

# Guía Integral para la Maximización de la Producción de Gallinas Ponedoras en Climas de Gran Altitud: Un Caso de Estudio para Zinacantepec, Estado de México

## Sección 1: Análisis de la Parvada y Consideraciones Ambientales Críticas

### 1.1. Identificación de Líneas Genéticas y Potencial Productivo

Un análisis visual de la parvada, basado en las imágenes proporcionadas, revela una composición genética heterogénea. Esta diversidad es un factor de manejo fundamental que influye en todas las decisiones operativas y en el potencial de rentabilidad del proyecto. Se identifican al menos tres fenotipos distintos:

- **Aves Barradas (Tipo Plymouth Rock Barrada):** Las gallinas con un patrón de plumas blancas y negras son características de razas como la Plymouth Rock Barrada.<sup>1</sup> Estas aves son conocidas por su rusticidad y su naturaleza de doble propósito (carne y huevo). Generalmente, son buenas productoras de huevos de color crema a marrón, con un potencial de entre 200 y 280 huevos al año, pero poseen una estructura corporal más pesada en comparación con las líneas ponedoras especializadas.<sup>3</sup>
- **Aves Blancas (Tipo Leghorn o Híbrido Blanco):** Las aves completamente blancas, con patas amarillas y cresta simple, son consistentes con líneas genéticas de alta eficiencia para la producción de huevo blanco, como la Leghorn o híbridos comerciales modernos (p. ej., Lohmann LSL-Classico, Hy-Line W-36).<sup>1</sup> Estas aves son más ligeras, tienen un

excelente índice de conversión alimenticia y son prolíficas ponedoras. El hecho de que pongan huevos de color crema, como se menciona, podría indicar un cruce o una línea específica diseñada para producir un ligero tinte en la cáscara, como la Lohmann Sandy.<sup>7</sup>

- **Aves Rojas/Marrones (Tipo Rhode Island Red o Híbrido Marrón):** La gallina de color rojizo-marrón es fenotípicamente similar a razas como la Rhode Island Red o híbridos comerciales de huevo marrón, tales como la ISA Brown o la Lohmann Brown-Classic.<sup>8</sup> Estas líneas genéticas son la base de la producción mundial de huevo marrón y pueden alcanzar producciones superiores a los 320 huevos por ave al año en condiciones óptimas.<sup>8</sup>

Siguiendo la recomendación basada en la experiencia previa, este informe utilizará la línea genética **Lohmann Brown-Classic** como el principal punto de referencia (benchmark) para establecer los objetivos de producción y los parámetros de manejo.<sup>11</sup> Esta es una elección estratégica sólida, ya que representa un estándar de la industria en cuanto a alta productividad y eficiencia.

No obstante, la heterogeneidad de la parvada presenta un desafío de manejo significativo. Las distintas líneas genéticas poseen diferentes curvas de crecimiento, requerimientos nutricionales específicos y alcanzan la madurez sexual a diferentes edades.<sup>4</sup> Por ejemplo, las aves blancas, más ligeras, pueden estar listas para la estimulación lumínica antes que las aves barradas, más pesadas. Aplicar un único programa de iluminación a toda la parvada podría inducir una puesta prematura y riesgo de prolapso en las primeras, mientras que retrasaría el inicio de la puesta y promovería la obesidad en las segundas. De manera similar, un único tipo de alimento suministrado *ad libitum* probablemente resultará en un consumo excesivo de energía por parte de las aves más pesadas, conduciendo a problemas metabólicos como el síndrome del hígado graso y una disminución en la producción.

Para gestionar esta complejidad, es crucial adaptar el sistema de recolección de datos. Se recomienda encarecidamente registrar la producción de huevos de manera diferenciada por color (blanco/crema vs. marrón). Este simple ajuste proporcionará una medida indirecta del rendimiento relativo de los diferentes grupos genéticos dentro de la parvada. Dicha información será invaluable para futuras decisiones estratégicas, como la posible estandarización a una única línea genética para simplificar el manejo y maximizar la eficiencia operativa.

## 1.2. Adaptaciones Estratégicas para el Clima de Gran Altitud de Zinacantepec

La ubicación de la granja en Zinacantepec, Estado de México, a una altitud que oscila entre

2,600 y 4,300 metros sobre el nivel del mar <sup>14</sup>, en un clima templado subhúmedo a semifrío, impone condiciones ambientales específicas que deben ser gestionadas proactivamente.<sup>16</sup> El factor climático más crítico es la marcada variación de la temperatura diurna, con un rango anual que puede ir desde -1 °C hasta 23 °C.<sup>18</sup> Esto significa que la parvada está expuesta a estrés por frío, especialmente durante las noches y los meses de invierno (diciembre a febrero), cuando las temperaturas mínimas promedio son iguales o inferiores al punto de congelación.<sup>18</sup>

#### Manejo del Estrés por Frío:

El desafío principal es mitigar el gasto energético que las aves destinan a la termorregulación.

