

Protocolo Integral para la Crianza Optimizada de Pollo de Engorde Ross 308 (Machos) bajo Protocolo Orgánico en Alta Altitud (Exhacienda Tejalpa, Zinacantepec)

Fundamentos y Objetivos de Rendimiento en Entornos Hipóxicos para Lotes de Machos

El Desafío de la Altitud: Fisiopatología de la Ascitis en el Pollo Ross 308

La producción de pollo de engorde en altitudes elevadas como la de Zinacantepec, Estado de México (aproximadamente 2,740 msnm), presenta un desafío fisiológico fundamental: la hipoxia hipobárica. A mayor altitud, la presión barométrica disminuye, lo que resulta en una menor presión parcial de oxígeno (P_{O_2}) en el aire. Aunque la concentración de oxígeno permanece en $\sim 21\%$, cada bocanada de aire contiene menos moléculas de O_2 , obligando al ave a trabajar más para satisfacer sus demandas metabólicas.¹

La estirpe Ross 308, seleccionada genéticamente para un crecimiento extremadamente rápido y una alta eficiencia metabólica, posee una demanda de oxígeno inherentemente elevada. En condiciones de hipoxia, el organismo del pollo inicia una cascada de respuestas compensatorias que, paradójicamente, conducen al síndrome ascítico, también conocido como "panza de agua". Este proceso se desarrolla de la siguiente manera:

1. **Respuesta Pulmonar:** Para compensar la baja disponibilidad de P_{O_2} , el ave aumenta su frecuencia respiratoria. Simultáneamente, los pequeños vasos sanguíneos en los

pulmones se contraen en un intento por redirigir la sangre a las áreas mejor oxigenadas. Esta vasoconstricción generalizada aumenta drásticamente la resistencia al flujo sanguíneo, generando hipertensión arterial pulmonar (HAP).¹

2. **Respuesta Cardíaca:** El ventrículo derecho del corazón, responsable de bombear sangre hacia los pulmones, debe ejercer una fuerza mucho mayor para superar la HAP. Este sobreesfuerzo crónico provoca una hipertrofia ventricular derecha (HVD), un engrosamiento anormal del músculo cardíaco.¹
3. **Falla Cardíaca Congestiva:** Con el tiempo, el ventrículo derecho debilitado e hipertrofiado pierde su capacidad de bombeo eficiente. La sangre se acumula en el sistema venoso, aumentando la presión hidrostática y forzando al plasma a filtrarse fuera de los vasos sanguíneos, acumulándose en la cavidad abdominal. Estancamiento de líquido es lo que se conoce clínicamente como ascitis.¹

Esta condición no es una enfermedad infecciosa, sino un desorden metabólico directamente inducido por el desequilibrio entre una alta demanda de oxígeno y una baja oferta ambiental. Por lo tanto, todo el protocolo de manejo debe estar estratégicamente diseñado para mitigar esta demanda metabólica y apoyar la función cardiovascular y respiratoria del ave.

Objetivos de Rendimiento Calibrados para Machos en Zinacantepec (2,740 msnm)

Establecer metas realistas es fundamental para el éxito económico. Dado que se trabaja con un lote exclusivo de machos, el potencial de peso es mayor, pero sigue estando limitado por la altitud. Los objetivos presentados a continuación están calibrados para un ciclo de 42 a 45 días, reconociendo las limitaciones impuestas por la hipoxia pero asumiendo la implementación de las mejoras recomendadas en este documento.⁴

- **Peso Corporal Objetivo (Machos):** Se proyecta un peso vivo final de **3,150 - 3,250 gramos** al día 42. Esta cifra considera el potencial genético superior de los machos (estándar de 3,316 g a nivel del mar) con una reducción del 5-8% debido al estrés hipóxico.⁴
- **Índice de Conversión Alimenticia (FCR) Objetivo:** El objetivo es un FCR acumulado de **1.52 - 1.58**. Este valor es ligeramente superior al ideal, reflejando la energía adicional que el ave debe gastar en funciones respiratorias y cardiovasculares, pero ajustado a la mayor eficiencia de los machos.⁴
- **Mortalidad y Viabilidad Objetivo:** Se establece una meta de mortalidad máxima del **8%**, lo que corresponde a una viabilidad del lote superior al **92%**. Este es el indicador más crítico del éxito del manejo en altitud, ya que parvadas sin un manejo adecuado pueden experimentar mortalidades del 15% al 30% o más, principalmente debido a la

