

# Quinta parte



Foto: Jhon Jiménez.

## Costos asociados a la aplicación de fertilizantes

<https://doi.org/10.56866/9789588360997.05>

Daniel Munévar, Elizabeth Ruiz, Mauricio Mosquera-Montoya  
y María Celina Estupiñán.



La fertilización del cultivo de palma de aceite es un rubro que domina la estructura de costos del cultivo en todas las etapas de su desarrollo. En el caso del cultivar *E. guineensis* fertilizarlo representa el 33,8 % del costo de producción del ciclo de vida del cultivo (Figura 58), mientras que para el híbrido OxG, este equivale al 28,8 % (Figura 59).

En el cultivar *E. guineensis* la fertilización va aumentando paulatinamente conforme se aplican mayores dosis a las palmas. Asimismo, tanto la cosecha como el transporte toman mayor participación en la etapa adulta, cuando las palmas son productivas (Figura 58). En cuanto al híbrido OxG, la fertilización toma una mayor participación durante la etapa improductiva debido a que las labores de polinización y cosecha no se realizan con frecuencia, como sí ocurre a partir del sexto año de su establecimiento (Figura 59).

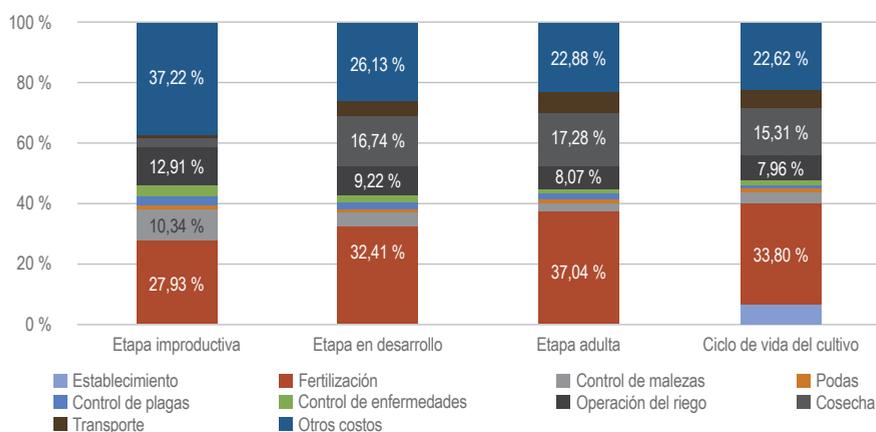


Figura 58. Estructura de costos del cultivo de *E. guineensis* en 2021.