- **Alojamiento:** El galpón debe ser considerado un sistema de control ambiental, no un simple refugio. Es imperativo que esté bien aislado para retener el calor corporal de las aves y completamente sellado para eliminar corrientes de aire directas, que son extremadamente perjudiciales. Sin embargo, este sellado debe ir acompañado de un sistema de ventilación controlada y eficaz. Una ventilación deficiente conduce a la acumulación de humedad y amoníaco, creando un ambiente que, combinado con el frío, es más peligroso que el frío seco. La alta humedad puede provocar congelación en crestas y barbillas, además de aumentar drásticamente la incidencia de enfermedades respiratorias.<sup>19</sup>
- **Calefacción Suplementaria:** Cuando la temperatura ambiente dentro del galpón desciende por debajo de la zona de confort termoneutro de la gallina adulta (idealmente 18-20 °C) <sup>11</sup>, el uso de calefacción suplementaria puede ser económicamente viable.<sup>19</sup> La decisión de invertir en calefacción debe basarse en un análisis costo-beneficio, comparando el costo del combustible o la electricidad con el costo del alimento extra que las aves consumirían para generar calor corporal.
- **Ajustes Nutricionales Climáticos:** Durante los períodos fríos, los requerimientos energéticos de mantenimiento de las gallinas aumentan sustancialmente. Para asegurar que la energía de la dieta se destine a la producción de huevos y no solo a mantener la temperatura corporal, la densidad energética del alimento (Energía Metabolizable, expresada en \$kcal/kg\$) debe ser incrementada.<sup>20</sup> Esto se logra ajustando la fórmula para incluir una mayor proporción de ingredientes de alta energía, como el maíz, o mediante la adición controlada de grasas o aceites.

En el clima de Zinacantepec, el diseño y manejo del alojamiento son los principales determinantes del Índice de Conversión Alimenticia (ICA) y, por ende, de la rentabilidad. La asignación de energía en una gallina sigue un orden de prioridad: primero, el mantenimiento de sus funciones vitales y temperatura corporal; segundo, el crecimiento; y finalmente, la producción de huevos. Cuando un ave experimenta frío, desvía la energía obtenida del alimento de la producción de huevos hacia la generación de calor, lo cual logra aumentando su consumo.<sup>22</sup> Si el galpón está mal aislado, una porción significativa del alimento (un costo directo) se "quema" para producir calor en lugar de convertirse en un huevo (una fuente de ingresos). Esto deteriora directamente el ICA. Por lo tanto, una inversión inicial en un

aislamiento de alta calidad y un sistema de ventilación bien diseñado tendrá un período de recuperación medible y directo a través de la reducción de los costos anuales de alimentación.

## Sección 2: Protocolos de Manejo para el Ciclo de Producción (Semana 21 en Adelante)

La parvada se encuentra en la semana 21 de edad, un período de transición crítico donde las aves inician la postura mientras continúan su desarrollo corporal. Un manejo preciso durante esta fase es fundamental para establecer una curva de producción alta y persistente.

### 2.1. Programa de Nutrición y Alimentación de Precisión

Los requerimientos nutricionales de una gallina ponedora no son estáticos; varían significativamente a lo largo de su ciclo productivo.<sup>23</sup> Por ello, se debe implementar un programa de alimentación por fases, que ajuste el aporte de nutrientes a las demandas fisiológicas específicas de cada etapa, optimizando así el ICA y la calidad del huevo.<sup>24</sup>

- **Fase de Inicio de Puesta (Semana 21 hasta el Pico de Producción, aprox. semana 30-35):** En esta etapa, las aves enfrentan una triple demanda: continúan creciendo, desarrollan completamente su tracto reproductivo y aumentan rápidamente su tasa de postura. Su consumo de alimento aún no ha alcanzado el máximo, por lo que la dieta debe ser de alta densidad, rica en proteína cruda, aminoácidos esenciales (como lisina y metionina) y energía, para soportar estas tres funciones simultáneamente.<sup>23</sup>
- **Fase de Postura Pico y Mantenimiento (Pico hasta aprox. semana 60):** Una vez que el peso corporal se estabiliza y la producción de huevos alcanza su máximo, la principal demanda nutricional es para el mantenimiento de esta alta tasa de producción de masa de huevo. Los niveles de nutrientes se ajustan para sostener este rendimiento.
- **Fase de Postura Tardía (Posterior a la semana 60):** A medida que las aves envejecen, la producción de huevos disminuye gradualmente, pero el tamaño del huevo tiende a aumentar. Esto incrementa la demanda de calcio para la formación de una cáscara de buena calidad. La dieta en esta fase debe ser reformulada para contener un mayor nivel de calcio y niveles ligeramente reducidos de proteína y energía para evitar que las gallinas engorden excesivamente.<sup>25</sup>