ascitis.⁴

- **Densidad de Población Óptima:** Como punto de partida no negociable, se debe manejar una densidad de **10 aves por metro cuadrado (\$/m²\$)**. Exceder las 12 aves\$/m²\$ agrava la competencia por el oxígeno disponible y aumenta drásticamente el riesgo de ascitis.⁴

Es crucial entender que la consecución de estos objetivos depende directamente de la inversión en la mejora de las condiciones del galpón. La situación actual de ventilación deficiente y falta de monitoreo ambiental garantiza pérdidas económicas predecibles. El costo de no invertir en equipos básicos como sensores, temporizadores o extractores es significativamente mayor que el desembolso inicial. Cada punto porcentual de mortalidad evitado (por ejemplo, pasar de un 15% a un 8%) se traduce directamente en un aumento de los ingresos, justificando la inversión en equipo como una necesidad operativa para la viabilidad del negocio, con un retorno de la inversión que puede materializarse en tan solo uno o dos ciclos de producción.⁴

Protocolo de Manejo Ambiental y Bioseguridad

Preparación del Galpón y Manejo de la Cama de Aserrín de Pino

Un ambiente limpio y una cama de alta calidad son la primera línea de defensa contra enfermedades y estrés ambiental, un pilar en la producción orgánica.

- **Limpieza y Desinfección:** Entre parvadas, es imperativo realizar un proceso de limpieza en seco (remoción de toda la cama y materia orgánica), seguido de un lavado a presión con detergentes biodegradables y una desinfección final con productos aprobados para uso orgánico. El galpón debe secarse completamente y permanecer vacío durante un periodo de descanso sanitario de al menos dos semanas.
- **Protocolo de la Cama:** Se debe establecer una cama nueva de aserrín de pino con una profundidad uniforme de 8 a 10 cm. El material debe ser absorbente, de partícula media (evitar polvo fino que causa problemas respiratorios) y completamente seco.⁵ La función principal de la cama es absorber la humedad de las excretas y proporcionar aislamiento térmico.⁶
- **Manejo Activo de la Cama:** La cama no es un elemento estático. A partir del día 20, se debe implementar una rutina de remoción o "revolcado" manual del material, al menos dos o tres veces por semana.⁷ Esta acción es crítica en las zonas debajo de los

bebederos y comederos, donde la humedad tiende a compactar la cama ("emplastamiento"). Una cama apelmazada sella la humedad, promueve el crecimiento de patógenos y, fundamentalmente, se convierte en una fuente masiva de amoniaco, un gas que daña el sistema respiratorio y agrava la hipoxia.⁸

Control de Temperatura y Humedad Relativa por Etapas (Ajustado para Altitud)

El control preciso de la temperatura y la humedad es quizás el factor de manejo más crítico para mitigar la ascitis. Las aves jóvenes son poiquilotermas y dependen completamente del ambiente para su termorregulación. El estrés por frío obliga al ave a aumentar su metabolismo para generar calor, lo que incrementa su demanda de oxígeno y desencadena la HAP.

- **Pre-calentamiento:** Es obligatorio precalentar el galpón y la cama a una temperatura de **30°C durante 24 a 48 horas antes** de la llegada de los pollitos. Esto asegura que los pollitos no pierdan calor corporal por contacto con una superficie fría y comiencen a comer y beber inmediatamente.⁴
- **Ajuste por Humedad (Regla Crítica de Altitud):** El aire en altitudes elevadas tiende a ser muy seco (baja humedad relativa, HR). El aire seco aumenta la pérdida de calor por vía respiratoria. Por lo tanto, se debe aplicar la siguiente regla: **Si la HR desciende por debajo del 50%, la temperatura objetivo del galpón debe aumentarse en 1-2°C** para compensar esta pérdida de calor y evitar el estrés por frío.⁴

La siguiente tabla resume los parámetros ambientales clave, ajustados para las condiciones de Zinacantepec. La temperatura debe medirse siempre a la altura de las aves.

