la producción de cada parvada, por lo que es importante diagnosticar en tiempo y forma la enfermedad que incursiona en la granja. Existe escasa información sobre el impacto económico que las enfermedades infecciosas provocan en la avicultura en los países subdesarrollados. Por tanto, para el sector avícola, representa un desafío la realización de estudios futuros (Bagust, 2008). El presente trabajo se centra en analizar el impacto productivo y económico del uso de un antibiótico utilizado en forma incorrecta en aves de doble propósito ante un brote de enfermedades infecciosas bacterianas.

## I. Revisión de literatura

### 1.1. Impacto de las enfermedades infecciosas bacterianas en la avicultura

En la avicultura moderna, los pollos de engorda se crían en condiciones intensivas extremas, utilizando el mínimo espacio vital durante 35-40 días para alcanzar el máximo crecimiento y producción posibles. En estas unidades productivas, casi cualquier enfermedad infectocontagiosa se disemina rápidamente y provoca efectos adversos en los parámetros productivos con grandes pérdidas económicas. Indudablemente, la mortalidad, la morbilidad, la ganancia de peso y el índice de conversión alimenticia son las variables económicas y de salud más afectadas de estas unidades de producción (Sumanó y Gutiérrez, 2000).

La avicultura es una industria rentable, sin embargo, enfrenta patologías infecciosas que comprometen la rentabilidad de las granjas. Estas adquieren mayor importancia cuando generan pérdidas económicas graves, incluso en la actualidad se considera su inclusión dentro de los costos normales de producción (Jaimes *et al.*, 2010). El impacto que tienen las enfermedades en una parvada, principalmente en la economía del productor, depende de factores como: la especie del agente patógeno, la virulencia del mismo, la edad de las aves, los costos totales de producción, el estado del sistema inmunológico, el manejo de la bioseguridad, el programa de vacunación, el estrés calórico o inducido por el manejo en las casetas y el costo de los productos finales. Las gallinas ponedoras de línea ligera tienen la capacidad de producir más de 10 veces su peso en huevos, por lo que su eficiencia y su alta especialización las coloca como las más utilizadas por los productores, sin embargo su potencial genético se ve afectado por factores del ambiente que son clave para la presentación de enfermedades en las parvadas (Colás *et al.*, 2011). Biggs (1982) estima que las pérdidas causadas por las enfermedades en los Estados Unidos de América representan, aproximadamente, el 20% del total de gastos de producción y al menos tres veces el costo por pérdidas debido a la mortalidad.

El desarrollo de un buen estado sanitario, combinado con la necesidad de una rápida producción, se ha convertido en un factor primordial de los sistemas de producción avícola intensiva, por lo cual es necesario que el tracto gastrointestinal (TGI) esté en óptimas condiciones, ya que esto permite la correcta absorción y aprovechamiento de los nutrientes

dados por una dieta balanceada, según las necesidades del ave durante cada fase (Molina, 2020). El desarrollo y la salud del TGI son importantes en la producción avícola. El rendimiento de la producción se ve afectado por factores como los estímulos inmunológicos, el medio ambiente, la nutrición, la calidad de la materia prima del alimento, el equilibrio en la microbiota, las secreciones endógenas, la mortalidad y los aditivos (Barrera, 2014), debido a ello las patologías gastroentéricas se consideran como las que mayores problemas causan en la rentabilidad de las granjas (Gauthier, citado en Barrera, 2014).

Un estudio realizado en Cuba, evaluó la epidemiología de las enfermedades respiratorias provocadas por bacterias en gallinas ponedoras, en donde se reportó que durante el periodo evaluado, las enfermedades infecciosas bacterianas respiratorias y digestivas fueron las que provocaron la mayor mortalidad, por problemas relacionados con la nutrición. El incremento en la mortalidad se atribuyó a distintos factores como: fallos en el manejo de las parvadas, ambientales, nutricionales, despiece, hacinamiento, transporte y traslado, y la persistencia de enfermedades subclínicas que alteran el sistema inmunológico. La mortalidad causada por enfermedades digestivas bacterianas fue mayor que por las respiratorias, sin diferencias significativas ( $p \geq 0.05$ ) entre ellas (Colás *et al.*, 2011).

## **1.2. Uso de antibióticos en la avicultura**

El uso de fármacos antimicrobianos en la producción animal y en la avicultura ha aumentado en las últimas décadas. El uso excesivo de los mismos favorece la aparición de resistencia microbiana, con los riesgos que conlleva para la salud animal y humana. Así, el uso de antibióticos se ha limitado y la tendencia es hacia una producción libre de dichos fármacos, lo que permite la busca y desarrollo de otras alternativas (Ramón, 2019). El mal uso de estos fármacos en la práctica avícola genera inconvenientes en el tratamiento de las enfermedades que se presentan en las parvadas. Por lo regular, los avicultores complementan como medida preventiva las raciones balanceadas con promotores de crecimiento, además de su uso terapéutico, por lo que en ocasiones aplican dosis erróneas para el manejo de las aves (Sánchez y Arias, 2019).

El uso incorrecto de los antibióticos se puede dar también porque estos son de baja calidad o caducados, lo cual puede originar el desarrollo de organismos patógenos resistentes a estos mismos (Pilay, 2020). La resistencia antimicrobiana que puede llegar a desarrollar una bacteria depende en gran medida de las acciones que tome cada granja avícola, en especial con referencia a la dosis y frecuencia con las que se utiliza cada tipo de antibiótico; esta resistencia también se asocia con factores tales como ubicación geográfica, las condiciones del medio ambiente como la temperatura y el clima, y la falta de un buen sistema de bioseguridad (Castro y Schettini, 2020). Por lo mismo, existe un impacto negativo en la salud animal en aspectos referentes a la morbilidad, mortalidad y resultado terapéutico, tales como el fracaso al tratamiento, el aumento de la resistencia, mayor número de recaídas, la latencia de los procesos infecciosos, la progresión de la enfermedad a procesos crónicos, la transmisión de infecciones a otros animales y pérdidas económicas (Arenas y Moreno, 2018).

Las tetraciclinas son de los antibióticos más utilizados en avicultura para prevenir diferentes enfermedades (cólera aviar, salmonella, colibacilosis, enfermedad crónica respiratoria y coriza infecciosa, entre otras) o bien como promotor de crecimiento. Existen dosis recomendadas para su correcta aplicación, sin embargo cuando las dosis son incorrectas o el tiempo de retiro se prolonga, pueden surgir la resistencia microbiana y la presencia de residuos de los medicamentos en el producto final que llega al consumidor, siendo un severo problema de salud pública en todo el mundo (Ayala, citado en Pilay, 2020).

### **1.3. Uso de la enrofloxacina en la avicultura**

La enrofloxacina es una fluoroquinolona con una potente acción bactericida que actúa mediante el bloqueo de una enzima bacteriana, la ADN-girasa, la cual está involucrada en la mayoría de los procesos biológicos que comprometen al ADN, tales como la transcripción, la recombinación, la replicación y la reparación de las bacterias (Cantaro, 2014). Su alta bio-disponibilidad y buena penetración en los tejidos resulta en buenas concentraciones plasmáticas terapéuticas. Se metaboliza en forma parcial en el hígado y su mayor ruta de eliminación es mediante la excreción renal, tanto por filtración como por excreción tubular (Sumano y Gutiérrez, 2000).

La absorción de la enrofloxacina es considerable cuando se administra por vía oral a pollos, con una biodisponibilidad cercana al 60%. Su espectro de acción amplio, pues es eficaz contra bacilos gramnegativos (*Escherichia coli*, *Salmonella spp*, *Haemophilus spp* y *Pasteurella spp*, excepto *Pseudomonas aureoginosa*), pero muestra menor potencia contra bacterias grampositivas como *Streptococcus spp*, *Staphilococcus spp* y *Erysipelotrix rhusopathiae*. Tiene una acción importante contra micoplasmas, incluso a bajas concentraciones y se caracteriza por una muy buena actividad antimicrobiana, incluso contra microorganismos poco susceptibles o resistentes a los antibióticos de uso común en animales (Sumanó y Gutiérrez, 2000). Su absorción es excelente y su distribución tisular garantiza concentraciones inhibitorias mínimas frente a los microorganismos causantes de la mayoría de las enfermedades. Su índice terapéutico es alto, y puede administrarse sin mayores problemas en combinación con otros medicamentos (Otero *et al.*, 2001).

Cuando se diagnostica un problema bacteriano en la parvada, casi siempre se medica por vía oral mediante el agua de bebida y, en raras ocasiones, por medio del alimento. Para ello se requiere agua de buena calidad como un insumo esencial para el éxito de una granja y para la dosificación precisa de fármacos a una parvada. Para la enrofloxacina, la calidad del agua es importante, ya que la presencia excesiva de iones disminuye su eficacia. Se recomienda utilizar un medidor de flujo para calcular la dosis correcta para medicar a la parvada en función de su consumo de agua, y no de manera simplificada, añadiendo la enrofloxacina por partes por millón (ppm) al tinaco. Si bien en teoría la sobremedicación no genera toxicidad, sí provoca una pérdida económica (Sumanó y Gutiérrez, 2000).

## 1.4. Análisis económico

### 1.4.1. Costos

Los costos son un conjunto de inversiones o pagos involucrados en un periodo de producción, relacionados con las actividades para obtener un bien o servicio y su valor queda incluido en el precio del producto final (Muyulema Allaica *et al.*, 2020). Para obtener rentabilidad en las granjas avícolas es imprescindible la utilización y registro de factores como depreciación de instalaciones en donde se lleva a cabo el proceso productivo, saber el desgaste de la indumentaria, el pago de mano de obra, préstamos o financiamiento

para los insumos diarios (Medina Cardeña *et al.*, 2012). Los costos de producción son los gastos totales que realizan las unidades productivas para el proceso de producción, con el fin de obtener un producto o servicio. Los costos fijos son aquellos que se mantienen constantes independientemente de los cambios que sufra el volumen registrado de operaciones realizadas. Los costos variables cambian su magnitud con relación al volumen de las operaciones que se realizan, es decir, que las disminuciones o aumentos son proporcionales al volumen de producción de la granja. Los costos totales son todos aquellos que se utilizan en un proceso productivo y su valor es la suma de los costos fijos y los costos variables (Alonso Pesado *et al.*, 1991). Durante el periodo productivo están involucrados factores como la alimentación, tratamientos e insumos que se requieren para suministrar a las pollas en distintas edades, sin ellos no se lograrían los resultados esperados, sin dejar de lado la mano de obra, que es elemento indispensable para el éxito de la granja (Méndez y Salinas, 2009).

#### **1.4.2. Ingreso total (IT)**

Se define como ingreso total al generado por una unidad productiva, que retribuye el capital invertido a la venta de productos o servicios (Alonso Pesado *et al.*, 1991).