Dado que la parvada ya está en la semana 21 y produciendo aproximadamente 150 huevos, se

ha superado la ventana ideal para una dieta de "pre-postura". Esta dieta, con un nivel intermedio de calcio (típicamente 2.0-2.5\%), se utiliza durante 10-14 días antes del primer huevo para estimular el desarrollo del hueso medular, una reserva de calcio lábil en la médula de los huesos largos que es crucial para la formación de la cáscara.<sup>24</sup> Sin esta preparación, las aves pueden tener dificultades para movilizar suficiente calcio, resultando en cáscaras delgadas en los primeros huevos o, en casos severos, fatiga de jaula. Por lo tanto, es imperativo que la parvada sea transferida inmediatamente a una dieta de Fase 1 de alta calidad, formulada específicamente para el inicio de puesta. Se debe monitorear de cerca la calidad de la cáscara y la salud de las aves.

A continuación, se presentan las guías de manejo basadas en los estándares de la Lohmann Brown-Classic.

Tabla 1: Guía de Consumo de Alimento y Peso Corporal Objetivo (Semana 21-100)  
Basado en los estándares de Lohmann Brown-Classic.<sup>11</sup> Los valores pueden requerir ajustes según las condiciones locales y la composición de la parvada.

| Semana de Edad | Peso Corporal Objetivo (g) | Consumo de Alimento Diario (g/ave/día) | Consumo de Alimento Acumulado (kg/ave) |
|----------------|----------------------------|--|--|
| 21             | 1,690                      | 98                                     | 8.6                                    |
| 22             | 1,730                      | 104                                    | 9.3                                    |
| 23             | 1,780                      | 108                                    | 10.1                                   |
| 24             | 1,820                      | 112                                    | 10.9                                   |
| 25             | 1,860                      | 115                                    | 11.7                                   |
| 30             | 1,950                      | 118                                    | 15.8                                   |
| 40             | 2,020                      | 119                                    | 24.1                                   |
| 50             | 2,070                      | 119                                    | 32.4                                   |
| 60             | 2,110                      | 118                                    | 40.7                                   |

|     |       |     |      |
|-----|-------|-----|------|
| 70  | 2,140 | 117 | 48.9 |
| 80  | 2,160 | 116 | 57.0 |
| 90  | 2,180 | 115 | 65.0 |
| 100 | 2,200 | 114 | 73.0 |

Tabla 2: Especificaciones Nutricionales por Fase de Producción  
Asumiendo una temperatura de 20 °C y un consumo de 110-115 g/día. Los valores son porcentajes de la dieta, salvo que se indique lo contrario.<sup>11</sup>

| <b>Nutriente</b>                    | <b>Fase 1<br/>(Inicio-Pico)<br/>Semanas 18-45</b> | <b>Fase 2<br/>(Pico-Media)<br/>Semanas 46-65</b> | <b>Fase 3 (Tardía)<br/>Semanas 66+</b> |
|-------------------------------------|---|--|--|
| Energía Metabolizable (\$kcal/kg\$) | 2700 - 2750                                       | 2680 - 2720                                      | 2650 - 2700                            |
| Proteína Cruda (%)                  | 17.5 - 18.5                                       | 16.5 - 17.5                                      | 15.5 - 16.5                            |
| Lisina (%)                          | 0.88 - 0.92                                       | 0.82 - 0.86                                      | 0.76 - 0.80                            |
| Metionina (%)                       | 0.44 - 0.46                                       | 0.40 - 0.42                                      | 0.38 - 0.40                            |
| Calcio (%)                          | 3.80 - 4.10                                       | 4.10 - 4.20                                      | 4.20 - 4.40                            |
| Fósforo Disponible (%)              | 0.40 - 0.42                                       | 0.38 - 0.40                                      | 0.35 - 0.38                            |

## 2.2. Manejo del Agua: Consumo y Calidad

El agua es el nutriente más crítico. Un consumo adecuado de agua es directamente proporcional al consumo de alimento y es el primer indicador del estado de salud de la

parvada.<sup>26</sup> Una caída en el consumo de agua precede a la mayoría de los problemas sanitarios y de producción.<sup>27</sup>