Tabla 2.2: Tabla Maestra de Parámetros Ambientales por Edad (Zinacantepec)

Edad (Días)	Temperatura Objetivo (°C)	Humedad Relativa (%)	Notas Clave de Manejo en Altitud
0-3 (Recepción)	33-34°C	60-70	Temperatura elevada para compensar posible baja HR. Esencial para prevenir ascitis temprana. Ventilación mínima para renovar O ₂

			sin crear corrientes de aire.
4-7 (Arranque)	$30-29^{\circ}\text{C}$	50-60	Reducir gradualmente. Mantener $>28^{\circ}\text{C}$ es vital para un correcto desarrollo pulmonar y cardiovascular.
8-14 (Crecimiento Temprano)	$28-27^{\circ}\text{C}$	50-60	Inicia la restricción alimenticia. Mantener la temperatura estable es clave para no añadir estrés adicional.
15-21 (Engorde Inicial)	$27-26^{\circ}\text{C}$	50-60	Evitar temperaturas por debajo de 25°C para no exacerbar la hipoxia durante esta fase de rápido crecimiento relativo.
22-28 (Engorde Medio)	$26-25^{\circ}\text{C}$	40-50	El ave empieza a generar más calor metabólico. Aumentar la ventilación gradualmente.
29-35 (Engorde Tardío)	$25-24^{\circ}\text{C}$	40-50	Mantener una temperatura efectiva de $23-24^{\circ}\text{C}$. El riesgo de ascitis

			aumenta si se combina frío con hipoxia.
36-42 (Finalización)	$24-23^{\circ}\text{C}$	40-50	La temperatura óptima para disipar el calor corporal es $<21^{\circ}\text{C}$, pero no se debe bajar de 18°C para evitar estrés cardíaco. La ventilación es prioritaria para el suministro de O_2 .

Estrategia de Iluminación para Moderación Metabólica

El programa de luz es una herramienta poderosa y de bajo costo para controlar la tasa de crecimiento y, por ende, la demanda de oxígeno. Un crecimiento demasiado acelerado en las primeras semanas es un factor de riesgo principal para la ascitis.

- **Fase de Arranque (Días 0-7):** Se inicia con 23 horas de luz y 1 de oscuridad (23L/1D) a una intensidad de 30-40 lux para asegurar que los pollitos encuentren fácilmente el agua y el alimento. Hacia el día 7, se reduce gradualmente a 18-20 horas de luz.⁴
- **Fase de Restricción y Engorde (Días 8-42):** Para el objetivo de peso de ~ 3.2 kg en machos, el protocolo se ajusta para moderar la ingesta y la actividad. Se implementa un fotoperiodo de **16-17 horas de luz y 7-8 horas de oscuridad continua** (16L/8D o 17L/7D). El periodo de oscuridad debe ser un bloque ininterrumpido y en el mismo horario cada día (ej. de 22:00 a 06:00) para establecer un ritmo circadiano. La intensidad lumínica se reduce a 5-10 lux. Se recomienda el uso de luz cálida/roja (temperatura de color de 3,500-4,500 K), ya que tiene un efecto calmante y reduce la agresividad en aves más grandes.⁴ Si se observa una alta incidencia de ascitis, se debe optar por 8 horas de oscuridad; si la incidencia es baja, 7 horas pueden ser suficientes.

Optimización de la Ventilación en Instalaciones de Baja Tecnología

La afirmación de tener una "ventilación mala" y sin extractores es el punto más crítico a resolver. Una ventilación deficiente no solo falla en remover la humedad y el calor, sino que permite la acumulación de gases tóxicos como el amoníaco (NH_3) y el dióxido de carbono (CO_2). Estos gases no solo causan estrés y daño respiratorio, sino que, de manera crítica, **inhiben la capacidad de los pulmones para absorber el oxígeno disponible**.³ Por lo tanto, mejorar la ventilación es una estrategia directa y fundamental para combatir la hipoxia y la ascitis.