#### **1.4.3. Utilidad bruta**

Es la diferencia que resulta de restar los costos de producción de un producto o servicio a los ingresos totales a la venta (ventas netas) del producto en un periodo determinado (Alonso Pesado *et al.*, 1991).

#### **1.4.4. Relación Beneficio/Costo (B/C)**

Esta relación se basa en los beneficios que se obtienen de acuerdo al total de la inversión de producción Para obtenerla, se divide la totalidad de ingresos entre el capital invertido. El primer paso para realizar este análisis es determinar cuáles son los beneficios y los costos (Alonso Pesado *et al.*, 1991). Por lo general, los beneficios son ventajas económicas, que recibe el propietario a la venta de un producto o servicio. Por otro lado, los costos son inversiones para el mantenimiento de la producción (Guerrero, citado en Parra, 2019). Si resulta mayor a uno significa que se obtuvo beneficio económico, si resulta igual a uno significa que se encuentra en un punto de equilibrio, en donde no pierde ni gana. En

cambio, si el resultado es menor a uno significa que se perdió dinero en el periodo productivo.

## **2. Justificación**

En la práctica cotidiana de la avicultura no tradicional del Médico Veterinario Zootecnista, es común encontrarse con imponderables que el campo profesional tiene, como son la falta de manejo en las parvadas, cambios en la alimentación de las aves debido a carencia de disponibilidad en los depósitos de alimento, y descuidos de los pequeños productores en el manejo general. Sin embargo, cuando se tiene algún problema de salud en la parvada, se suele recurrir a los laboratorios que ofertan los medicamentos específicos, de acuerdo con los signos clínicos y lesiones patológicas macroscópicas que se observan en las necropsias, los cuales traen ya las especificaciones de uso en la etiqueta, pero cuando el etiquetado es erróneo, se aplican dosificaciones erróneas, lo que acarrea como consecuencia que continúe la presencia de la enfermedad, la muerte de las aves y pérdidas económicas graves para el productor.

Por tal motivo y debido a que en la actualidad no se encuentra información reciente de estudios sobre el impacto económico causado por la presentación de enfermedades bacterianas en las cuales haya ocurrido una aplicación errónea de la terapia antibiótica, se propone la presentación de este trabajo práctico que resulta de la práctica profesional rutinaria de un médico veterinario en una granja productora de pollas de doble propósito.

### **3. Objetivos**

#### **3.1. Objetivo general**

Analizar el impacto productivo y económico de un tratamiento antibiótico erróneo en pollas doble propósito, con infecciones bacterianas durante diciembre de 2020 y febrero 2021, en una granja ubicada en Paso del Toro, Veracruz.

#### **3.2. Objetivos específicos**

- 1) Analizar el impacto productivo por la presentación de enfermedades infecciosas bacterianas en aves doble propósito, consecuencia de errores en la aplicación de la terapia antibiótica, en una granja ubicada en Paso del Toro, Veracruz.
- 2) Analizar el impacto económico sobre la producción de aves doble propósito derivado del error en la aplicación de la terapia antibiótica para el control de infecciones bacterianas.

## **4. Material y métodos**

### **4.1. Tipo de estudio**

El estudio sigue un alcance de investigación exploratorio, ya que hay pocos trabajos de investigación sobre el impacto productivo y económico que causan las enfermedades bacterianas, cuando la antibioterapia es aplicada erróneamente. Es de tipo cuantitativo, porque se trata de un estudio de análisis de datos numéricos. Se utilizaron fuentes documentales para respaldar el trabajo, además de datos obtenidos de los registros que se llevan en la granja.

### **4.2. Localización**

El presente estudio se realizó en una granja semitecnificada, situada en el ejido la Bocana, en la población de Paso del Toro, municipio de Medellín, Veracruz, entre diciembre del 2020 y febrero de 2021. El municipio de Medellín cuenta con una superficie de 398.20 km<sup>2</sup> y se ubica en la zona central del estado. Limita al norte con el municipio de Veracruz, al noreste con el de Boca del Río, al este con el de Alvarado, al sur con el de Tlalixcoyan, al oeste con los municipios de Jamapa y Manlio Fabio Altamirano. Su clima es cálido-húmedo-extremoso con una temperatura promedio de 25.3 °C y precipitación pluvial media anual de 1,417.8 mm. Paso del Toro es una de las principales localidades de dicho municipio, se ubica al este de la cabecera y sus principales actividades son agrícolas, ganaderas y de pesca (INAFED, 2010).

### **4.3. Aves y su manejo**

Se recibieron 2,000 pollas de doble propósito de cuatro semanas de edad de razas Rhode Island, Plymouth Rock, Harco negra y Cuello pelón (híbridos con diferentes características fenotípicas de las razas anteriores). El desarrollo de los animales, hasta las cinco semanas de edad, se llevó a cabo en la granja incubadora Santa Teresa, ubicada en el municipio de San Juan Xoxocatlán, Oaxaca. Las aves llegaron ya vacunadas contra las enfermedades de Marek y Newcastle y se alojaron en una caseta de 8m x 30m, con piso de cemento, bardas de 50 cm, construidas con tabique y *pallets* (tarimas), comederos de tolva con capacidad de 12 kg cada uno, y bebederos automáticos de campana, de los cuales se ofreció uno por cada

50 aves. La cama era de viruta de madera. Durante el desarrollo de la parvada las paredes se cubrieron con lonas para evitar la entrada brusca de los vientos del norte.

Una vez que llegaron las aves a la granja, el agua de bebida se fortificó con vitaminas hidrosolubles y electrolitos. Desde su llegada hasta las nueve semanas de edad, el alimento ofrecido fue de una marca comercial con 21% de proteína cruda, pero posteriormente se cambió a un alimento para pollo de engorda con 18% de proteína cruda durante cinco semanas, ya que la venta se programó a las 14 semanas de edad.

#### **4.4. Diseño de la investigación**

Como parte de la rutina de trabajo, se llevó el registro productivo de la parvada (cantidad de alimento ofrecido, consumo de alimento, mortalidad diaria, tratamientos realizados, por día, semana y acumulado). Los datos se vaciaron en una hoja de Excel para realizar un análisis estadístico descriptivo con la obtención de medias, porcentajes, frecuencias y distribuciones, para poder analizar el consumo alimenticio, los porcentajes de mortalidad y el costo de la parvada. Al final de la venta, se realizó un análisis beneficio-costo, considerando los costos de la parvada, de las aves muertas, de las vivas y de las aves vendidas, para obtener la utilidad bruta (Alonso Pesado *et al.*, 1991).

Las causas probables de mortalidad fueron determinadas a través de las necropsias que se realizaron a las aves recolectadas por parte del MVZ encargado de la crianza de las aves, durante los procesos infecciosos. Los hallazgos se anotaron para su posterior interpretación. El propósito de la necropsia fue llegar a un diagnóstico diferencial basado en las lesiones macroscópicas, así como tomar las muestras pertinentes para los exámenes de laboratorio adicionales que permitirían confirmar el diagnóstico y poder aplicar el tratamiento correspondiente (Majó Masferrer y Dolz Pascual, 2018; Urquiza Bravo *et al.*, 2008).

Los parámetros productivos tienen gran importancia en las granjas, son fundamentales para la toma de decisiones y deben basarse en registros confiables, los cuales fueron tomados oportunamente en hojas de registro. Con base en dichos registros, se calcularon los datos de comportamiento productivo.

#### **4.4.1. Formulario de parámetros productivos**

##### **4.4.1.1 Consumo de alimento diario por ave**

Consumo de alimento diario por ave (g) = Kg de alimento ofrecido por día \* 1000

Número real de aves

(Sosa, 2020).

##### **4.4.1.2. Mortalidad (%)**

La mortalidad se calculó en porcentajes por día, semana y el porcentaje final de la mortalidad del total de la parvada al final del periodo productivo.

Para el cálculo de la mortalidad por día se utilizó la siguiente fórmula:

Mortalidad por día (%) = (Número de aves muertas por día / Número real de aves) \* 100

Para el cálculo de la mortalidad total de la parvada al final del periodo productivo se utilizó la siguiente fórmula:

Mortalidad (%) = (Total aves muertas / Número aves iniciales) \* 100

Mientras el resultado se acerque más al 0% será mejor la rentabilidad de la unidad de producción (Ortiz, 2018).

### **4.5. Análisis productivo y económico**

#### **4.5.1. Costo por mortalidad**

Para la determinación de los costos provocados por la mortalidad, se incluyó el costo del consumo de alimento y el costo del(los) tratamiento(s) aplicado(s) al costo inicial del ave. Se calculó en primera instancia el costo del alimento por ave para cada semana, el costo individual por semana y la suma del costo acumulado de las semanas previas a la semana en la que murieron. Con base en los resultados, se obtuvo el costo de mortalidad de la parvada por semana y por consiguiente, de todo el periodo.

#### **4.5.2. Costos fijos**

Los costos fijos contemplaron el precio de la cama, mano de obra, los gastos de servicios e insumos para la granja, así como impuestos y otros.

#### **4.5.3. Costos variables**

Se incluyeron los costos de alimento, suplementación del agua (electrolitos y vitaminas hidrosolubles), tratamientos, vitaminas hidrosolubles y el costo inicial de las aves.

#### **4.5.4. Costos de producción**

Para establecer el costo de producción total se realizó la suma de costos fijos y costos variables, obteniendo los costos totales.

#### **4.5.5. Ingreso total (IT)**

Para el cálculo del Ingreso Total (IT) se utilizó la siguiente fórmula:

$$IT = (\text{Número de aves vendidas}) * (\text{Precio promedio a la venta})$$

(Alonso Pesado *et al.*, 1991).

#### **4.5.6. Utilidad bruta**

Para obtener el resultado se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Utilidad bruta} = \text{Ventas netas} - \text{Costo del proceso productivo}$$

(Kamiche, 2017)

#### **4.6. Relación Beneficio/Costo (B/C)**

Para obtener la relación beneficio-costo, se dividió la totalidad de ingresos a la venta del producto entre los costos totales de producción, mismos que incluyeron costos fijos y costos variables (Molina, 2011).

## **4.7. Análisis y presentación de resultados**

Los datos obtenidos de los registros de la granja fueron vaciados en hojas de Excel. Los resultados se expresaron en medias, porcentajes y costos de producción (egresos) e ingresos, para finalmente calcular la utilidad bruta y realizar un análisis beneficio costo del proceso productivo.