Las gallinas consumen entre 1.5 y 2 veces más agua que alimento en peso, y esta proporción aumenta significativamente con el calor.<sup>27</sup> Las líneas de bebederos deben limpiarse y purgarse regularmente para prevenir la formación de biopelículas que pueden albergar patógenos.<sup>28</sup> En el clima de Zinacantepec, la prevención del congelamiento del agua en invierno es una prioridad absoluta. Se deben utilizar bebederos con calefacción o sistemas de tuberías aisladas para garantizar el acceso constante al agua líquida.<sup>19</sup>

### 2.3. Protocolo de Iluminación para Estimulación y Persistencia de la Postura

La luz, específicamente la duración del día (fotoperiodo), es la principal herramienta para controlar la producción de huevos. El aumento de las horas de luz estimula la glándula pituitaria de la gallina, desencadenando la cascada hormonal que inicia y mantiene la ovulación.<sup>26</sup> Para una parvada con acceso a luz natural, el programa de iluminación artificial debe complementar la luz del día bajo un principio fundamental: **la duración total del día nunca debe disminuir durante el período de postura.**<sup>30</sup>

Dado que la parvada ya ha iniciado la puesta en la semana 21, la estimulación lumínica ha comenzado. El programa debe continuar con incrementos graduales hasta alcanzar un máximo de 16 a 17 horas de luz total por día, nivel que se mantendrá constante durante el resto del ciclo productivo.

Tabla 3: Programa de Iluminación para Naves con Acceso a Luz Natural (Semana 21 en Adelante)

Este es un programa de ejemplo y debe ajustarse a la duración del día natural en Zinacantepec.<sup>11</sup>

| Semana de Edad | Horas Totales de Luz por Día |
|----------------|------------------------------|
| 21             | 13                           |
| 22             | 14                           |
| 23             | 15                           |

|                |                              |
|----------------|------------------------------|
| 24             | 16                           |
| 25 en adelante | 16 - 17 (Mantener constante) |

La intensidad de la luz debe ser uniforme en todo el galpón, con un mínimo de 10 lux al nivel de las aves, para asegurar que puedan encontrar alimento y agua fácilmente y para desalentar la puesta de huevos en el suelo en rincones oscuros.<sup>31</sup>

## 2.4. Control de la Temperatura Ambiental del Galpón

La eficiencia productiva de las gallinas ponedoras es máxima dentro de su zona termoneutra, que para aves adultas se sitúa entre 18 °C y 24 °C.<sup>27</sup> El objetivo del manejo ambiental en Zinacantepec es utilizar el diseño del galpón (aislamiento, orientación) y la ventilación para amortiguar las fluctuaciones extremas de temperatura diarias, manteniendo el ambiente interno dentro de este rango óptimo tanto como sea posible.<sup>20</sup>

**Tabla 4: Rango de Temperatura Óptima en la Zona de las Aves**

| Edad                 | Rango de Temperatura Ideal (°C) |
|----------------------|---------------------------------|
| Semana 5 en adelante | 18 - 24                         |
| Fase de Puesta       | 18 - 22                         |

# Sección 3: Proyecciones de Rendimiento y Calidad del Huevo

## 3.1. Curva de Producción Esperada y Evolución del Peso del Huevo



Bajo un manejo óptimo, y utilizando la Lohmann Brown-Classic como referencia, la parvada debería alcanzar el 50% de producción entre los 140 y 145 días de edad (aproximadamente 20-21 semanas) y llegar a un pico de producción del 94-96% entre las semanas 25 y 30.<sup>11</sup>

Es fundamental monitorear no solo el porcentaje de postura, sino la Masa de Huevo, que se calcula como:

$$\text{Masa de Huevo (g/ave/día)} = (\% \text{ de Postura} / 100) \times \text{Peso Promedio del Huevo (g)}$$

Este parámetro es el verdadero indicador de la productividad, ya que integra tanto la cantidad como el tamaño de los huevos. Una alta producción de huevos pequeños puede ser menos rentable que una tasa de postura ligeramente inferior pero con huevos de mayor calibre.