- **Principio de Presión Negativa con Cortinas:** En ausencia de extractores, se puede crear un sistema rudimentario de presión negativa. Esto implica sellar el galpón lo más herméticamente posible (tapar agujeros, asegurar que las cortinas cierren bien) y usar el viento y la convección térmica a favor. Se deben crear pequeñas aberturas controladas en la parte superior de las cortinas del lado de donde proviene el viento. El aire frío y denso entrará por estas aberturas, se mezclará con el aire caliente acumulado en el techo (generado por las aves y las criadoras), y descenderá lentamente hacia las aves ya precalentado, evitando el choque térmico.¹⁰ El aire viciado saldrá por aberturas en el lado opuesto del galpón.
- **Ventilación Mínima Temporizada:** La instalación de ventiladores de circulación (no extractores) controlados por un temporizador simple es una mejora de bajo costo y alto impacto. Especialmente durante las primeras tres semanas y por la noche, programar estos ventiladores para que funcionen durante ciclos cortos (ej. 30 segundos encendidos cada 5 minutos) asegura una renovación mínima de aire, aportando O_2 y removiendo CO_2 y humedad sin enfriar excesivamente a las aves.¹²
- **Monitoreo de Amoníaco sin Sensores:** A falta de un medidor, se deben usar los sentidos. El manejador debe agacharse a la altura de las aves; si percibe un olor fuerte a amoníaco o siente irritación en los ojos, el nivel es superior a 20 ppm y es perjudicial. Las aves mostrarán signos como ojos llorosos, pasividad y plumas erizadas. El objetivo es mantener los niveles por debajo de 10 ppm.⁶
- **Plan de Actualización Progresiva:**
 1. **Fase 1 (Inmediata):** Sellar el galpón y manejar las cortinas para crear un flujo de aire por presión negativa. Instalar temporizadores en los ventiladores de circulación existentes.
 2. **Fase 2 (Corto Plazo):** Adquirir un medidor portátil de amoníaco para cuantificar la calidad del aire y tomar decisiones basadas en datos.
 3. **Fase 3 (Mediano Plazo):** Instalar extractores de pared de capacidad adecuada en un extremo del galpón y entradas de aire (inlets) en la pared opuesta para establecer un sistema de ventilación de túnel o transicional controlado.

Suplementación de Oxígeno: Análisis Técnico y de Costo-Beneficio

En altitudes superiores a 2,500 msnm, la suplementación directa de oxígeno es una estrategia viable y altamente rentable, compatible con la producción orgánica. El objetivo es enriquecer el aire del galpón para elevar la concentración de O_2 del 18-19% ambiental a un nivel más cercano al del mar (20-21%).⁴

- **Protocolo de Uso:** Se recomienda el uso de 1 a 2 concentradores de oxígeno de grado médico por cada 1,200 aves. Estos equipos deben funcionar de manera continua, especialmente durante las primeras 2 a 3 semanas de vida, cuando el crecimiento metabólico es más intenso y el sistema cardiorrespiratorio es más vulnerable.⁴
- **Análisis de Retorno de Inversión (ROI):** La viabilidad económica es clara. Con un costo inicial de aproximadamente \$8,000 - \$12,000 MXN por unidad y un costo operativo bajo, los beneficios superan con creces la inversión. Se espera una reducción de la mortalidad a menos del 10%, un aumento en la ganancia de peso diaria del 10-20% y una mejora en el FCR del 5-10%. En conjunto, esto puede generar un ahorro neto de \$500 - \$1,000 MXN por lote, resultando en un ROI anual superior al 200%.⁴

Estrategia Nutricional y de Alimentación de Precisión para Certificación Orgánica

La nutrición en altitud debe trascender el simple objetivo de proveer energía y proteína para el crecimiento. Debe convertirse en una herramienta de **soporte metabólico de precisión**, diseñada para minimizar el estrés oxidativo y apoyar la función cardiovascular, utilizando únicamente ingredientes permitidos por las normativas orgánicas.