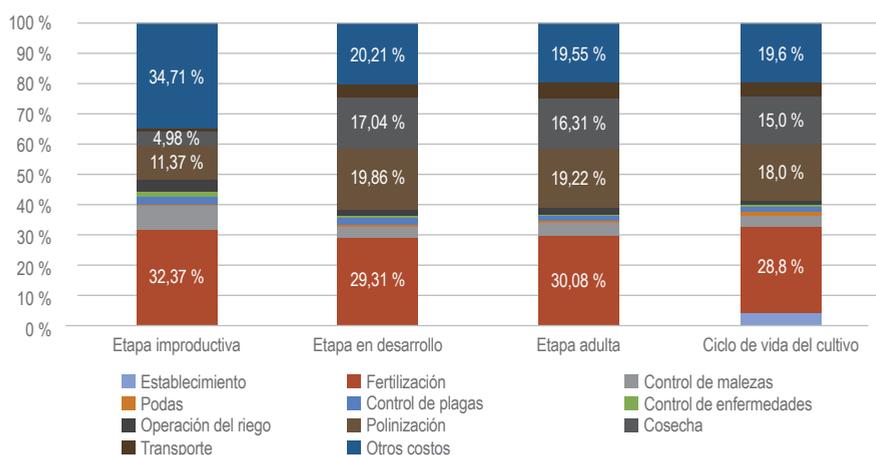
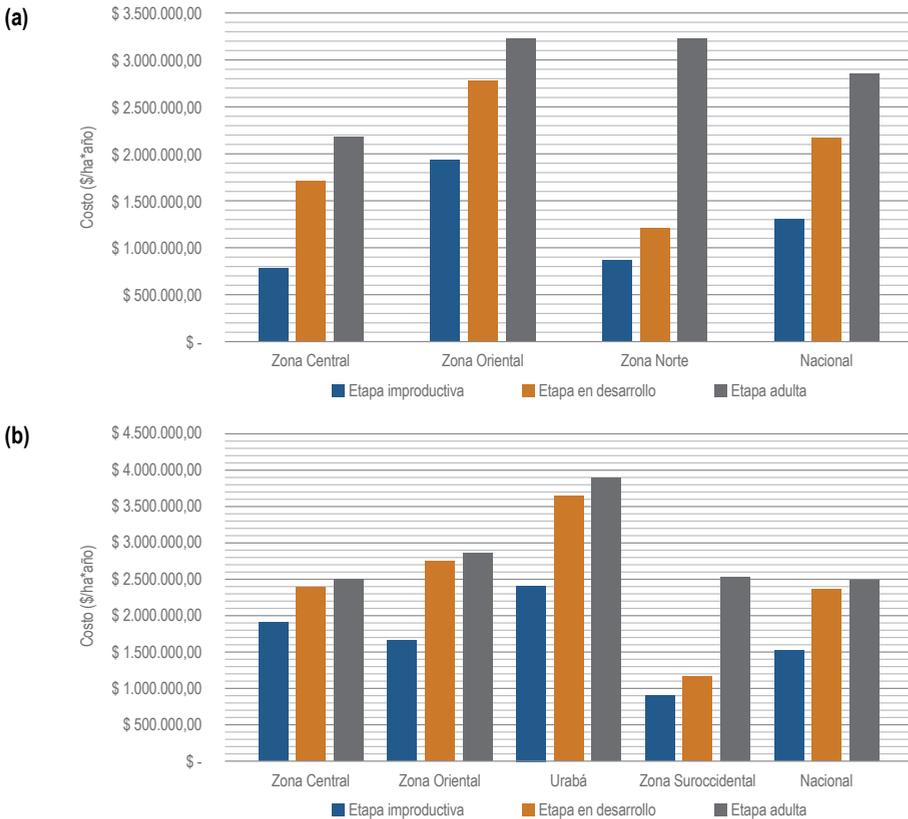


Figura 59. Estructura de costos del cultivo del híbrido OxG en 2021.

En ambos escenarios, tanto en *E. guineensis* como en el híbrido OxG, los costos de la fertilización se incrementan a medida que el cultivo se desarrolla porque necesitan mayor cantidad de fertilizantes para alcanzar el rendimiento esperado, definido por el plan de fertilización. En el caso de *E. guineensis*, el costo promedio estimado para fertilizar una hectárea de palma adulta, a nivel nacional, fue de \$ 2.843.600 ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>, mientras que para el híbrido el valor fue de \$ 2.508.922 ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> (Figura 60). Estas cifras son relativas a pesar de que, en promedio, las empresas aplican una mayor dosis de fertilizante por palma en el híbrido OxG (12 kg), hay una menor cantidad de palmas por hectárea, en comparación con cultivares *E. guineensis*.

A nivel de zonas palmeras existen brechas en los costos de la fertilización. Para 2021, la Zona Central mostró valores cercanos al promedio nacional. La Zona Oriental destacó por tener alto costo de fertilización tanto en cultivares *E. guineensis* como en híbridos OxG. El Urabá antioqueño tradicionalmente ha tenido un elevado costo en este rubro, asociado a la aplicación de mayores cantidades de fertilizante por palma (Figura 60).



**Figura 60.** Costos estimados de la fertilización por zonas palmeras y por etapas del cultivo en *E. guineensis* (a) e híbrido OxG (b) durante 2021.

## Estructura de costos de la fertilización

En general, la fertilización tiene dos componentes: costos directos y costos indirectos.