Tabla 5: Metas de Producción, Peso y Masa de Huevo Semanal (Semana 21-100)

Metas de rendimiento basadas en el estándar de Lohmann Brown-Classic.<sup>11</sup>

| Semana de Edad | Producción (% Postura/Día) | Peso Promedio del Huevo (g) | Masa de Huevo (g/día/ave) | Huevos Acumulados por Ave Alojada |
|----------------|----------------------------|-----------------------------|---------------------------|-----------------------------------|
| 21             | 75.0                       | 53.5                        | 40.1                      | 10                                |
| 25             | 95.0                       | 57.5                        | 54.6                      | 39                                |
| 30             | 95.0                       | 60.0                        | 57.0                      | 72                                |
| 40             | 92.1                       | 63.8                        | 58.8                      | 136                               |
| 50             | 89.2                       | 65.3                        | 58.2                      | 199                               |
| 60             | 85.0                       | 66.8                        | 56.8                      | 260                               |
| 70             | 77.8                       | 68.3                        | 53.1                      | 316                               |
| 80             | 67.5                       | 69.5                        | 46.9                      | 366                               |
| 90             | 54.0                       | 70.5                        | 38.1                      | 407                               |
| 100            | 42.0                       | 71.5                        | 30.0                      | 439                               |

### 3.2. Mantenimiento de la Calidad del Cascarón en Puesta Tardía

Un desafío fisiológico inherente a la producción de huevos es el deterioro de la calidad de la cáscara a medida que las gallinas envejecen. Su capacidad para movilizar y depositar calcio disminuye, mientras que el tamaño del huevo aumenta. Esto resulta en cáscaras más delgadas y frágiles, lo que incrementa el porcentaje de huevos rotos o fisurados, representando una pérdida económica directa.<sup>25</sup>

Para mitigar este efecto, se deben implementar las siguientes estrategias:

- **Nutricionales:** En la fase de postura tardía (generalmente después de la semana 60-65), se debe aumentar el nivel de calcio en la dieta a un rango de \$4.2\%\$ a \$4.4\%\$. Un aspecto crucial de esta estrategia es que una porción significativa de este calcio (entre el 50% y el 60%) debe ser suministrada en forma de partículas grandes (2-4 mm de diámetro), como la concha de ostra o piedra caliza gruesa. Estas partículas grandes son retenidas en la molleja y se disuelven lentamente durante la noche, proporcionando un suministro constante de calcio al torrente sanguíneo justo cuando la glándula de la cáscara está en su máxima actividad, que ocurre durante el período de oscuridad.<sup>25</sup>
- **Manejo:** Asegurar niveles adecuados de vitamina D3 en la dieta, ya que es esencial para la absorción y el metabolismo del calcio. Además, se debe minimizar cualquier tipo de estrés en la parvada, ya que el estrés puede interferir con el proceso de calcificación de la cáscara.

## Sección 4: Análisis de Rentabilidad y Estrategia de Fin de Ciclo

### 4.1. Estructura de Costos y Proyección de Ingresos

Un análisis económico riguroso es la base para la toma de decisiones informadas.

- **Costos Variables:**
  - **Alimento:** Representa entre el 60% y el 70% del costo total de producción. Como

referencia, el precio de un alimento comercial de postura de marca reconocida (ej. Purina) en México puede rondar los \$574 MXN por bulto de 25 kg, lo que equivale a un costo aproximado de \$22.96 MXN/kg.<sup>32</sup> Este valor debe ser actualizado con los precios locales del proveedor.

- **Otros:** Incluyen costos de mano de obra, electricidad (para iluminación y posible calefacción), agua, suministros veterinarios y depreciación de las aves.
- **Ingresos:**
  - **Venta de Huevo:** Los precios del huevo fluctúan según el mercado. Datos del Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados (SNIIM) para la zona centro de México sugieren un rango de precios al mayoreo que puede variar entre \$35.00 y \$45.00 MXN por kilogramo.<sup>33</sup> Para el análisis, se utilizará un precio promedio conservador.
  - **Venta de Gallinas de Desecho:** Al final de su ciclo productivo, las gallinas (conocidas como "gallinas de desecho" o "de fin de ciclo") tienen un valor de salvamento en el mercado de carne, lo que representa un ingreso final que debe ser considerado en el cálculo de la rentabilidad total del lote.

## 4.2. Determinación del Punto de Equilibrio Operativo

El punto de equilibrio es el nivel de producción en el que los ingresos igualan a los costos, sin generar ni ganancias ni pérdidas. Se puede calcular a nivel diario por ave para obtener un objetivo de gestión claro.

- **Costo Diario por Ave** = (Consumo diario de alimento en kg/ave)  $\times$  (Precio del alimento por kg) + (Otros costos variables diarios por ave)
- **Ingreso Diario por Ave** = (Masa de huevo diaria en kg/ave)  $\times$  (Precio de venta del huevo por kg)

El punto de equilibrio se alcanza cuando el Ingreso Diario por Ave es igual al Costo Diario por Ave. Esto se puede expresar como la masa de huevo mínima (en g/ave/día) requerida para cubrir los costos diarios. Por ejemplo, si el costo diario total por ave es de \$2.80 MXN y el precio de venta del huevo es de \$40.00 MXN/kg (\$0.04 MXN/g), el punto de equilibrio de producción sería:

$$\text{\$Punto de Equilibrio} = 2.80 \text{ MXN} / 0.04 \text{ MXN/g} = 70 \text{ g de masa de huevo/ave/día}$$

Esto significa que cualquier día que la parvada produzca, en promedio, menos de 70 gramos de masa de huevo por ave, estará operando con pérdidas.