Programa de Alimentación Restrictiva (Meal Feeding) (Días 8-21)

Tal como se solicitó, se detalla el protocolo de alimentación restringida por comidas (*meal feeding*), una estrategia superior al ayuno intermitente (*skip-a-day*) ya que es menos estresante para las aves. El objetivo es reducir la tasa metabólica durante el pico de desarrollo cardiovascular, disminuyendo la demanda de oxígeno y reduciendo la incidencia de ascitis hasta en un 50%.⁴

- **Periodo de Aplicación:** Desde el día 8 hasta el día 21.

- **Nivel de Restricción:** Se ofrece el **60% de la cantidad de alimento que consumirían *ad libitum*** (es decir, una restricción del 40%).
- **Cantidades Diarias por Ave:** Las cantidades exactas se detallan en la Tabla 3.1.
- **Horarios de Alimentación:** La ración diaria total debe distribuirse en 2 o 3 periodos de alimentación de 4 horas cada uno (ej. 06:00-10:00 y 14:00-18:00). Esto asegura que todas las aves tengan la oportunidad de comer y promueve la uniformidad del lote.
- **Crecimiento Compensatorio (*Catch-up Growth*):** Es crucial entender que durante este periodo las aves mostrarán un peso inferior al objetivo. Este retraso es intencional y planificado. A partir del día 22, cuando se retome la alimentación *ad libitum*, las aves exhibirán un crecimiento acelerado que les permitirá alcanzar el peso objetivo final al día 42, sin afectar negativamente el FCR final ni el rendimiento de la canal.⁴

Tabla de Consumo de Alimento Diario Detallado (Machos)

La siguiente tabla detalla el consumo de alimento diario por ave, ajustado para un lote de machos en las condiciones de Zinacantepec. Incluye la columna de consumo de referencia (sin restricción) y la columna con el protocolo de restricción del 40% aplicado entre los días 8 y 21.⁴

Tabla 3.1: Protocolo de Consumo de Alimento Diario Ajustado para Machos en Zinacantepec ⁴

Edad (Días)	Consumo Diario de Referencia (g/ave)	Consumo Diario con Restricción (g/ave)
1	12	12
2	16	16
3	21	21
4	25	25
5	29	29
6	33	33

7	38	38
8	43	26
9	48	29
10	53	32
11	58	35
12	64	38
13	69	41
14	76	45
15	81	49
16	87	52
17	94	56
18	100	60
19	107	64
20	113	68
21	120	72
22	127	127
23	134	134
24	140	140
25	147	147

26	154	154
27	161	161
28	167	167
29	174	174
30	180	180
31	187	187
32	192	192
33	199	199
34	204	204
35	211	211
36	216	216
37	220	220
38	226	226
39	231	231
40	235	235
41	240	240
42	244	244

Sustitución de Soya con Harina de Larva de Mosca Soldado (BSFL)

para Protocolo Orgánico

La harina de larva de mosca soldado negro (BSFL, por sus siglas en inglés) es una excelente alternativa a la pasta de soya en dietas orgánicas, por su perfil nutricional y sostenibilidad.

- **Cálculo de Sustitución:** La sustitución debe hacerse en base isonitrogenada (misma cantidad de proteína) e isoenergética. La pasta de soya contiene aproximadamente 44-48% de proteína cruda.¹³ La harina de BSFL de alta calidad puede contener entre 40-55% de proteína. Para un cálculo preciso, se necesita el análisis bromatológico de ambos ingredientes.
 - **Ejemplo de Cálculo:** Si la pasta de soya tiene 46% de proteína y la harina de BSFL tiene 42%, para sustituir 100 kg de soya se necesitarían $(100 \text{ kg} * 0.46) / 0.42 = 109.5 \text{ kg}$ de harina de BSFL para igualar el aporte proteico. Este ajuste debe ser refinado por un nutricionista para balancear energía y aminoácidos.
- **Aportes Nutricionales Adicionales de BSFL:**
 - **Perfil de Grasa:** Es rica en ácido láurico, un ácido graso de cadena media con propiedades antimicrobianas que pueden mejorar la salud intestinal.
 - **Minerales:** Contiene altos niveles de calcio y fósforo, lo que puede reducir la necesidad de suplementación externa de estas fuentes.
 - **Quitina:** La presencia de quitina en el exoesqueleto de la larva puede actuar como una fibra prebiótica, estimulando el sistema inmune y la salud digestiva.
- **Compatibilidad Orgánica:** La harina de BSFL es permitida en la producción avícola orgánica, siempre y cuando las larvas hayan sido alimentadas con un sustrato (alimento) certificado como orgánico.

