

# **MEMORIA DE CÁLCULO CORREGIDA**

## **PLANTA DE PRODUCCIÓN DE MOSCA ESTÉRIL**

**Proyecto Estratégico Yucatán 2026-2030**

Erradicación del Gusano Barrenador del Ganado

**Análisis Post-Auditoría de Costos**

Precios Ajustados al Mercado Mexicano 2025

**Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural**

Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria

**Gobierno del Estado de Yucatán**

Secretaría de Desarrollo Rural (SEDER)

**Metodología:**

Bottom-up auditado con mercado mexicano validado

Corrección error Cobalto-60 y optimización operativa

Benchmarking plantas internacionales activas

**Elaborado por:**

MVZ Sergio Muñoz de Alba Medrano

Consultor Independiente

Diciembre 2025 - Versión Corregida

## Índice

<b>1. Resumen Ejecutivo de Correcciones</b>	<b>2</b>
1.1. Principales Ajustes Realizados . . . . .	2
<b>2. Componente 1: Laboratorio de Cría Masiva (Corregido)</b>	<b>2</b>
2.1. Costos Ajustados al Mercado Mexicano . . . . .	2
2.2. Justificación de Ajustes . . . . .	4
<b>3. Componente 2: Planta de Irradiación (Corrección Crítica)</b>	<b>4</b>
3.1. Corrección del Error de Cobalto-60 . . . . .	4
<b>4. Operación Optimizada (32 personas vs 45)</b>	<b>5</b>
4.1. Plantilla Optimizada por Benchmarking . . . . .	5
<b>5. Inversión Total Corregida</b>	<b>7</b>
5.1. Comparación Final . . . . .	7
<b>6. Opciones de Viabilidad Financiera</b>	<b>7</b>
6.1. Escenario A: Capacidad Reducida (RECOMENDADO) . . . . .	7
6.2. Escenario B: Arrendamiento de Fuente . . . . .	8
<b>7. Conclusiones y Recomendaciones</b>	<b>8</b>
7.1. Conclusiones Principales . . . . .	8
7.2. Recomendaciones Estratégicas . . . . .	8
7.3. Próximos Pasos Críticos . . . . .	8

## 1. Resumen Ejecutivo de Correcciones

### 1.1. Principales Ajustes Realizados

El presente documento corrige los siguientes errores identificados en la auditoría de costos:

#### 1. Error crítico en precio Cobalto-60:

- Error original: Conversión 1:1 USD→MXN "por facilidad de cálculo"
- Corrección:  $\$18,500 \text{ USD/Ci} \times 18.5 \text{ TC} = \$342,250 \text{ MXN/Ci}$
- Impacto: +\$23.86 MDP en costo real de fuente

#### 2. Optimización de recursos humanos:

- Personal original: 45 personas
- Personal optimizado: 32 personas (-29 %)
- Ahorro quinquenal: -\$92.3 MDP

#### 3. Ajuste de costos de construcción:

- Precios ajustados al mercado Yucatán
- Especificaciones técnicas optimizadas
- Ahorro: -\$8.2 MDP en obra civil

#### 4. Optimización de insumos:

- Proveedores regionales validados
- Consumos técnicamente justificados
- Ahorro: -\$48.5 MDP en dieta artificial

## 2. Componente 1: Laboratorio de Cría Masiva (Corregido)

### 2.1. Costos Ajustados al Mercado Mexicano

Tabla 1: Laboratorio de Cría Masiva - Precios Corregidos

Concepto	Unidad	Cantidad	P.U. (MXN)	Importe (MDP)
<b>A. OBRA CIVIL (AJUSTADA)</b>				
Excavación y cimentación	m <sup>3</sup>	1,250	\$1,300	\$1.63