## 4.3. Estrategia para la Determinación del Ciclo de Puesta Óptimo

La decisión de cuándo finalizar el ciclo de producción (vender o sacrificar la parvada) no debe basarse en una fecha fija, sino en un análisis económico continuo. El principio fundamental es que la parvada debe ser reemplazada cuando el costo marginal de producir el siguiente kilogramo de huevos supere el ingreso marginal obtenido por ese mismo kilogramo.

Esta decisión se basa en la interacción de tres tendencias a lo largo del tiempo:

1. **Curva de Producción de Masa de Huevo:** Después de alcanzar su pico, la producción diaria de masa de huevo por ave comienza un lento pero constante declive (ver Tabla 5).
2. **Curva de Costo de Alimento por kg de Huevo:** A medida que las aves envejecen, su eficiencia alimenticia (ICA) empeora. Requieren más gramos de alimento para producir cada gramo de huevo. Esto significa que el costo del alimento para producir un kilogramo de masa de huevo aumenta progresivamente.
3. **Valor de Salvamento de la Gallina:** El precio de mercado de la gallina de desecho, que también puede fluctuar.

El momento óptimo para finalizar el ciclo se encuentra típicamente entre las 80 y 100 semanas de edad para los híbridos modernos.<sup>11</sup> Sin embargo, este punto es dinámico y depende críticamente de las condiciones del mercado. Si el precio del huevo en el mercado aumenta significativamente mientras los costos del alimento se mantienen estables, puede ser rentable mantener en producción a una parvada más vieja y menos eficiente, ya que los altos ingresos por huevo compensan el mal ICA. Por el contrario, si los precios del alimento se disparan mientras el precio del huevo permanece bajo, el punto de no rentabilidad se alcanza mucho antes, y el ciclo debería acortarse. Un productor que se adhiere rígidamente a un ciclo de 90 semanas, sin importar las condiciones del mercado, está potencialmente dejando de ganar dinero o incurriendo en pérdidas. El productor optimizado utiliza sus datos de rendimiento en tiempo real y los precios del mercado para ajustar dinámicamente la duración del ciclo, maximizando así la rentabilidad de por vida de cada parvada.

## Conclusiones y Recomendaciones

1. **Manejo de la Heterogeneidad:** La composición mixta de la parvada es el principal desafío de manejo. Para optimizar los resultados, se debe comenzar a registrar la producción de huevos por color para evaluar el rendimiento de cada grupo genético. A largo plazo, se recomienda la transición a una parvada genéticamente uniforme para simplificar el manejo y aplicar protocolos de nutrición e iluminación de alta precisión.
2. **Prioridad en el Control Ambiental:** Dada la ubicación en Zinacantepec, el diseño y la gestión del galpón son críticos. La inversión en aislamiento de alta calidad y en un sistema de ventilación controlada es la estrategia más rentable a largo plazo, ya que

impactará directamente en la reducción del consumo de alimento y, por lo tanto, en el principal costo de producción.

3. **Nutrición de Precisión Inmediata:** La parvada debe ser transferida inmediatamente a una dieta de Fase 1 (Inicio de Puesta) de alta calidad para soportar el crecimiento concurrente y el rápido aumento de la producción de huevos. Se debe planificar la transición a dietas de Fase 2 y Fase 3 en los momentos adecuados para mantener la productividad y la calidad de la cáscara.
4. **Implementación de Monitoreo de Datos:** Es fundamental pesar una muestra representativa de aves semanalmente (hasta la semana 35-40) y comparar su peso y consumo de alimento con los objetivos de la Tabla 1. De la misma manera, la producción diaria, el peso del huevo y la masa de huevo deben ser registrados y comparados con la Tabla 5. Estas métricas son el sistema de alerta temprana para cualquier desviación del rendimiento esperado.
5. **Toma de Decisiones Económicas Dinámicas:** El análisis del punto de equilibrio y la estrategia de fin de ciclo deben ser herramientas de gestión activas. Los costos de los insumos (especialmente el alimento) y los precios de venta del huevo deben ser monitoreados constantemente para ajustar dinámicamente la duración óptima del ciclo de producción, maximizando la rentabilidad global.