## 5. Presentación del brote en la parvada

### 5.1. Primera semana de alojamiento (18-24 diciembre 2020)

En la tabla 1 se observa que durante la primera semana de alojadas las aves, se presentó una mortalidad de 1.76% (35 aves muertas), la cual se consideró como normal, por efecto de estrés por transporte, cambio de clima, de alojamiento, de sistema de manejo y principalmente de alimentación. Sin embargo, a los seis días (23 diciembre 2020) de haber llegado, se presentó un evento de vientos del norte con rachas superiores a los 120 km/h, lo que tuvo como consecuencia una baja sensible de la temperatura del medio ambiente (16°C) durante la noche y la madrugada del 24 de diciembre. Se reportaron 17 aves muertas durante el día siete de la primera semana de alojadas, después de presentarse el evento climático, con una temperatura mínima de 18°C.

**Tabla I.** Mortalidades y temperaturas registradas durante la primera semana de alojamiento (18-24 diciembre 2020)

Aves muertas (número)	Aves muertas acumuladas (número)	Mortalidad diaria (%)	Mortalidad acumulada (%)	Temperatura mínima	Temperatura máxima	Promedio temperatura diaria (°C)
0	0	0.00	0.00	26	20	23
3	3	0.15	0.15	29	19	24
2	5	0.10	0.25	28	21	24.5
3	8	0.15	0.40	26	20	23
4	12	0.20	0.60	26	20	23
6	18	0.30	0.90	29	16	24
17	35	0.85	1.76	30	18	24
Promedio		0.25		27.7	19.57	23.64

Fuente: elaboración propia con datos de la granja avícola.

## 5.2. Segunda semana de alojamiento (25-31 diciembre 2020)

Por efecto de la baja de temperatura, al día siguiente (25 diciembre) se registraron 26 aves muertas (1.32%), por lo que se decidió aplicar un tratamiento con oxitetraciclina a dosis de 5 ml/litro de agua de bebida durante cuatro días (26-29 diciembre). Por el número de animales alojados fue necesario utilizar la vía de administración oral, ya que permite una administración masiva y se reduce el estrés asociado con la captura, la sujeción y la manipulación de los animales. El criterio para aplicar el tratamiento fue la prevención de alguna signología de tipo respiratorio, por las bajas temperaturas que se presentaron con una mínima promedio de 19.5°C durante la madrugada y máxima de 27.7°C durante el día, sin embargo, en los días posteriores a la aplicación del antibiótico no se obtuvo el efecto terapéutico deseado y de hecho se presentó un incremento en la mortalidad durante la segunda semana de 16.30% (2.32% diario), equivalente a 299 aves muertas. Durante esta semana, la temperatura registrada en las madrugadas bajó en promedio a 16.14°C (tabla 2).

**Tabla 2.** Mortalidades y temperaturas registradas en la segunda semana de alojamiento (25-31 diciembre 2020)

Aves muertas (número)	Aves muertas acumuladas (número)	Mortalidad diaria (%)	Mortalidad acumulada (%)	Temperatura máxima (°C)	Temperatura mínima (°C)	Promedio temperatura diaria (°C)
26	26	1.323	1.323	22	17	23
50	76	2.579	3.902	26	15	24
39	115	2.065	5.967	27	16	24.5
56	171	3.027	8.994	28	16	23
35	206	1.951	10.945	27	15	23
57	263	3.240	14.185	29	16	24
36	299	2.115	16.300	31	18	24
Promedio		2.320		27.14	16.14	21.6

Fuente: elaboración propia con datos de la granja avícola.

Fairchild (citado en Salazar y Sequeira, 2019)., menciona que las temperaturas bajas en un ciclo productivo, no solo generan menores tasas de crecimiento, sino que hacen que el pollo ingiera mas alimento para producir calor, con lo que se reduce la eficiencia de los alimentos y aumentan los costos de alimentación. En un estudio realizado por Salazar y Sequeira (2019) para la evaluación de dos tipos de concentrados en pollos de engorde, se

analizó la influencia de los parámetros medioambientales en la mortalidad durante un ciclo productivo y se concluyó que con temperaturas bajas (menores de 28°C), para el clima del lugar de la investigación, aunado a una humedad relativa mayor al 70% se provocó la mortalidad en los pollos, ya que se creó susceptibilidad a las enfermedades. La temperatura más baja que se registró fue 17.8°C.

### **5.2.1. Signos clínicos y diagnóstico por hallazgos a la necropsia**

En el transcurso de la segunda semana de su arribo se observaron aves decaídas, con plumas erizadas, ligera inflamación de cabeza en algunas aves, ligera secreción nasal, disminución del consumo de agua; de igual forma, las camas estaban húmedas, por lo que se realizó el cambio diario de las áreas afectadas, y algunas aves presentaron ligera diarrea blanquecina. Se procedió a hacer las necropsias en diez aves diarias como mínimo. Los hallazgos comunes fueron: aumento de tamaño del bazo (esplenomegalia), hígados friables con perihepatitis y pálidos, en algunas pollas, había exudado caseoso, coligranulomas y hemorragia en intestinos (duodeno, intestino delgado, intestino grueso, ciegos), todo ello congruente con un cuadro de *Escherichia coli* enteropatógena. Las afecciones por *E. coli* se pueden presentar en pollos de todas las edades y fines zootécnicos. Esta bacteria se relaciona con fallos en la bioseguridad e higiene, manejo equivocado de procedimientos tecnológicos, o secundaria a enfermedades respiratorias o inmunosupresoras (Dinev, 2011).

### **5.2.2. Manejo terapéutico**

Tras el diagnóstico por hallazgos a la necropsia, se optó por una terapia antibiótica y la aplicación de un expectorante. Para ello se recurrió a un laboratorio farmacéutico, para adquirir y aplicar enrofloxacina al 20%, en presentación de 20 litros. Al recibir el producto, se leyeron las instrucciones de uso en donde la etiqueta indicaba aplicar 1 ml/20 litros de agua de bebida, por cinco a seis días. Se procedió a la aplicación de la dosis recomendada, de forma inmediata (30 de diciembre 2020 al 4 de enero 2021). De igual forma se aplicó el expectorante del mismo laboratorio en proporción de 1 gramo/10 litros de agua durante cinco días.

### **5.3. Tercera semana de alojamiento (1-7 enero 2021)**

Se esperaba una mejoría de las aves en un lapso de tres días contados a partir de la fecha de aplicación, pero esto no ocurrió, lo que se atribuyó a la temperatura ambiental, la cual siguió ligeramente baja con un promedio de 20°C (tabla 3) con vientos del norte con rachas variables entre 70 y 100 km/h, por lo que se estableció como medida preventiva la colocación de lonas en las paredes laterales de la caseta, para mantener estable la temperatura interna de la nave. Se procedió a desinfectar el interior de la caseta con una solución de amonio cuaternario de cuarta generación, con el propósito de disminuir la carga bacteriana en el interior de la misma.

A pesar de haber tomado medidas preventivas, la mortalidad en los siguientes días (semana ocho de vida) se mantuvo en promedio en 2.38% diario, con registro acumulado semanal de 16.66% (tabla 3). Ante esta situación, se intentó remitir muestras para aislamiento bacteriológico y recurrir al diagnóstico de un laboratorio de patología certificado en la ciudad de Córdoba, Veracruz, sin embargo, por las fechas decembrinas y por efecto de la pandemia Covid 19, se encontraba sin prestar servicio. De hecho, este y otros laboratorios diagnósticos reanudaron actividades hasta fines de febrero de 2021.

**Tabla 3. Mortalidades y temperaturas registradas en la tercera semana de alojamiento (1-7 enero 2021)**

Aves muertas (número)	Aves muertas acumuladas (número)	Mortalidad diaria (%)	Mortalidad acumulada (%)	Temperatura máxima (°C)	Temperatura mínima (°C)	Promedio temperatura diaria (°C)
16	16	0.96	0.96	28	22	25
64	80	3.87	4.83	25	20	22.5
41	121	2.58	7.42	25	19	22
46	167	2.97	10.40	26	18	22
21	188	1.40	11.80	25	19	22
42	230	2.84	14.64	29	20	24.5
29	259	2.01	16.66	27	22	24.5
Promedio		2.38		26.42	20	20.07

Fuente: elaboración propia con datos de la granja avícola.

### **5.3.1. Signos clínicos y hallazgos a la necropsia**

Contrario al efecto esperado con la aplicación de la enrofloxacina, se observaron signos clínicos como plumas erizadas, cabezas hinchadas, tortícolis, decaimiento, retraso en el crecimiento, heces líquidas con moco y en algunos casos, amarillentas. Se continuó con la realización de necropsias diarias y los hallazgos fueron pulmones hemorrágicos con obstrucción unilateral de moco, hemorragias petequiales subepicárdicas, perihepatitis, focos necróticos en hígado, granulomas en intestinos, por lo que se presumió una asociación de *E. coli* con *Pasteurella multocida* (Majó Masferrer y Dolz Pascual, 2018; Urquiza Bravo *et al.*, 2008). Las aves afectadas por *P. multocida* se observan decaídas, con tortícolis y disminuye su consumo de alimento, lo que retrasa su crecimiento. A la necropsia se hayan principalmente hemorragias en distintos órganos (incluyendo el corazón), congestión en algunos órganos y focos granulomatosos grises en hígado (Shane, 2005).

### **5.3.2. Manejo terapéutico**

Tras los nuevos resultados de las necropsias se decidió modificar la dosis a 1 ml de enrofloxacina por cada 10 litros de agua (del 5-10 enero 2021), ya que el efecto deseado no se observaba, por el contrario la mortalidad continuó elevada. Se pretendió adquirir otro antibiótico como fosfomicina para reforzar el tratamiento, pero los depósitos expendedores de medicamentos se encontraban sin servicio.

## **5.4. Cuarta semana de alojamiento (8-14 enero 2021)**

En los días posteriores se observó que las aves se amontonaban aun cuando la caseta estaba cubierta con lonas. La presentación de la mortalidad se atribuyó a diversas causas, tales como el estrés que presentaban las aves provocado por la entrada de los vientos del norte, las variaciones en la temperatura ambiental que ubicaban a las aves fuera de su zona de bienestar de 20°C, ya que la temperatura mínima promedio era de 17.14°C (tabla 4). Las aves se juntaban en grupos y dicho hacinamiento provocó el ahogamiento de las más débiles. Tanto la granja como las aves deben mantenerse en equilibrio termodinámico, es decir, que el calor aportado debe ser proporcional al calor eliminado, ya que de lo contrario

la temperatura ambiental en la granja subiría o bajaría fuera del rango de confort y las aves se situarían fuera de su zona de termo-neutralidad (Salazar y Sequeira, 2019).

#### **5.4.1. Manejo terapéutico**

Ante el evidente fallo de la terapia antibiótica, se ajustó la dosis de enrofloxacina a 1ml/5 litros de agua (11-16 enero 2021), observándose una reducción significativa en la mortalidad semanal, a 94 aves muertas (6.86%) (Tabla 4). También el consumo de agua de bebida aumentó, las heces fueron más consistentes, el estado de salud de la parvada empezó a recuperarse.