MEMORIA DE CÁLCULO CORREGIDA - PLANTA MOSCA ESTÉRIL YUCATÁN

Estructura de concreto armado	m <sup>3</sup>	625	\$3,500	\$2.19
Muros y mampostería especializada	m <sup>2</sup>	3,800	\$850	\$3.23
Losa y sistema de pisos epóxicos	m <sup>2</sup>	2,500	\$1,100	\$2.75
Techumbres y impermeabilización	m <sup>2</sup>	2,500	\$1,200	\$3.00
Puertas y ventanas especializadas	pza	45	\$15,000	\$0.68
Acabados interiores BSL-1	m <sup>2</sup>	2,500	\$1,000	\$2.50
<b>Subtotal Obra Civil</b>				<b>\$15.98</b>
<b>B. SISTEMAS MEP (OPTIMIZADOS)</b>				
Sistema HVAC $\pm 2^{\circ}\text{C}$ (vs $\pm 1^{\circ}\text{C}$ )	m <sup>2</sup>	2,500	\$2,100	\$5.25
Instalación eléctrica	m <sup>2</sup>	2,500	\$1,400	\$3.50
Sistema hidráulico y sanitario	salida	180	\$3,800	\$0.68
Sistema de filtración HEPA	unidad	20	\$75,000	\$1.50
Automatización y control BMS	sistema	1	\$1,500,000	\$1.50
Sistema contra incendios	m <sup>2</sup>	2,500	\$380	\$0.95
Planta de emergencia 120 kW	unidad	1	\$750,000	\$0.75
<b>Subtotal Sistemas MEP</b>				<b>\$14.13</b>
<b>C. EQUIPOS (PROVEEDORES MEXICANOS)</b>				
Jaulas colonias parentales	unidad	50	\$18,000	\$0.90
Bandejas larvicultura	unidad	400	\$1,500	\$0.60
Dispositivos oviposición	unidad	80	\$10,000	\$0.80
Tamices vibratorios	unidad	6	\$90,000	\$0.54
Autoclaves 200L (nacionales)	unidad	3	\$320,000	\$0.96
Mezcladora dieta 400kg	unidad	2	\$280,000	\$0.56
Cámaras refrigeración	unidad	5	\$160,000	\$0.80
Incubadoras controladas	unidad	16	\$55,000	\$0.88
Equipo laboratorio básico	lote	1	\$650,000	\$0.65
Sistema alimentación semi-auto	sistema	10	\$95,000	\$0.95
<b>Subtotal Equipos</b>				<b>\$7.64</b>
<b>D. MOBILIARIO</b>				
Mobiliario laboratorio	m <sup>2</sup>	2,500	\$950	\$2.38

## MEMORIA DE CÁLCULO CORREGIDA - PLANTA MOSCA ESTÉRIL YUCATÁN

Equipo cómputo y software	lote	1	\$380,000	\$0.38
Herramientas y equipo menor	lote	1	\$220,000	\$0.22
<b>Subtotal Mobiliario</b>				<b>\$2.98</b>
<b>E. INDIRECTOS AJUSTADOS</b>				
Supervisión técnica (6 % C.D.)	%	6	-	\$2.44
Contingencias (8 % C.D.)	%	8	-	\$3.25
<b>Subtotal Indirectos</b>				<b>\$5.69</b>
<b>TOTAL LABORATORIO (CORREGIDO)</b>				<b>\$46.42</b>

### 2.2. Justificación de Ajustes

**Obra civil optimizada:** Precios ajustados al mercado Yucatán con proveedores locales verificados. Sistema HVAC con tolerancia  $\pm 2^{\circ}\text{C}$  (vs  $\pm 1^{\circ}\text{C}$ ) mantiene calidad operativa con 26 % menos costo.

**Equipos nacionales:** Prioriza proveedores mexicanos (CINVESTAV, UNAM, empresas especializadas) con especificaciones técnicas validadas por SENASICA.

## 3. Componente 2: Planta de Irradiación (Corrección Crítica)

### 3.1. Corrección del Error de Cobalto-60

Tabla 2: Planta de Irradiación - Precios Corregidos

Concepto	Unidad	Cantidad	P.U. (MXN)	Importe (MDP)
<b>A. FUENTE RADIATIVA (CORREGIDA)</b>				
Fuente Cobalto-60 (37 PBq)	Ci	1,000	\$342,250	\$342.25
Transporte especializado	lote	1	\$2,800,000	\$2.80
Seguros y fianzas	%	1.5	-	\$5.18
<b>Subtotal Fuente (REAL)</b>				<b>\$350.23</b>
<b>B. BUNKER (AJUSTADO)</b>				
Excavación bunker	m <sup>3</sup>	200	\$2,400	\$0.48
Concreto barítico	m <sup>3</sup>	450	\$7,500	\$3.38
Estructura metálica	ton	25	\$85,000	\$2.13
Puertas blindadas	unidad	2	\$1,600,000	\$3.20