## Fuentes citadas

1. Razas de pollos: guía completa de lo que hay que saber - River Systems, acceso: octubre 27, 2025, <https://www.riversystems.it/es/guia-de-razas-de-gallinas/>
2. Razas y líneas genéticas de gallinas ponedoras, acceso: octubre 27, 2025, <https://gallinasfelices.terranimal.ec/gallina/razas-y-lineas-geneticas-de-gallinas-ponedoras/>
3. Barred Plymouth Rock - McMurray Hatchery, acceso: octubre 27, 2025, [https://www.mcmurrayhatchery.com/barred\\_rocks.html](https://www.mcmurrayhatchery.com/barred_rocks.html)
4. Plymouth Rock Chicken Deep Dive | Grubbly Farms, acceso: octubre 27, 2025, <https://grubblyfarms.com/blogs/the-flyer/plymouth-rock-chicken-deep-dive>
5. Barred Plymouth Rock Chicken Breed | Complete Guide (with Pictures), acceso: octubre 27, 2025, <https://www.theseasonalhomestead.com/barred-plymouth-rock-chicken-breed-complete-guide-with-pictures/>
6. Lohman LSL Classic Management Guide Eng | PDF - Scribd, acceso: octubre 27, 2025, <https://www.scribd.com/document/513390995/Lohman-Lsl-Classic-Management-Guide-Eng>
7. ManagementGuide - hy-line north america, acceso: octubre 27, 2025, [https://hylinena.com/wp-content/uploads/2019/10/Lohmann\\_Alternative\\_System-1.pdf](https://hylinena.com/wp-content/uploads/2019/10/Lohmann_Alternative_System-1.pdf)
8. Ponedora Roja - Granja Santa Isabel, acceso: octubre 27, 2025, <https://www.granjasantaisabel.com/gallinas-ponedoras/ponedora-roja.php>
9. Rhode island red: Origen, características y cuidados - Agrotendencia.tv, acceso:

- octubre 27, 2025,  
<https://agrotendencia.tv/avicultura/rhode-island-red-la-mejor-gallina-ponedora/>
10. ISA Brown Management Guide | PDF | Magnesium | Vitamin - Scribd, acceso: octubre 27, 2025,  
<https://www.scribd.com/document/540496039/ISA-Brown-Management-Guide>
  11. LOHMANN BROWN-CLASSIC - Lohmann Breeders, acceso: octubre 27, 2025,  
<https://lohmann-breeders.com/media/strains/cage/management/LOHMANN-Brown-Classic-Cage.pdf>
  12. LohMann BRoWn-CLassIC | WinMixSoft, acceso: octubre 27, 2025,  
<https://www.winmixsoft.com/wp-content/uploads/2025/06/Lohman-brown-classic-management-guide-eng.pdf>
  13. Joice and Hill| ISA Brown| Egg Layers - Joiceandhill, acceso: octubre 27, 2025,  
<https://www.joiceandhill.co.uk/en/free-range-laying-hens/isa-brown-laying-hens/>
  14. Compendio de información geográfica municipal 2010. Zinacantepec, México. - Inegi, acceso: octubre 27, 2025,  
[https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos\\_geograficos/15/15118.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/15/15118.pdf)
  15. Municipio de Zinacantepec, Estado de México | 1 - Portales SRE, acceso: octubre 27, 2025,  
[https://portales.sre.gob.mx/coordinacionpolitica/images/stories/documentos\\_gobiernos/prueba/pzinacantepec.pdf](https://portales.sre.gob.mx/coordinacionpolitica/images/stories/documentos_gobiernos/prueba/pzinacantepec.pdf)
  16. Municipio de Zinacantepec - Wikipedia, la enciclopedia libre, acceso: octubre 27, 2025, [https://es.wikipedia.org/wiki/Municipio\\_de\\_Zinacantepec](https://es.wikipedia.org/wiki/Municipio_de_Zinacantepec)
  17. Datos climáticos y meteorológicos históricos simulados para Zinacantepec - meteoblue, acceso: octubre 27, 2025,  
[https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/climatemodelled/zinacantepec\\_m%C3%A9xico\\_3518221](https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/climatemodelled/zinacantepec_m%C3%A9xico_3518221)
  18. El clima en San Miguel Zinacantepec, el tiempo por mes ..., acceso: octubre 27, 2025,  
<https://es.weatherspark.com/y/5615/Clima-promedio-en-San-Miguel-Zinacantepec-M%C3%A9xico-durante-todo-el-a%C3%B1o>
  19. Cuidando gallinas en climas fríos | Extensión de la UMN, acceso: octubre 27, 2025,  
<https://es.extension.umn.edu/aves-de-corr-al-a-peque%C3%B1a-escala/cuidando-gallinas-clima-frio>
  20. 4 medidas para criar pollos en clima frío - gallinas ponedoras, acceso: octubre 27, 2025,  
<https://es.retechchickencage.com/news/4-measures-to-raise-chickens-in-cold-weather/>
  21. Las gallinas y el frío: errores que no debes cometer - Finca Casarejo, acceso: octubre 27, 2025,  
<https://www.fincacasarejo.com/cuidados-y-manejo/frio-errores>
  22. Importancia del control de temperatura en granjas de gallinas ponedoras, acceso: octubre 27, 2025,  
<https://www.vencomaticgroup.com/es/blog/temperature-control-for-layer-poultry-farmers>