<b>Tabla 4. Mortalidades y temperaturas registradas en la cuarta semana de alojamiento (8-14 enero 2021)</b>						
Aves muertas (número)	Aves muertas acumuladas (número)	Mortalidad diaria (%)	Mortalidad acumulada (%)	Temperatura máxima (°C)	Temperatura mínima (°C)	Promedio temperatura diaria (°C)
34	34	2.41	2.41	26	16	21
11	45	0.80	3.21	25	18	21.5
12	57	0.88	4.09	27	18	22.5
8	65	0.59	4.69	27	18	22.5
12	77	0.89	4.58	23	16	19.5
5	82	0.37	5.96	24	17	20.5
12	94	0.90	6.86	27	17	22
Promedio		0.98		25.57	17.14	21.35

Fuente: elaboración propia con datos de la granja avícola.

#### **5.4.2. Signos clínicos y hallazgos a la necropsia**

La mortalidad disminuyó notablemente durante la cuarta semana, pero aun se observaban algunos signos clínicos en un grupo de aves afectadas, como estornudos, escurrimiento nasal, estertores traqueales, inflamación de las articulaciones. A la necropsia, los sacos aéreos se apreciaron opacos y los pulmones hemorrágicos, por lo que se diagnosticó un cuadro de *Mycoplasma spp.* asociado con *E. coli* (Majó Masferrer y Dolz Pascual, 2018; Urquiza Bravo *et al.*, 2008). La micoplasmosis se caracteriza por signos respiratorios incluyendo secreción ocular, nasal y estertores traqueales, una marcada reducción en el crecimiento y mayor susceptibilidad a otras enfermedades. La infección por *M. synoviae*

causa artritis aguda, principalmente en el corvejón. Las aves afectadas muestran congestión del tracto respiratorio superior y en casos crónicos aerosaculitis y colibacilosis (Shane, 2005).

## 5.5. Quinta semana de alojamiento (15-21 enero 2021)

En la tabla 5, se observa que con la dosis modificada, ocurrió una reducción en la mortalidad en los últimos dos días (15 y 16 enero), siendo esta de 0.53% y 1.37% respectivamente, lo que se atribuyó a la modificación de la dosis a 1ml/5 litros de agua de bebida.

### 5.5.1. Manejo terapéutico

Debido al nuevo diagnóstico de asociación de *Mycoplasma spp.* con *E. coli*, se decidió modificar nuevamente la dosis de enrofloxacina a 1 ml/1 litro de agua, asociado con un producto que contiene tilosina + sulfa + trimetoprim en proporción de 1 gramo por litro de agua (del 17-22 enero 2021), con lo que se observó una reducción significativa en la mortalidad. No obstante, la mortandad no cesó, continuando con un promedio diario de 0.59%, de modo que esta quinta semana se tuvo una mortalidad de 4.18% (tabla 5).

**Tabla 5.** Mortalidad durante la quinta semana de alojamiento (15-21 enero 2021)

Aves muertas (número)	Aves muertas acumuladas (número)	Mortalidad diaria (%)	Mortalidad acumulada (%)
7	7	0.53	0.53
11	18	0.84	1.37
6	24	0.46	1.83
11	35	0.85	2.69
7	42	0.54	3.23
5	47	0.39	3.63
7	54	0.55	4.18
Promedio diario		0.59	

Fuente: elaboración propia con datos de la granja avícola.

### **5.5.2. Detección del problema**

La mortalidad estuvo elevada durante las semanas dos y tres de alojamiento, incluso después de la aplicación del tratamiento; posteriormente, con las dosis modificadas se apreció una disminución notoria en la mortalidad; sin embargo, se observó la presencia de la enfermedad inicial con la concurrencia de otras patologías y, aunque en porcentajes bajos, la mortalidad continuó. En la semana 5 el MVZ encargado de la parvada hizo el reclamo y la observación al laboratorio de donde se adquirió la enrofloxacina al 20%, el cual indicó que la dosis recomendada es de 1ml/1 litro de agua, por lo tanto se envió una fotografía de su producto (Anexo 1), donde se señalaba que la dosis era de 1ml/20 litros de agua, para demostrar la dosis recomendada que especificaba la etiqueta. El laboratorio aceptó que error de etiquetado fue suyo y que la mortalidad posterior al los 15 días de tratamiento derivó del tratamiento excesivo y prolongado que afectó la microbiota intestinal y el sistema renal de las pollas.

## **5.6. Semanas seis, siete y ocho de alojamiento (22 enero al 11 de febrero 2021)**

El tratamiento con la dosis de 1ml/1 litro de agua concluyó el 22 de enero durante la semana seis de alojamiento. En la semana cinco la mortalidad fue de 4.18%, sin embargo en la semana seis y siete aumentó a 6.61% y a 5.24%, respectivamente (tabla 6), lo que se atribuyó a la terapia antibiótica prolongada. Se presume que este tratamiento indujo alteraciones en la microbiota intestinal de las pollas con lo que se afectó el consumo de alimento y las hizo susceptibles a otras infecciones. Para la semana ocho se presentó una mortalidad de 2.77% con 31 aves muertas.

**Tabla 6.** Mortalidades durante la sexta, séptima y octava semana de alojamiento (22 enero-11 febrero 2021)

Día	Aves muertas (número)	Aves muertas acumuladas (número)	Mortalidad diaria (%)	Mortalidad acumulada (%)
22	7	7	0.55	0.55
23	5	12	0.39	0.95
24	10	22	0.80	1.75
25	14	36	1.13	2.88
26	18	54	1.47	4.36
27	8	62	0.66	5.02
28	7	69	0.58	6.61
Promedio diario			0.94	
29	5	5	0.42	0.42
30	5	10	0.42	0.84
31	78	18	0.67	1.52
1	13	31	1.10	1.262
2	12	43	1.03	3.66
3	9	52	0.78	4.44
4	9	61	0.79	5.24
Promedio diario			0.74	
5	5	5	0.443	0.443
6	7	12	0.623	1.066
7	0	12	0	1.066
8	9	21	0.806	1.872
9	2	23	0.181	2.053
10	4	27	0.362	2.415
11	4	31	0.363	2.778
Promedio diario			0.39	

Fuente: elaboración propia con datos de la granja avícola.

### **5.6.1. Signos clínicos y hallazgos a la necropsia**

Las necropsias indicaron ulceraciones en los intestinos en algunas aves, que se cree fueron producto del tratamiento prolongado. Las aves mostraron pulmones hemorrágicos y sacos aéreos opacos, lo que aunado al ritmo de la mortalidad sugirió la presencia de *Mycoplasma spp.* La signología que se observó era variada, con algunas aves mostrando cabezas inflamadas, secreciones nasales y retraso en el crecimiento. En un grupo de aves se notaron algunos problemas de patas, plumajes maltratados, posición de pingüino, y una con tortícolis, por lo que se diagnosticó una avitaminosis en las aves que mostraron retraso en el crecimiento. Como consecuencias secundarias del brote infeccioso bacteriano, se presentó un cuadro de diarreas con hilos sanguinolentos, presumiblemente ocasionado por coccidias, que se diagnosticó por los hallazgos a la necropsia. Las aves mostraron lesiones en intestino delgado, donde la cubierta mucosa se encontraba moteada con múltiples hemorragias petequiales o extensas. Se descartó *E. necatrix* por no observarse hemorragias cecales.

### **5.6.2. Manejo terapéutico**

Por los hallazgos a la necropsia de una posible coccidiosis, se decidió aplicar un tratamiento curativo con toltrazuril a dosis de 1ml/litro de agua de bebida por tres días. En las necropsias posteriores no se presentaron hemorragias intestinales de las pollas. De igual forma se procedió a aplicar vitaminas hidrosolubles desde la semana siete de alojamiento hasta la venta de las pollas.

## **5.7. Mortalidad del total de la parvada**

Al finalizar del periodo productivo se observó un total acumulado de 45.55% de mortalidad, correspondiente a 911 aves perdidas, como consecuencia de la presentación de un brote infeccioso por *Pasteurella multocida*, *Mycoplasma spp.* y *Escherichia coli*, como agentes potenciales debido a las lesiones sugestivas. Como causas secundarias se consideraron: avitaminosis, hipocalcemia y deficiencias nutricionales.

## **6. Consumo de alimento por parvada**

En el duodeno de las aves se albergan los fluidos gástricos con un pH 6 encargados de sintetizar el alimento. El yeyuno se conforma por 10 pequeñas asas que se ubican en la parte del mesenterio y tiene un pH de 7. El íleon es de morfología alargada y estirada y posee un pH de 7.5 (Ávila, 2005).

En la tabla 7 se observa que, a pesar de la afección presente en la parvada, el consumo se aumentó en 83g durante las dos primeras semanas de alojamiento (643g y 726g, respectivamente). En la tercera semana, el consumo disminuyó a 59g (726g y 785g, respectivamente), posiblemente debido a las alteraciones que sufrieron las estructuras del intestino delgado y el grueso. El efecto de los tratamientos aplicados a las aves disminuyó la carga de patógenos en las estructuras laminares del intestino delgado, aunque la infección pudo estar presente en otros órganos del ave. En la cuarta semana de alojamiento, el consumo se incrementó a 113g con respecto a la semana anterior (785g y 898g, respectivamente); sin embargo, para la siguiente semana, se considera que el tratamiento prolongado afectó la microbiota intestinal del ave, por los cambios de pH, con un deterioro de las microvellosidades intestinales, por lo que como consecuencia, se observó un efecto negativo entre la cuarta y quinta semana de 26g menos (898g y 872g, respectivamente).

La integridad intestinal óptima permite obtener un crecimiento eficiente y uniforme en las aves (Faus, 2008). Boy (2013) agrega que un tracto digestivo saludable, con su microbiota asociada balanceada y adecuadas secreciones enzimáticas digestivas, es esencial para obtener un buen desempeño, acorde con el potencial genético del pollo.

Entre la semana cinco y seis de alojamiento el impacto negativo fue mayor, ya que no hubo diferencias en el consumo entre estas semanas (872g en ambas). Este efecto indica un consumo menor de proteína, lo que terminó por afectar al sistema inmunológico del ave, y pudo causar inmunosupresión y mortalidad en las aves. La capa epitelial del intestino puede verse afectada por virus, hongos, bacterias, parásitos y/o toxinas, por lo tanto, provocar diversas reacciones como la degradación de la capa mucosa, la destrucción de células epiteliales, la interrupción del suministro vascular o la afección del sistema inmunológico tiene como consecuencia un impacto negativo debido a la pérdida de la

integridad intestinal. Otro factor negativo externo fue el efecto de la fluctuación en la temperatura del medio ambiente que determinó un estado de estrés, ya que las aves se encuentran expuestas a la contaminación bacteriana o viral que traen los vientos del norte. Hoerr (2009) menciona que la alteración de la homeostasis intestinal de las aves ocurre por problemas de estrés, desequilibrio en la nutrición, vacunas, administración de antibióticos y sustancias que alteran el pH.