Formulación de Dietas por Fases: Optimizando la Mezcla Maíz-Soya/BSFL

La estrategia de una dieta fija es nutricionalmente inadecuada. Se debe adoptar un programa de alimentación multifásico basado en las especificaciones nutricionales de Aviagen para aves con un peso objetivo de 3.0 - 3.5 kg, ajustando para un lote de solo machos (mayor requerimiento de proteína y aminoácidos).¹⁴

Tabla 3.2: Requerimientos Nutricionales por Fase (Referencia para Machos)

Fase	Días	Energía a Met. (kcal/k	Proteína a Cruda	Lisina dig.	Met+Cis dig.	Calcio (%)	Fósforo disp.
------	------	------------------------	------------------	-------------	--------------	------------	---------------

		g)	(%)	(%)	(%)		(%)
Inicio	0-10	3000	23.0	1.28	0.95	0.96	0.480
Crecimiento	11-24	3100	21.5	1.15	0.87	0.87	0.435
Finalizador 1	25-39	3200	19.5	1.02	0.80	0.78	0.390
Finalizador 2	40-42	3200	18.3	0.96	0.75	0.75	0.375

Nota: Estos valores son para lotes mixtos y deben tomarse como una base. Para un lote de solo machos, un nutricionista debe ajustar los niveles de proteína y aminoácidos al alza. En un protocolo orgánico, el uso de aminoácidos sintéticos (Metionina, Lisina) está prohibido, por lo que el balance debe lograrse a través de la selección cuidadosa de ingredientes naturales.

Suplementación Estratégica Orgánica para Mitigar la Ascitis

La suplementación debe enfocarse en fortalecer la respuesta del ave al estrés oxidativo utilizando fuentes naturales permitidas. El uso de Vitafort A es un buen punto de partida, ya que provee vitaminas A, D3, E, C y del complejo B.¹⁵ Sin embargo, para el desafío de la altitud, se debe reforzar con antioxidantes específicos.

- **Antioxidantes (Defensa Celular):**

- **Vitamina C y Vitamina E:** Actúan sinérgicamente para neutralizar los radicales libres generados por el estrés hipóxico. La Vitamina C regenera a la Vitamina E, potenciando el efecto antioxidante. Se recomienda su adición en el agua de bebida, especialmente durante las primeras 3 semanas, utilizando fuentes de origen natural aprobadas para uso orgánico.¹⁷
- **Selenio (Se):** Es un mineral traza crucial, cofactor de la enzima antioxidante glutatión peroxidasa (GPx), que es la principal defensa del cuerpo contra el daño oxidativo en pulmones y corazón. Se debe utilizar una fuente orgánica de selenio, como la levadura de selenio certificada, para alcanzar un nivel de 0.2-0.3 ppm (mg/kg) en la dieta.¹⁹

Tabla 3.3: Programa de Suplementación Orgánica en Agua y Alimento

Semana	Suplemento (Fuente Orgánica)	Vía	Dosis Recomendada	Objetivo Fisiológico
1-6	Vitamina C + E	Agua	Equivalente a 200-500 mg/kg alimento	Reducir el estrés oxidativo sistémico.
Todo el ciclo	Levadura de Selenio	Alimento	0.2 - 0.3 ppm (mg/kg)	Potenciar la enzima antioxidante GPx.

Monitoreo, Registros y Plan de Acción Sanitario

Monitoreo Diario: El Ave como Sensor Principal

En ausencia de sensores automatizados, la observación cuidadosa y constante del comportamiento de la parvada es la herramienta de monitoreo más valiosa. El productor debe aprender a "leer" a sus aves.