MEMORIA DE CÁLCULO CORREGIDA - PLANTA MOSCA ESTÉRIL YUCATÁN

Sistema laberinto	m <sup>2</sup>	80	\$11,000	\$0.88
<b>Subtotal Bunker</b>				<b>\$10.07</b>
<b>C. SISTEMAS IRRADIACIÓN</b>				
Transportador automatiza- do	sistema	1	\$4,800,000	\$4.80
Posicionamiento fuente	unidad	1	\$3,200,000	\$3.20
Dosimetría y control	sistema	1	\$1,600,000	\$1.60
Software control	licencia	1	\$800,000	\$0.80
<b>Subtotal Sistemas</b>				<b>\$10.40</b>
<b>D. SEGURIDAD</b>				
Detectores radiación	unidad	10	\$160,000	\$1.60
Monitoreo personal	lote	1	\$320,000	\$0.32
Equipos protección	lote	1	\$480,000	\$0.48
Alarmas y comunicación	sistema	1	\$640,000	\$0.64
<b>Subtotal Seguridad</b>				<b>\$3.04</b>
<b>E. LICENCIAS</b>				
Licencia CNSNS Tipo A	tramite	1	\$1,600,000	\$1.60
Estudios seguridad	estudio	1	\$800,000	\$0.80
Comisionamiento	proceso	1	\$1,280,000	\$1.28
<b>Subtotal Licencias</b>				<b>\$3.68</b>
<b>F. INDIRECTOS</b>				
Supervisión (8 % C.D.)	%	8	-	\$30.23
Contingencias (10 % C.D.)	%	10	-	\$37.78
<b>Subtotal Indirectos</b>				<b>\$68.01</b>
<b>TOTAL IRRADIACIÓN (REAL)</b>				<b>\$445.43</b>

**NOTA CRÍTICA:** El costo real de la planta de irradiación es \$445.43 MDP, no \$66.25 MDP como se calculó erróneamente. Esta corrección es obligatoria e inevitable.

## 4. Operación Optimizada (32 personas vs 45)

### 4.1. Plantilla Optimizada por Benchmarking

Tabla 3: Costos Operativos Optimizados (2026-2030)

Rubro	2026	2027	2028	2029	2030
<b>A. RECURSOS HUMANOS OPTIMIZADOS (MDP)</b>					
Personal técnico (18 vs 25)	\$6.30	\$6.52	\$6.75	\$6.99	\$7.24

MEMORIA DE CÁLCULO CORREGIDA - PLANTA MOSCA ESTÉRIL YUCATÁN

Personal operativo (10 vs 15)	\$3.00	\$3.11	\$3.22	\$3.33	\$3.45
Personal administrativo (4 vs 5)	\$1.80	\$1.86	\$1.93	\$2.00	\$2.07
Prestaciones y seguros	\$3.33	\$3.45	\$3.57	\$3.70	\$3.83
<b>Subtotal RH</b>	<b>\$14.43</b>	<b>\$14.94</b>	<b>\$15.47</b>	<b>\$16.02</b>	<b>\$16.59</b>
<b>B. INSUMOS OPTIMIZADOS (MDP)</b>					
Dieta artificial (regional)	\$9.00	\$9.38	\$9.77	\$10.18	\$10.61
Materiales laboratorio	\$2.80	\$2.92	\$3.04	\$3.17	\$3.30
Reactivos y químicos	\$1.85	\$1.93	\$2.01	\$2.09	\$2.18
Energía (tarifa industrial)	\$3.90	\$4.04	\$4.19	\$4.34	\$4.50
Agua y servicios	\$1.05	\$1.09	\$1.13	\$1.17	\$1.21
<b>Subtotal Insumos</b>	<b>\$18.60</b>	<b>\$19.36</b>	<b>\$20.14</b>	<b>\$20.95</b>	<b>\$21.80</b>
<b>C. MANTENIMIENTO</b>					
Mantenimiento preventivo	\$3.20	\$3.31	\$3.43	\$3.55	\$3.68
Refacciones y repuestos	\$2.00	\$2.07	\$2.14	\$2.22	\$2.30
Calibración equipos	\$1.60	\$1.66	\$1.72	\$1.78	\$1.84
<b>Subtotal Mantenimiento</b>	<b>\$6.80</b>	<b>\$7.04</b>	<b>\$7.29</b>	<b>\$7.55</b>	<b>\$7.82</b>
<b>D. OPERACIÓN TERRESTRE</b>					
Combustibles y lubricantes	\$3.50	\$3.62	\$3.75	\$3.89	\$4.03
Seguros vehiculares	\$0.80	\$0.83	\$0.86	\$0.89	\$0.92
Mantenimiento vehículos	\$1.60	\$1.66	\$1.72	\$1.78	\$1.84
<b>Subtotal Operación</b>	<b>\$5.90</b>	<b>\$6.11</b>	<b>\$6.33</b>	<b>\$6.56</b>	<b>\$6.79</b>
<b>TOTAL ANUAL OPTIMIZADO</b>	<b>\$45.73</b>	<b>\$47.45</b>	<b>\$49.23</b>	<b>\$51.08</b>	<b>\$52.00</b>
<b>TOTAL QUINQUENAL</b>	<b>\$245.49 MDP</b>				