Entre la semana seis y siete el consumo se incrementó en 42g (872g y 919g, respectivamente). En la semana ocho el consumo fue de 320g, debido a que la venta de las aves se realizó a las 13 semanas de edad, y no a las 14 como se había programado.

Es importante observar que los consumos de alimento, pese a la presentación de infecciones bacterianas en las aves, fueron elevados para cada una de las semanas y edades de las pollas, lo cual sugiere que a pesar de ofrecer un alimento iniciador de marca comercial reconocida en Veracruz, no se cubrían sus requerimientos mínimos de energía, ya que las aves suelen consumir alimento hasta satisfacer sus requerimientos energéticos (Ávila, 2005).

**Tabla 7.** Consumo de alimento diario por ave y acumulado semanal (18 diciembre 2020-11 febrero 2021)

Semana de alojamiento	Días	Aves muertas acumuladas (número)	Aves vivas	Alimento ofrecido/día	Consumo/ave/día (g)	Consumo acumulado/ave/día (g)
I	18	0	2000	160	80	80
	19	3	1997	160	80	160
	20	5	1995	160	80	240
	21	8	1992	160	80	320
	22	12	1988	160	80	400
	23	18	1982	240	121	521
	24	35	1965	240	122	643
2	25	26	1939	160	82	82
	26	76	1889	200	105	187
	27	115	1850	200	108	295
	28	171	1794	200	111	406
	29	206	1759	200	113	519
	30	263	1702	200	117	636
	31	299	1666	150	90	726
3	1	16	1650	160	96	96
	2	80	1586	190	119	215
	3	121	1545	150	97	312
	4	167	1499	200	133	445
	5	188	1478	140	94	539
	6	230	1436	150	104	643
	7	259	1407	200	142	785
4	8	34	1373	190	138	138
	9	45	1362	170	124	262
	10	57	1350	180	133	395
	11	65	1342	150	111	506
	12	77	1330	180	135	641
	13	82	1325	170	128	769
	14	94	1313	170	129	898
5	15	7	1306	150	114	114

	16	18	1295	150	116	230
	17	24	1289	160	124	354
	18	35	1278	180	140	494
	19	42	1271	150	118	612
	20	47	1266	150	118	730
	21	54	1259	180	142	872
6	22	7	1252	140	111	111
	23	12	1247	150	120	231
	24	22	1237	170	137	368
	25	36	1223	160	130	498
	26	54	1205	150	124	622
	27	62	1197	160	133	755
	28	69	1190	140	117	872
7	29	5	1185	120	101	101
	30	10	1065	160	150	251
	31	18	1172	170	145	396
	1	31	1159	140	120	516
	2	43	1147	160	139	655
	3	52	1138	160	140	795
	4	61	1129	140	124	919
8	5	5	1124	140	124	124
	6	12	1117	20	17	141
	7	12	1117	40	35	176
	8	21	1108	40	36	212
	9	23	1106	40	36	248
	10	27	1102	40	36	284
	11	31	1098	40	36	320

Fuente: elaboración propia con datos de la granja avícola.

## **7. Análisis productivo y económico**

### **7.1. Costo de la parvada**

#### **7.1.1. Costo del consumo de alimento**

En la tabla 8 se observa el costo del consumo de alimento diario por ave, el costo total de consumo semanal por ave, el costo del total del alimento ofrecido por día y del acumulado semanal. Para determinar el costo individual de las pollas por día y semanal, es necesario adicionarle el costo del alimento que consumen por día y acumulado al costo inicial del ave, para así obtener el costo a diferentes edades del ave. En la primera semana de alojamiento, el costo del total del alimento consumido fue de \$10,240; en la semana dos fue de \$10,480; en la tercera semana fue de \$9,520; en la semana cuatro de \$9,680; en la semana cinco de \$8,960; en la sexta semana fue de \$8,560; en la semana siete fue de \$8,400, y en la semana ocho resultó de \$2,880. El costo total al final del periodo del alimento consumido por la parvada (un total de 8.590 toneladas), a un precio por kg de \$8 para ambos tipos de alimento (alimento comercial con 21% de proteína y el alimento para pollo de engorde con 18% de proteína), resultó ser de \$68,720.

#### **7.1.2. Costo semanal por ave**

En la tabla 8 se muestra que el costo del consumo en la primera semana fue de \$5.13 por cada ave. El costo inicial de la polla de \$45 sumando al costo del consumo de alimento resulta en \$50.13 por ave en la semana uno de alojamiento. En la segunda semana el costo del consumo de alimento fue de \$5.78, para un total acumulado de \$55.91 por ave. En la semana tres el costo fue de \$6.25 que sumado al valor de la semana dos resulta en \$62.16 por ave. En la cuarta semana el costo por consumo de alimento fue \$7.16, con un valor acumulado de \$69.32. En la quinta semana el costo de \$6.96 sumado al valor de la semana inmediata anterior resultó en \$76.28 por ave. En la semana seis el costo fue igual que en la semana cinco, \$6.95, y sumado al anterior da un acumulado de \$83.23 por ave. Para la semana siete, el costo fue de \$7.34, para un valor acumulado de \$90.57 por ave. Para la semana ocho, el costo del consumo fue de \$2.52, lo que resultó en un costo acumulado por ave de \$93.09 hasta la última semana.

**Tabla 8.** Costo del consumo de alimento diario por ave y acumulado semanal (18 diciembre de 2020-11 febrero de 2021)

Semana de alojamiento	Días	Existencia de aves	Alimento ofrecido (kg)	Costo del consumo/día (\$)	Costo del consumo acumulado (\$)	Consumo diario/ave (g)	Costo del consumo diario/ave (\$)	Costo del consumo acumulado/ave (\$)
1	18	2000	160	1,280	1,280	80	0.64	0.64
	19	1997	160	1,280	2,560	80	0.64	1.28
	20	1995	160	1,280	3,840	80	0.64	1.92
	21	1992	160	1,280	5,120	80	0.64	2.56
	22	1988	160	1,280	6,400	80	0.64	3.20
	23	1982	240	1,920	8,320	121	0.96	4.16
	24	1965	240	1,920	10,240	122	0.97	5.13
2	25	1939	160	1,280	1,280	82	0.65	0.65
	26	1889	200	1,600	2,880	105	0.84	1.49
	27	1850	200	1,600	4,480	108	0.86	2.35
	28	1794	200	1,600	6,080	111	0.88	3.23
	29	1759	200	1,600	7,680	113	0.90	4.13
	30	1702	200	1,600	9,280	117	0.93	5.06
	31	1666	150	1,200	10,480	90	0.72	5.78
3	1	1650	160	1,280	1,280	96	0.76	0.76
	2	1586	190	1,520	2,780	119	0.95	1.71
	3	1545	150	1,200	3,980	97	0.77	2.48
	4	1499	200	1,600	5,580	133	1.06	3.54
	5	1478	140	1,120	6,700	94	0.75	4.29
	6	1436	150	1,200	7,900	104	0.83	5.12
	7	1407	200	1,600	9,520	142	1.13	6.25
4	8	1373	190	1,520	1,520	138	1.10	1.10
	9	1362	170	1,360	2,880	124	0.99	2.09
	10	1350	180	1,440	4,320	133	1.06	3.15
	11	1342	150	1,200	5,520	111	0.88	4.03
	12	1330	180	1,440	6,960	135	1.08	5.11
	13	1325	170	1,360	8,320	128	1.02	6.13
	14	1313	170	1,360	9,680	129	1.03	7.16

5	15	1306	150	1,200	1,200	114	0.91	0.91
	16	1295	150	1,200	2,400	116	0.92	1.83
	17	1289	160	1,280	3,680	124	0.99	2.82
	18	1278	180	1,440	5,120	140	1.12	3.94
	19	1271	150	1,200	6,320	118	0.94	4.88
	20	1266	150	1,200	7,520	118	0.94	5.82
	21	1259	180	1,440	8,960	142	1.13	6.95
6	22	1252	140	1,120	1,120	111	0.88	0.88
	23	1247	150	1,200	2,320	120	0.96	1.84
	24	1237	170	1,360	3,680	137	1.09	2.93
	25	1223	160	1,280	4,960	130	1.04	3.97
	26	1205	150	1,200	6,160	124	0.99	4.96
	27	1197	160	1,280	7,440	133	1.06	6.02
	28	1190	140	1,120	8,560	117	0.93	6.95
7	29	1185	120	960	960	101	0.80	0.80
	30	1065	160	1,280	2,240	150	1.20	2
	31	1172	170	1,360	3,600	145	1.16	3.16
	1	1159	140	1,120	4,720	120	0.96	4.12
	2	1147	160	1,280	6,000	139	1.11	5.23
	3	1138	160	1,280	7,280	140	1.12	6.35
	4	1129	140	1,120	8,400	124	0.99	7.34
8	5	1124	140	1,120	1,120	124	0.99	0.99
	6	1117	20	160	1,280	17	0.13	1.12
	7	1117	40	320	1,600	35	0.28	1.40
	8	1108	40	320	1,920	36	0.28	1.68
	9	1106	40	320	2,240	36	0.28	1.96
	10	1102	40	320	2,560	36	0.28	2.24
	11	1098	40	320	2,880	36	0.28	2.52

Fuente: elaboración propia con datos de la granja avícola.

### **7.1.3. Costo de medicamentos**

La mayor proporción de la inversión en tratamientos se hizo en enrofloxacina (61.66%), seguida del expectorante (19.66%). Estos dos productos en conjunto representaron más del 80 % del costo en medicamentos (tabla 9).

**Tabla 9.** Costo de medicamentos aplicados para el control de un brote de una enfermedad en pollas doble propósito.

Producto	Costo (\$)	Porcentaje
Enrofloxacina	6,900	61.66
Expectorante	2,200	19.66
Toltrazuril	950	8.49
Tilosina+sulfa+trimetoprim	760	6.79
Oxitetraciclina	380	3.40
Total	11,190	100

Fuente: elaboración propia con datos de la granja avícola.

### **7.1.4. Costos por mortalidad por parvada**

Para calcular los costos por mortalidad, se sumó el costo del alimento consumido diario por ave al costo inicial de la polla en pie (\$45). El resultado (costo por mortalidad diaria) se multiplicó por el número de aves muertas en cada día. Posteriormente, se sumaron los resultados para obtener el costo acumulado para cada una de las semanas.