- **Distribución y Actividad:** Aves distribuidas uniformemente por todo el galpón, activas y comiendo, son señal de confort. Aves agrupadas indican frío. Aves jadeando con las alas separadas del cuerpo indican estrés por calor.
- **Signos de Ascitis:** Se debe estar atento a la aparición de aves letárgicas, con dificultad para moverse, abdomen distendido ("panza de agua"), crestas y barbillas de color azulado (cianosis) y una postura similar a la de un pingüino.
- **Salud Respiratoria:** Escuchar activamente en el galpón, especialmente durante los periodos de silencio. Cualquier sonido de estornudo, ronquido o estertor es una señal de alarma de enfermedad respiratoria, la cual es devastadora en un ambiente hipóxico.

La Importancia de los Registros: Su Herramienta de Optimización

Lo que no se mide, no se puede mejorar. Llevar un registro diario simple pero consistente es fundamental para evaluar el éxito de cada parvada y tomar decisiones informadas para la siguiente.

- **Datos a Registrar Diariamente:**
 - Mortalidad (número de aves y causa probable).
 - Consumo de alimento (kg).
 - Consumo de agua (litros).
 - Temperatura máxima y mínima del galpón.
 - Observaciones cualitativas (ej. "cama húmeda bajo bebedero 3", "olor a amoníaco fuerte por la mañana").
- **Datos a Registrar Semanalmente:**
 - Peso corporal promedio (pesar una muestra del 1-2% de las aves).

Esta información permitirá calcular el FCR, la viabilidad y la curva de crecimiento, comparándolos con los objetivos para identificar desviaciones y áreas de mejora.

Plan Básico de Bioseguridad y Sanidad

Prevenir la entrada de enfermedades es siempre más económico y eficaz que tratarlas.

- **Control de Acceso:** Limitar el acceso al galpón solo al personal esencial. Implementar el uso de pediluvios (tapetes sanitarios) con desinfectante en la entrada. Utilizar ropa y calzado de uso exclusivo para el interior del galpón.
- **Control de Plagas:** Mantener un programa de control de roedores e insectos, ya que son vectores de enfermedades. Mantener el área perimetral del galpón libre de maleza y escombros.
- **Manejo de la Mortalidad:** Retirar las aves muertas del galpón de manera inmediata y disponer de ellas sanitariamente (composta, incineración) lejos del área de producción.
- **Programa de Vacunación:** Consultar con un médico veterinario zootecnista local para establecer un programa de vacunación adecuado para los desafíos sanitarios de la región (ej. Newcastle, Gumboro, Bronquitis Infecciosa), utilizando vacunas permitidas en producción orgánica.

Conclusiones

El éxito en la crianza de pollos de engorde Ross 308 machos bajo un protocolo orgánico a 2,740 msnm en Zinacantepec es alcanzable, pero requiere una transición fundamental en la filosofía de manejo. No se trata simplemente de replicar prácticas de baja altitud, sino de implementar un **sistema de producción integrado y proactivo, enfocado en la mitigación del estrés metabólico**.

Este protocolo no debe ser visto como una serie de recomendaciones aisladas, sino como un **sistema sinérgico** donde cada componente refuerza a los demás. La ventilación mejorada suministra el oxígeno que una nutrición orgánica rica en antioxidantes ayuda a utilizar más eficientemente. La restricción alimenticia y el programa de luz reducen la demanda de oxígeno, aliviando la carga que la temperatura controlada y los suplementos naturales ayudan a soportar.

La inversión inicial en la mejora de la ventilación y el monitoreo, así como en una nutrición de precisión con ingredientes alternativos como la harina de BSFL, no son costos opcionales, sino **requisitos indispensables para la rentabilidad y la certificación**. El costo de la inacción, manifestado en alta mortalidad y bajo rendimiento, superará rápidamente cualquier ahorro percibido al evitar estas mejoras. Al adoptar este enfoque integral, es posible transformar el desafío de la altitud en una operación productiva, sostenible y económicamente viable.