**Ahorro vs propuesta original:** \$316.11 MDP - \$245.49 MDP = **\*\*\$70.62 MDP\*\*** (-22.3 %)

## 5. Inversión Total Corregida

### 5.1. Comparación Final

Tabla 4: Inversión Corregida vs Original

Componente	Original	Corregido	Diferencia
Laboratorio cría masiva	\$64.34	\$46.42	<b>-\$17.92</b>
	MDP	MDP	
Planta irradiación	\$66.25	\$445.43	<b>+\$379.18</b>
	MDP	MDP	
Sistema liberación	\$17.27	\$14.85	<b>-\$2.42</b>
	MDP	MDP	
Operación quinquenal	\$316.11	\$245.49	<b>-\$70.62</b>
	MDP	MDP	
<b>TOTAL REAL</b>	<b>\$463.97</b>	<b>\$752.19</b>	<b>+\$288.22</b>
	MDP	MDP	

## 6. Opciones de Viabilidad Financiera

### 6.1. Escenario A: Capacidad Reducida (RECOMENDADO)

Modificaciones para viabilidad:

- **Capacidad inicial:** 50M moscas/semana (vs 100M)
- **Fuente Co-60:** 500 Ci (vs 1,000 Ci)
- **Personal:** 24 personas (vs 32)
- **Infraestructura:** Modular escalable

Tabla 5: Inversión Escenario Reducido

Componente	Costo Reducido
Laboratorio (50 % capacidad)	\$28.50 MDP
Planta irradiación (500 Ci)	\$273.85 MDP
Sistema liberación	\$12.20 MDP
Operación quinquenal	\$185.30 MDP
<b>TOTAL VIABLE</b>	<b>\$499.85 MDP</b>



## 6.2. Escenario B: Arrendamiento de Fuente

### Alternativa de financiamiento:

- **Arrendamiento Co-60:**  $\$15.5 \text{ MDP/año} \times 5 \text{ años} = \$77.5 \text{ MDP}$
- **Ahorro vs compra:**  $\$445.43 - \$77.5 = \$367.93 \text{ MDP}$
- **Inversión total:**  $\$752.19 - \$367.93 = \$384.26 \text{ MDP}$

## 7. Conclusiones y Recomendaciones

### 7.1. Conclusiones Principales

1. **Costo real inevitable:** \$752.19 MDP (no \$210.0 MDP estimados)
2. **Error crítico corregido:** Precio Co-60 en pesos mexicanos reales
3. **Optimizaciones aplicadas:** -\$135.76 MDP en costos operativos
4. **Proyecto viable:** Con modificaciones y/o arrendamiento

### 7.2. Recomendaciones Estratégicas

#### OPCIÓN 1 - Proyecto Completo:

- Inversión: \$752.19 MDP
- Capacidad: 100M moscas/semana
- Financiamiento: Extraordinario SADER + cooperación internacional

#### OPCIÓN 2 - Proyecto Reducido (RECOMENDADO):

- Inversión: \$499.85 MDP
- Capacidad: 50M moscas/semana
- Escalable a capacidad completa en Fase 2

#### OPCIÓN 3 - Arrendamiento:

- Inversión: \$384.26 MDP
- Fuente Co-60 arrendada
- Menor compromiso financiero inicial

### 7.3. Próximos Pasos Críticos

1. **Validar cotización Co-60:** MDS Nordion precio real 2025

## MEMORIA DE CÁLCULO CORREGIDA - PLANTA MOSCA ESTÉRIL YUCATÁN

---

2. **Gestión presupuestal:** Recursos extraordinarios SADER
3. **Evaluación OPCIÓN 2:** Capacidad reducida como inicio
4. **Cooperación internacional:** IAEA, USDA-APHIS co-financiamiento