En la primera semana, el costo de las pollas muertas fue de \$1,715.33, que corresponde a 35 aves. En la segunda semana, fue de \$15,990.86 por 299 aves muertas. En la semana tres, el costo por las 259 aves muertas fue de \$15,350.60. Las 94 aves muertas en la semana cuatro tuvieron un costo de \$6,150.42. Para la semana cinco, el costo por las 54 aves muertas fue de \$3,941.41. En la semana seis fueron \$5,548.20 por las 69 aves muertas. El costo por las 61 aves muertas en la séptima semana fue de \$5,354.62. En la semana ocho, las 31 aves muertas representaron \$2,857.87. Para la semana nueve, el costo por mortalidad fue de \$837.63. Al sumar los resultados semanales, el costo total por las 911 aves muertas fue de \$57,746.94 (tabla 10).

Por lo tanto, la pérdida por pollas muertas a un costo de compra de \$45 cada una fue de \$40,995. Si se consideran los costos de los medicamentos aplicados (\$11,190) y el costo del alimento consumido por las aves que murieron a diferentes edades que representa \$57,746.94, el total de pérdidas es de \$68,936.94 por mortalidad en la parvada.

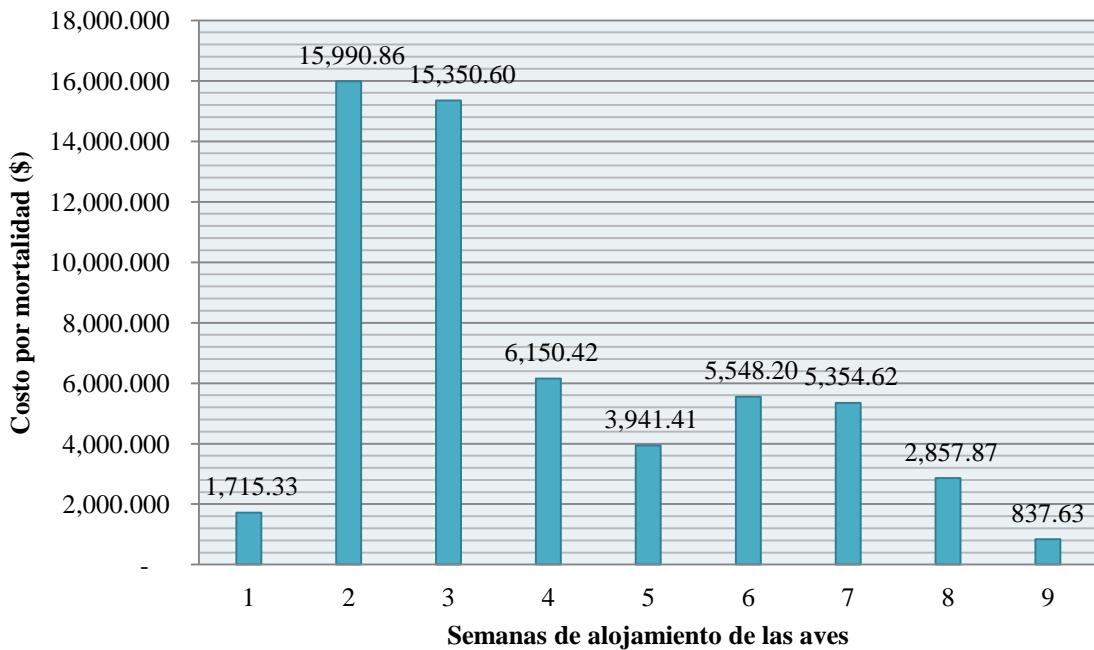
**Tabla 10.** Costos por mortalidad diaria y acumulado semanal (18 diciembre 2020-11 febrero 2021)

Semana de alojamiento	Días	Aves muertas (número)	Consumo diario/ave	Costo del consumo diario (\$)	Costo diario del ave (\$)	Costo por mortalidad diaria (\$)	Costo por mortalidad acumulado (\$)
1	18	0	80	0.64	45.64	0	0
	19	3	80	0.64	46.28	138.84	138.84
	20	2	80	0.64	46.92	93.84	232.68
	21	3	80	0.64	47.56	142.68	375.36
	22	4	80	0.64	48.20	192.80	568.16
	23	6	121	0.96	49.16	294.96	863.12
	24	17	122	0.97	50.13	852.21	1,715.33
2	25	26	82	0.65	50.77	1,320.02	1,320.02
	26	50	105	0.84	51.61	2,580.50	3,900.52
	27	39	108	0.86	52.47	2,046.33	5,946.85
	28	56	111	0.88	53.35	2,987.60	8,934.45
	29	35	113	0.90	54.25	1,898.75	10,833.20
	30	57	117	0.93	55.18	3,145.26	13,978.46
	31	36	90	0.72	55.90	2,012.40	15,990.86
3	1	16	96	0.76	56.66	906.56	906.56
	2	64	119	0.95	57.61	3,687.04	4,593.6
	3	41	97	0.77	58.38	2,393.58	6,987.18
	4	46	133	1.06	59.44	2,734.24	9,721.42
	5	21	94	0.75	60.19	1,263.99	10,985.41
	6	42	104	0.83	61.02	2,562.84	13,548.25
	7	29	142	1.13	62.15	1,802.35	15,350.60
4	8	34	138	1.10	63.25	2,150.50	2,150.50
	9	11	124	0.99	64.24	706.64	2,857.14
	10	12	133	1.06	65.30	783.60	3,640.74
	11	8	111	0.88	66.18	529.44	4,170.18
	12	12	135	1.08	67.26	807.12	4,977.30
	13	5	128	1.02	68.28	341.40	5,318.70
	14	12	129	1.03	69.31	831.72	6,150.42
5	15	7	114	0.91	70.22	491.54	491.54

	16	11	116	0.92	71.14	782.54	1,274.08
	17	6	124	0.99	72.13	432.78	1,706.86
	18	11	140	1.12	73.25	805.75	2,512.61
	19	7	118	0.94	74.19	519.33	3,031.94
	20	5	118	0.94	75.13	375.65	3,407.59
	21	7	142	1.13	76.26	533.82	3,941.41
6	22	7	111	0.88	77.14	539.91	539.91
	23	5	120	0.96	78.10	390.50	930.41
	24	10	137	1.09	79.19	791.90	1,722.31
	25	14	130	1.04	80.23	1,123.22	2,845.53
	26	18	124	0.99	81.22	1,461.96	4,307.49
	27	8	133	1.06	82.28	658.24	4,965.73
	28	7	117	0.93	83.21	582.47	5,548.20
7	29	5	101	0.80	84.01	420.05	420.05
	30	5	150	1.20	85.21	426.05	846.10
	31	8	145	1.16	86.37	690.96	1,537.06
	1	13	120	0.96	87.33	1,135.29	2,672.35
	2	12	139	1.11	88.44	1,061.28	3,733.63
	3	9	140	1.12	89.56	806.04	4,539.67
	4	9	124	0.99	90.55	814.95	5,354.62
8	5	5	124	0.99	91.54	457.70	457.70
	6	7	17	0.13	91.67	641.69	1,099.39
	7	0	35	0.28	91.95	0	1,099.39
	8	9	36	0.28	92.23	830.07	1,929.46
	9	2	36	0.28	92.51	185.02	2,114.48
	10	4	36	0.28	92.79	371.11	2,485.59
	11	4	36	0.28	93.07	372.28	2,857.87
9	12	4	0	0	93.07	372.28	372.28
	13	5	0	0	93.07	465.35	837.63

Fuente: elaboración propia con datos de la granja avícola.

La figura 1 ilustra la evolución del impacto económico resultante de la mortalidad de aves ante un brote de enfermedad infecciosa. El mayor impacto económico se dio en las semanas 2, 3 y 4 (27.69%, 26.58% y 10.65%, respectivamente), lo que se atribuyó a la aplicación de la dosis errónea de la enrofloxacina a la parvada. Los costos en las siguientes semanas tuvieron una disminución notable, ya que la mortalidad bajó al modificar la dosis del fármaco, con lo que se minimizó el número de aves muertas por semana.



**Figura 1.** Evolución de las pérdidas económicas por mortalidad semanal de aves ante un brote de enfermedad en una granja avícola.

Fuente: Elaboración propia con datos de la granja avícola.

## 7.2. Costos de producción

La mano de obra fue el principal rubro en los costos fijos. Para los costos variables se tomaron en cuenta los costos de las pollas en pie, los costos de medicamentos, las vitaminas y electrolitos con los que se fortificó el agua al inicio de la producción, el alimento ofrecido y las vitaminas hidrosolubles. El valor de los costos totales resultó en \$190,580 (tabla 11).

**Tabla II.** Costos de producción de pollos de engorda.

Costos fijos	Unidad	Cantidad	Precio individual (\$)	Total (\$)
Mano de obra y otros	-	-	-	20,000
Total				20,000
Costos variables				
Pollas en pie	Polla	2000	45	90,000
Alimento comercial con 21% de proteína	Kg	4990	8	39,920
Alimento para pollo de engorde con 18% de proteína	Kg	3600	8	28,800
Electrolitos y vitaminas hidrosolubles	Litro	1	270	270
Enrofloxacina	Litro	20	345	6,900
Oxitetraciclina	Litro	1	380	380
Tilosina	Kg	1	760	760
Vitaminas hidrosolubles	-	1	400	400
Toltrazuril	Litro	1	950	950
Expectorante	Kg	5	440	2,200
Total				170,580
Costos totales				190,580

Fuente: elaboración propia con datos de la granja avícola.

### 7.3. Ingresos totales (IT)

Al final del periodo se vendieron 1,040 pollas a un precio de \$140 lo que representó un ingreso de \$145,600. Las aves restantes, por ser animales con retraso en su crecimiento se vendieron a \$90 cada una, obteniendo un ingreso de \$4,410, para un ingreso total de \$150,010.