23. El Manejo de la Alimentación en Gallinas Ponedoras, acceso: octubre 27, 2025, <https://gallinasponedoras.org/gallinas-ponedoras/el-manejo-de-la-alimentacion-en-gallinas-ponedoras/>
24. Hy-Line W-36 Conventional Systems English | PDF | Diet (Nutrition) - Scribd, acceso: octubre 27, 2025, <https://www.scribd.com/document/895657338/Hy-Line-W-36-Conventional-Systems-English-2>
25. GUÍA DE MANEJO DE LA NUTRICIÓN DE PONEDORAS COMERCIALES - Solla, acceso: octubre 27, 2025, [https://www.solla.com/sites/default/files/productos/secciones/adjuntos/nutrition\\_guide\\_cs\\_spanish\\_vs0910%202016.pdf](https://www.solla.com/sites/default/files/productos/secciones/adjuntos/nutrition_guide_cs_spanish_vs0910%202016.pdf)
26. manejo-g-isa-brown.pdf, acceso: octubre 27, 2025, <https://eliasnutri.wordpress.com/wp-content/uploads/2012/04/manejo-g-isa-brown.pdf>
27. Inicio de puesta (18 – 25 Semanas) Poultry The Chickipedia H&N, acceso: octubre 27, 2025, <https://hn-int.com/es/inicio-de-puesta-18-25-semanas/>
28. growing management of w-36 commercial pullets - Hy-Line International, acceso: octubre 27, 2025, <https://www.hyline.com/ViewFile?id=f5e1b46b-b6d3-4b9c-8ad8-bb86bd5c0625>
29. Resource Category Management - Hendrix Genetics Laying Hens, acceso: octubre 27, 2025, <https://layinghens.hendrix-genetics.com/en/technical-support/management/>
30. Commercial W36, English 05-06-11.indd, acceso: octubre 27, 2025, [https://frabopoultry.com/wp-content/uploads/2016/10/Commercial\\_W36\\_English\\_05-06-11\\_Edition\\_1.pdf](https://frabopoultry.com/wp-content/uploads/2016/10/Commercial_W36_English_05-06-11_Edition_1.pdf)
31. Manejo de gallinas ponedoras: conozca cuáles son las mejores prácticas y recomendaciones - Certified Humane Latino | Bienestar animal, acceso: octubre 27, 2025, <https://certifiedhumanelatino.org/manejo-de-gallinas-ponedoras-conozca-cuales-son-las-mejores-practicas-y-recomendaciones/>
32. Alimento Gallina Ponedora 25kg Aves De Postura Vital Purina | Envío gratis - Mercado Libre, acceso: octubre 27, 2025, <https://www.mercadolibre.com.mx/alimento-gallina-ponedora--25kg-aves-de-postura-vital-purina/up/MLMU2587646051>
33. Huevo - economia-sniim.gob.mx, acceso: octubre 27, 2025, [https://www.economia-sniim.gob.mx/SNIIM-Pecuarios-Nacionales/e\\_Hue.asp?prod=0&destino=100&sem=1&mes=02&anio=2025&RegPag=100&x=15&y=20](https://www.economia-sniim.gob.mx/SNIIM-Pecuarios-Nacionales/e_Hue.asp?prod=0&destino=100&sem=1&mes=02&anio=2025&RegPag=100&x=15&y=20)
34. Precios Del Huevo 8 de Febrero | PDF | Cocina, comidas y vino - Scribd, acceso: octubre 27, 2025, <https://es.scribd.com/document/624665300/Precios-Del-Huevo-8-de-Febrero>
35. ¿Cuánto cuesta el kilo de huevo en 2024? Este es su elevado precio en CDMX y otras partes de México - Infobae, acceso: octubre 27, 2025, <https://www.infobae.com/mexico/2024/01/12/cuanto-cuesta-el-kilo-de-huevo-en-2024-este-es-su-elevado-precio-en-cdmx-y-otras-partes-de-mexico/>