Fuentes citadas

1. Efectos de la suplementación con L-carnitina en el ... - Redalyc, acceso: octubre 27, 2025, <https://www.redalyc.org/journal/693/69357845013/69357845013.pdf>
2. Ver_Documento_37508.pdf (1.68 MB), acceso: octubre 27, 2025, <https://repository.agrosavia.co/bitstreams/941f8900-97c0-4eeb-8e63-511abf995e8f/download>
3. ¿Cómo mitigar la ascitis en las parvadas de pollo de engorda? | WATTPoultry.com, acceso: octubre 27, 2025, <https://www.wattagnet.com/home/article/15482101/como-mitigar-la-ascitis-en-las-parvadas-de-pollo-de-engorda>
4. Reporte.pdf
5. ¿Por qué el serrín se utiliza para cama de pollos? Beneficios y ventajas - Tarimas Toledo, acceso: octubre 27, 2025, <https://www.tarimastoledo.com/serrin-para-cama-de-pollos/>
6. Manejo de la cama en el galpón: mejoras en rendimiento y bienestar - Veterinaria Digital, acceso: octubre 27, 2025, <https://www.veterinariadigital.com/articulos/manejo-de-la-cama-en-el-galpon-mejoras-en-rendimiento-y-bienestar/>
7. MANEJO DE LA CAMA EN POLLO DE ENGORDE PARA CONTROLAR LOS GASES

- DE AMONIACOS - YouTube, acceso: octubre 27, 2025,
https://www.youtube.com/watch?v=iObC7o_Q9BA
8. Manejo y Reuso de Cama -Tratamiento para Prevención de Enfermedades - Aviagen, acceso: octubre 27, 2025,
https://aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/A-Acres-Boletin-de-Servicio-Aug.08-Manejo-y-reuso-cama.-Tratamiento-Prevencion-Enfermedades.pdf
 9. Avances en el manejo de pollos | WATTPoultry.com, acceso: octubre 27, 2025,
<https://www.wattagnet.com/home/article/15482108/avances-en-el-manejo-de-pollos>
 10. Depresión, velocidad del aire y la trayectoria del aire entrante - aviNews, acceso: octubre 27, 2025,
<https://avinews.com/la-ventilacion-en-avicultura-depresion-velocidad-y-trayectoria/>
 11. Manejo del ambiente en el galpón de pollo de engorde - Aviagen, acceso: octubre 27, 2025,
https://es.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/Aviagen-Manejo-Ambiente-Galpón-Pollo-Engorde-2009.pdf
 12. ¿Cómo Manejar la Climatización en Galpones de Pollo de Engorde? Deivid Machado - Lorena Gallardo - YouTube, acceso: octubre 27, 2025,
<https://www.youtube.com/watch?v=-nkoUGhvOJc>
 13. Valor nutricional de la soya en alimentación avícola - aviNews, acceso: octubre 27, 2025, <https://avinews.com/valor-nutricional-de-la-soya-en-alimentacion-avicola/>
 14. POLLO DE ENGORDE ROSS 308 AP ... - IESTP Huando, acceso: octubre 27, 2025,
<https://plataformaiestphuando.com/wp-content/uploads/2023/02/aves-nutricion.pdf>
 15. VITAFORT A - Parfarm, acceso: octubre 27, 2025,
<https://www.parfarm.com/productos/vitafort-a>
 16. Vitafort-A sobre 10 g - farmacia veterinaria coapa, acceso: octubre 27, 2025,
<https://www.farmacioveterinariacoapa.com.mx/products/vitafort-a-sobre-10-g>
 17. Cómo las Vitaminas C y E en Aves combaten el estrés calórico | CLADAN, acceso: octubre 27, 2025,
<https://cladan.com.ar/publicaciones/articulos-tecnicos/el-rol-de-la-vitamina-c-y-e-para-combatir-el-estres-calorico-en-aves>
 18. Ascitis en Broilers en altura - Engormix, acceso: octubre 27, 2025,
https://www.engormix.com/avicultura/ascitis-pollos/ascitis-broilers-altura_f58/
 19. Estado oxidativo hepático y comportamiento productivo en pollos de engorda, alimentados con dos fuentes de selenio y niveles al - SciSpace, acceso: octubre 27, 2025,
<https://scispace.com/pdf/estado-oxidativo-hepatico-y-comportamiento-productivo-en-45expyc2s8.pdf>
 20. Estrés oxidativo en pollo de engorde - Phileo by Lesaffre, acceso: octubre 27, 2025,
<https://phileo-lesaffre.com/es/pollos-de-engorde/estres-oxidativo-en-pollo-de-engorde/>