### 7.4. Utilidad bruta

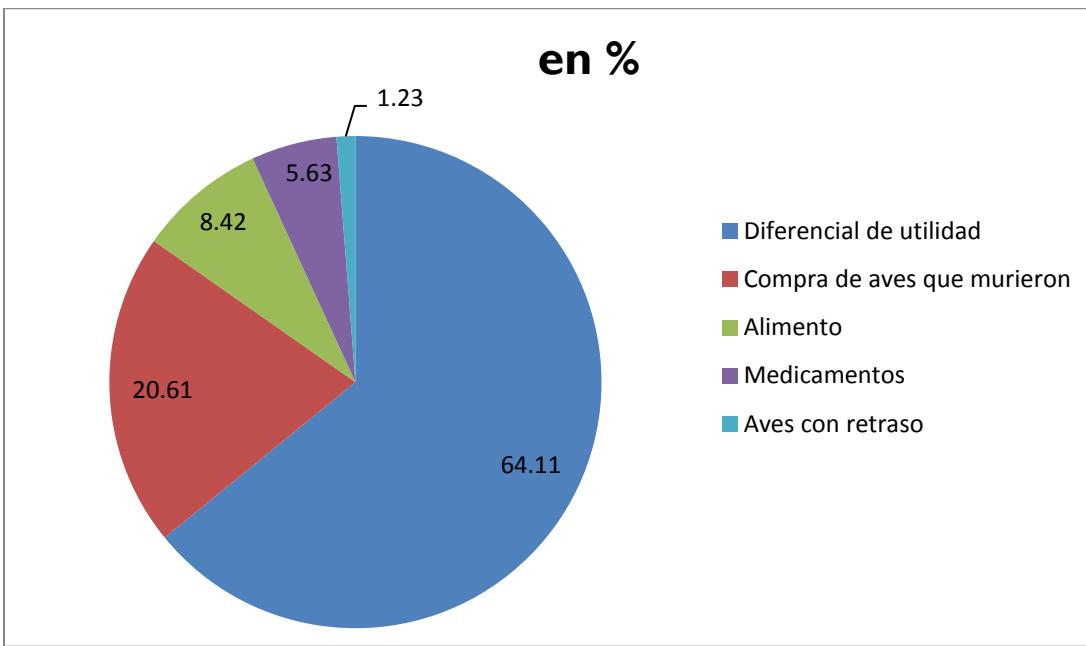
A los ingresos totales de las 1,040 aves finalizadas y las 49 aves de desecho con retraso en el crecimiento (\$150,010), se sustrajeron los costos de producción (\$190,580), con lo que

se obtuvo una utilidad bruta negativa de \$40,570, que significó pérdidas graves para el productor.

En condiciones de producción normal, la programación de venta en esta parvada era la siguiente, al entrar 2000 pollas, se esperaba un máximo de 100 aves muertas en diferentes momentos de la crianza (5% de mortalidad), con una venta probable de 1900 pollas a un precio de \$140 cada una, por lo que se esperaba una venta de \$266,000 menos los costos de producción normal (no contemplando el 100% de los medicamentos adquiridos, para el tratamiento del brote infeccioso), serían \$179,390, la utilidad esperada era por tanto de \$86,610.

Debido al brote se dejó de recibir un ingreso de \$115,990 a la venta (venta real \$150,010 – venta esperada \$266,000), el costo por medicamentos se incrementó \$11,190 (costos de producción esperados \$179,390 - costo real \$190,580). Si se considera la inversión de \$190,580, la pérdida fue del 21.28%, sin embargo para la venta estimada fue de 82.14% (que representó el ingreso que se dejó de ganar y las pérdidas que reflejó el cálculo de utilidad bruta). La mortalidad representó en promedio el 21.51% (por las 911 aves a costo inicial - \$40,995) de la inversión, los medicamentos el 5.8% (\$11,190) y el alimento perdido el 8.78% de la venta real. El 2.94% de la venta real fue de las aves con retraso de crecimiento (\$4,410) y 97.06 % (\$ 145,600) para las aves terminadas.

Las ganancias que no se obtuvieron por las 911 pollas que no finalizaron fueron \$127,540 (64.11% de las pérdidas totales). El segundo concepto con mayor impacto en los costos fue el costo de la adquisición de 911 aves que eventualmente murieron, a un precio inicial de \$45 cada una \$40,995 (20.61%). Tuvieron una menor participación en las pérdidas el alimento ingerido por las aves que murieron, \$16,751.94 (8.42%), la inversión en los medicamentos administrados, \$11,190 (5.63%), y la venta de aves de desecho con retraso en el crecimiento, a un precio de venta de \$90.00, lo que significó la pérdida de \$50.00 por cada una de las 49 aves vendidas, \$2,450 (1.23%), resultando un total de pérdidas de \$184,926.94. La figura 2 muestra la estructura de los costos por pérdidas durante el periodo productivo.



**Figura 2.** Pérdidas económicas por un brote de enfermedad infecciosa en aves de doble propósito.  
Fuente: Elaboración propia con datos de la investigación.

## 7.5. Relación beneficio costo (B/C)

La venta de las aves se realizó una semana antes de lo programado, es decir a las 13 semanas de edad. Se obtuvo un valor de ingresos totales de \$150,010.00 y costos totales de \$190,580.00, por lo que la relación beneficio-costo resultó en 0.787, un valor negativo inferior a la unidad, lo que representa las pérdidas significativas que se tuvieron a causa de la alta mortalidad que se presentó en la parvada.

## **8. Conclusiones**

El impacto productivo por la presentación de enfermedades infecciosas bacterianas en aves doble propósito, por errores en la aplicación de la terapia antibiótica, en una granja ubicada en Paso del Toro, Veracruz fue alto. Al finalizar del periodo productivo se observó un total acumulado de 45.55% de mortalidad, correspondiente a 911 aves perdidas, como consecuencia de la presentación de un brote infeccioso por *Pasteurella multocida*, *Mycoplasma spp.* y *Escherichia coli*. En forma adicional, el lote restante se vendió una semana antes de la fecha programada y unas 50 aves adicionales se vendieron a un precio inferior al normal debido a su retraso en el crecimiento,

El impacto económico sobre la producción de aves de doble propósito derivado del error en la aplicación de la terapia antibiótica para el control de infecciones bacterianas fue muy elevado, equivalente a 43.6% de la utilidad que se esperaba si no se hubiera presentado la enfermedad.

De manera adicional, se concluye que la falta de disponibilidad del laboratorio de diagnóstico para la determinación del(los) agente(s) infeccioso(s) bacteriano(s) en las aves y el error humano por parte del laboratorio de medicamentos al etiquetar mal el producto, son factores que retardan el tratamiento apropiado y oportuno de las enfermedades presentes en las parvadas. La ausencia de un diagnóstico definitivo de los agentes infecciosos presentes y la carencia de los antibiogramas asociados ocasionan incertidumbre sobre la pertinencia del tratamiento antibiótico que se prescribe. Por otro, la dosificación inadecuada (en este caso, subdosificación por error en dosis recomendada) no controla la proliferación bacteriana, por lo que los signos clínicos persisten, además de que se corre el riesgo de crear resistencia a los antibióticos utilizados. El daño a la microbiota intestinal, por el uso prolongado de fármacos afecta la absorción de nutrientes, lo que conlleva a retraso en el crecimiento y posible deficiencia de vitaminas, que a su vez hace más susceptibles a las aves a contraer infecciones de cualquier tipo.

## **Recomendaciones**

Ante las circunstancias que se presentaron durante el periodo productivo comprendido entre diciembre 2020 a febrero 2021 en la granja de producción de pollas doble propósito, este ciclo se caracterizó por grandes pérdidas económicas debido a una terapia antibiótica errónea, por lo que se presentan las siguientes recomendaciones:

1. Contar con un botiquín que contenga los probables fármacos para combatir los brotes infecciosos más comunes que se puedan presentar durante la crianza de las aves.
2. Incrementar las medidas preventivas ante los cambios climáticos que ofrecen las estaciones del año en la zona de Veracruz, que puedan ejercer efectos adversos en las aves, e incrementan la susceptibilidad, el estrés, la inmunodepresión, la alteración de los parámetros productivos, y como consecuencia un decremento en la rentabilidad de las granjas.
3. Verificar la calidad de las aves que se adquieren a determinadas edades, principalmente aquellas que tengan certificado de vacunación de acuerdo con la edad de compra.
4. Si es posible, verificar en otra fuente las dosis especificadas en las etiquetas de los medicamentos.
5. Observar la eficacia de las terapias antibióticas durante los primeros días de aplicación, si se observa el fracaso del tratamiento considerar el cambiar de fármaco.

## Referencias

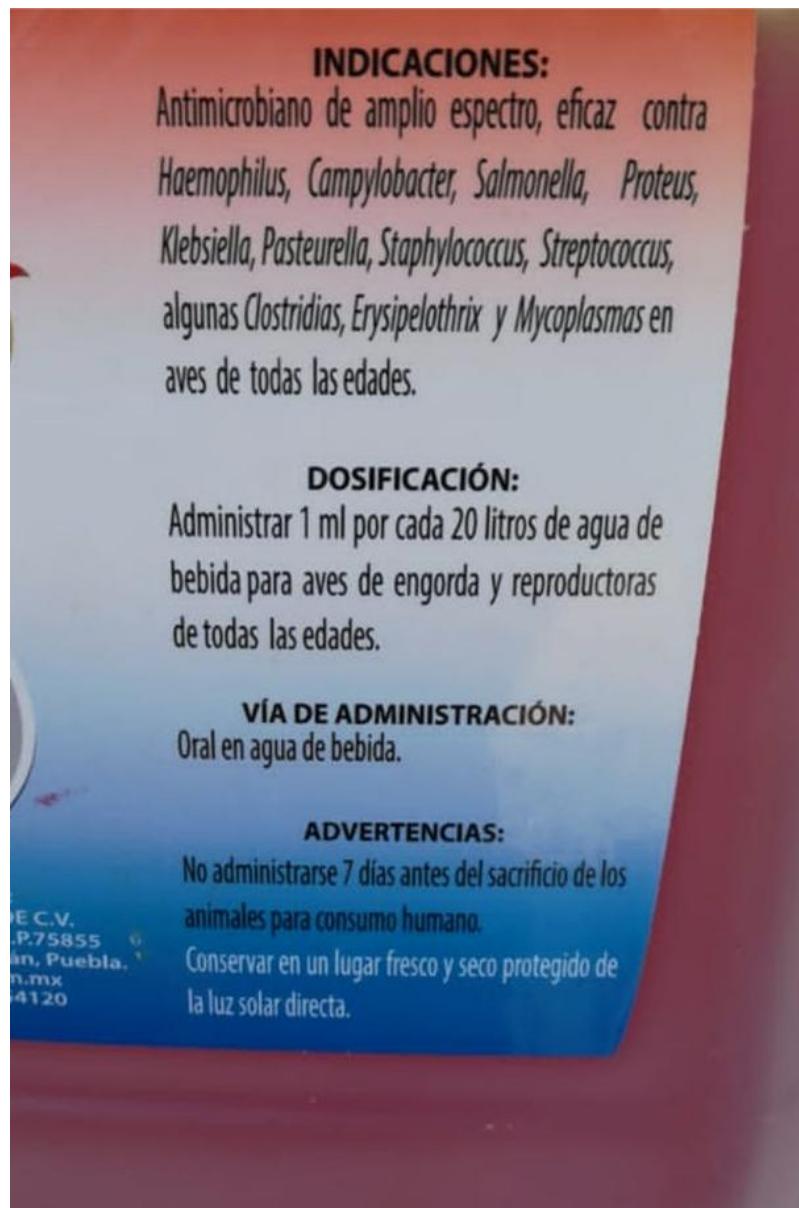
- Alonso Pesado, F.A., Bachtold Gómez, E., Aguilar Valdes, A., Juárez Green, J., Casas Pérez, V.M., Meléndez Guzmán, J.R., Huerta Rosas, E., Mendoza Gómez, E. & Espinoza de los Monteros, A. (1991). *Economía Zootécnica* (2<sup>a</sup>. ed.). México: Limusa.
- Arenas, N. E. & Moreno, M. V. (2018). Producción pecuaria y emergencia de antibiótico resistencia en Colombia: Revisión sistemática. *Infectio*, 22(2), 110-119.
- Ávila, G. E. (2005). *Alimentación de las aves* (segunda edición). México: Editorial Trillas.
- Bagust, T. J. (2008). *Salud de las aves de corral y control de enfermedades en los países en desarrollo*. Revisión del desarrollo avícola de la FAO. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. [En línea] Disponible en: <http://www.fao.org/3/al729s/al729s00.pdf>
- Barrera, B. H. M., Rodríguez, G. S. P. & Torres, V. G. (2014). Efectos de la adición de ácido cítrico y un probiótico comercial en el agua de bebida, sobre la morfometría del duodeno y parámetros zootécnicos en pollo de engorde. *Orinoquia*, 18(2), 52-62.
- Biggs, P.M. (1982). The world of poultry disease. *Avian Pathology*, 11(2), 281–300.
- Boy, C. (2013). *Integridad Intestinal*. Avicultura.com. México [En línea] Disponible en: ([http://www.avicultura.com.mx/uploads/temp/Articulo\\_Integridad\\_intestinal%284%29.pdf](http://www.avicultura.com.mx/uploads/temp/Articulo_Integridad_intestinal%284%29.pdf))
- Cantaro, H. L. (2014). Acción de la Enrofloxacina en aves. Buenos Aires: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. [En línea] Disponible en: <https://inta.gob.ar/documentos/accion-de-la-enrofloxacina-en-aves>
- Castro, P. K. M. & Schettini, A. M. B. (2020). Resistencia antimicrobiana en *Escherichia coli* aislada de materia fecal de avicultores, asociado al uso de antibiótico en la crianza de pollos, Calceta-Bolívar (Proyecto de investigación). Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad Estatal del Sur de Manabí. Manabí. Ecuador. [En línea] Disponible en: <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/2215>
- Colás, C. M., Lamazares, M. C., Perez, G. L., Sosa, T. I. M., Abeledo, M. A., Merino, L. A., Fuente, D. & Gómez, Á. E. (2011). Evaluación epidemiológica de procesos respiratorios bacterianos en gallinas ponedoras. *Revista de Salud Animal*, 33(2), 69-75.
- Dinev, I. (2011). *Enfermedades de las aves. Atlas a color* (segunda edición). Lima: Editorial CEVA.
- Faus, C. (2008). *La integridad intestinal: factores asociados a su mantenimiento*. Selección Avícola. Avicultura.com. México. [En línea] Disponible en: [http://www.aHvicultura.com.mx/uploads/temp/Articulo\\_Integridad\\_intestinal%284%29.pdf](http://www.aHvicultura.com.mx/uploads/temp/Articulo_Integridad_intestinal%284%29.pdf)
- Heredia, C. A. L. (2018). *Aislamiento y caracterización de resistencia a los antibióticos de Salmonella en coches de supermercados ubicados en la ciudad de Quito, provincia de Pichincha* (Tesis de licenciatura). Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Central del Ecuador. Quito. Ecuador. [En línea] Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/20.500.12123/5935>
- Hoerr, F. (2009). *La Integridad intestinal y su importancia económica en la Industria Avícola*. Porcicultura.com. México. [En línea] Disponible en: [https://www.porcicultura.com/avicultura/home/articulos\\_int.asp?cve\\_art=458](https://www.porcicultura.com/avicultura/home/articulos_int.asp?cve_art=458)
- INAFED (2010). Medellín de Bravo. Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones de México. Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal. México. [En línea] Disponible en: <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM30veracruz/index.html>

- Jaimes, O. J. A., Gómez R. A. P., Álvarez E. D. C. M., Soler T. D., Romero P. J. R. & Villamil J. L. C. (2010). Las enfermedades infecciosas y su importancia en el sector avícola. *Revista de Medicina Veterinaria*, 1(20), 49-61.
- Kamiche, M. L. R. (2017). *La automatización en el proceso de beneficio de aves y su incidencia en la rentabilidad de la empresa Sermagen en la ciudad de Trujillo año 2017* (Trabajo de investigación). Facultad de ciencias empresariales. Universidad César Vallejo. Trujillo. Perú. [En línea] Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/27108>
- Majó Masferrer, N. & Dolz Pascual, R. (2018). *Atlas de la necropsia aviar: Diagnóstico Macroscópico, toma de muestras*. México: Editorial Servet.
- Medina Cardeña, J.C., Rejón Ávila, M.J. & Valencia Heredia, E.R. (2012). Análisis de rentabilidad de la producción y venta de pollo en canal en el municipio de Acanceh, Yucatán, México. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 16(30), 909-919.
- Méndez, M. M. A. & Salinas, E. Z.(2009). *Costos de producción en la crianza de pollos de engorde broiler en las granjas avícolas: "La Hamonia, Palcila y la Canavalia" del municipio de Matagalpa durante el primer semestre del año 2008* (Tesis de licenciatura). Centro Universitario Regional de Matagalpa. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. Nicaragua. [En línea] Disponible en: <http://repositorio.unan.edu.ni/6269/>
- Molina, C. M. A. (2020). *Comparación de una dieta de pollo de engorde, utilizando promotor de crecimiento (virginiamicina y colistina) versus una alternativa a base de ácidos orgánicos y fitogénicos* (Tesis de licenciatura). Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. [En línea] Disponible en: <http://www.repositorio.usac.edu.gt/13403/>
- Molina, I. Z. J. (2011). *Análisis económico de la producción y comercialización de pollos broilers en tres granjas avícolas en El Cantón la Maná* (Tesis de licenciatura). Facultad de Ciencias Agriarias. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Ecuador. [En línea] Disponible en: <https://repositorio.uteq.ec/handle/43000/4456>
- Muyulema Allaica, C.A., Muyulema Allaica, J. C., Pucha Medina, P. M., & Ocaña Parra, S. V. (2020). Los costos de producción y su incidencia en la rentabilidad de una empresa avícola integrada del Ecuador: caso de estudio. *Visionario Digital*, 4(1), 43-66. <https://doi.org/10.33262/visionariodigital.v4i1.1089>
- Ortiz, N. A. D. (2018). *Evaluación de aceites esenciales y antibióticos sobre los índices productivos y morfometría de las vellosidades intestinales en pollos de engorde* (Tesis de licenciatura). Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Técnica de Ambato. Cevallos. Ecuador. [En línea] Disponible en: <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/28645>
- Otero, J. L., Mestorino, N. & Errecalde, J. O. (2001). Enrofloxacina; una fluorquinolona de uso exclusivo en veterinaria. Parte II: Farmacocinética y toxicidad. *Analecta Veterinaria*, 21(1), 31-41.
- Parra, C. P. C. (2019). *Estudio retrospectivo de los principales agentes bacterianos aislados en aves comerciales y determinación de perfiles de resistencia de Escherichia coli y Salmonella spp. desde el 2013 al 2018* (Tesis de licenciatura). Facultad de Medicna Veterinaria y Zootecnia. Universidad Central del Ecuador. Quito. Ecuador. [En linea] Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/18007>
- Pilay, P. K. J. (2020). *Fitofármacos en la prevención de coccidiosis y efectos sobre el comportamiento productivo en pollos de engorde* (Tesis de ingeniería). Facultad de Ciencias Pecuarias. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Los Ríos. Ecuador. [En línea] Disponible en: <http://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/5970>

- Ramón, M. A. (2019). *Desarrollo de estrategias de manejo para reducir el uso de antibióticos en pollos de engorde (broilers)* (Tesis de ingeniería). Escola Tècnica Superior D'enginyeria. Universitat Politècnica de València. Valencia. España. [En línea] Disponible en: <http://riunet.upv.es/handle/10251/133849>
- Salazar, L. J. I. & Sequeira, S. L. O. (2019). *Evaluación de dos tipos de concentrados (El Ranchero y Purina) en la producción de pollos de engorde de la línea COBB 500, en el centro de prácticas “San Isidro Labrador” de la UNA Sede Regional Camoapa. Enero-marzo 2019* (Tesis de licenciatura). Sede Regional Camoapa. Universidad Nacional Agraria. Boaco. Nicaragua. [En línea] Disponible en: <https://repositorio.una.ni/4084/>
- Sánchez, C. Y. A. & Arias, L. A. T. (2019). *Evaluación del conocimiento en los productores acerca del suministro de antibióticos en explotaciones avícolas de los municipios de Fusagasugá, Silvania y Arbeláez (Cundinamarca, Colombia)* (Tesis de licenciatura). Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad de Cundinamarca. Cundinamarca. Colombia. [En línea] Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0253-570X2017000100004](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-570X2017000100004)
- Sánchez, S. B. D. (2019). *Determinantes para el uso de antibióticos según las actitudes y percepciones de Médicos Veterinarios en la producción avícola de Ecuador* (Tesis de licenciatura). Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Central del Ecuador. Quito. Ecuador. [En línea] Disponible en: <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/28645>
- Shane, S. M. (2005). *Handbook on Poultry Diseases* (second edition). Singapore: published by American Soybean Association.
- Sosa, G. A. C. (2020). *Evaluación de los parámetros productivos y comportamentales con relación al bienestar de gallinas en producción de la empresa AVISANDER S.A.S* (Trabajo de grado). Facultad de Ciencias Agrarias y del Ambiente. Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña. Colombia. [En línea] Disponible en: <http://repositorio.ufpsa.edu.co/handle/123456789/605>
- Sumano, L. H. & Gutiérrez, O. L. (2000). Problemática del uso de enrofloxacina en la avicultura en México. *Veterinaria México*, 31(2), 137-145.
- Urquiza Bravo, O., Ledesma Martínez, N. & Juárez Estrada, M.A. (2008). *Enfermedades de las aves domésticas*. México: Trillas.
- USDA (2011). Módulo 23: *Uso de antibióticos en animales*. Programa Nacional de Acreditación Veterinaria. Estados Unidos. Ames, IA: United States Department of Agriculture. [En línea] Disponible en: <https://www.cfsph.iastate.edu/pdf-library/Acreditacion-Veterinaria/NVAP-Mod23-Antibiotics-in-Animals.pdf>

## Anexos

Anexo 1. Fotografia del error de etiquetado de la enrofloxacina.



Fuente: tomada por el MVZ encargado de la granja (2021).

**“Lis de Veracruz: Arte, Ciencia, Luz”**

**[www.uv.mx](http://www.uv.mx)**