Los costos directos de la fertilización están representados por los fertilizantes, la mano de obra para la aplicación y las herramientas, maquinaria o animales que se emplean en este proceso. Los costos indirectos están representados por aquellos procesos de apoyo tales como el diagnóstico nutricional, el transporte de los fertilizantes o fletes, la elaboración del plan de fertilización y la supervisión de la labor.

En cuanto a los costos directos para los años 2020 y 2021 en Colombia (Figura 61), su estructura cambia conforme varían los precios relativos de cada rubro, como se detallará más adelante. Los insumos (fertilizantes químicos) dominan la estructura, por lo que el costo de la labor depende del comportamiento de sus precios. La mano de obra y las herramientas, aunque tienen una participación minoritaria, representan un costo de oportunidad muy alto, ya que una aplicación inadecuada, puede implicar un menor beneficio económico por el desperdicio de los fertilizantes.

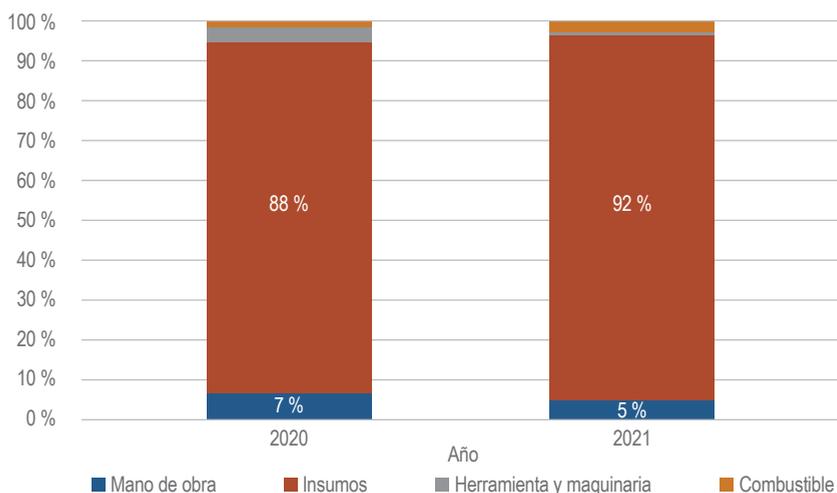


Figura 61. Estructura de costos directos de la fertilización.

## El mercado de los fertilizantes

Los fertilizantes sintéticos son los principales determinantes del costo de la fertilización, por lo que el comportamiento de sus precios impacta directamente la competitividad del cultivo de la palma de aceite. En este sentido, es importante conocer de manera general cómo es el mercado de los fertilizantes en Colombia y cuáles son los factores que determinan su precio.

Existe un mercado para los fertilizantes orgánicos y otro para los químicos. En la palma de aceite es poco frecuente el uso de fertilizantes orgánicos (ácidos húmicos, lombricompost, gallinaza, etc.) dado que los mayores aportes de materia orgánica se realizan aplicando racimos vacíos (tusas) y/u hojas picadas alrededor del plato; por lo tanto, en este apartado se hará énfasis en las fuentes químicas de nutrientes.

Las principales fuentes de nutrientes pueden clasificarse en nitrogenadas, potásicas y fosfóricas, de acuerdo con el principal elemento químico que aportan, siendo la urea, el cloruro de potasio (KCl), el fosfato de diamónico (DAP) y el superfosfato triple (SPT) las fuentes más usadas a nivel mundial. China, Rusia y Canadá se destacan por ser los principales productores, mientras que el mercado colombiano se abastece principalmente de Rusia, Canadá y Estados Unidos (Tabla 13).

**Tabla 13.** Productores y consumidores de fertilizantes en el mundo en 2021-2022.

Fertilizante	Principales productores mundiales	Principales consumidores mundiales	Principales exportadores mundiales	Principal proveedor en Colombia
Urea	China, Rusia, Estados Unidos	India, China, Brasil	Rusia, China, Qatar	Rusia, Ucrania
KCl	Canadá, Rusia, Bielorrusia	Brasil, Estados Unidos, India	Canadá, Rusia, Alemania	Canadá, Alemania
DAP	China, Marruecos, Estados Unidos	India, China, Brasil	Estados Unidos	Estados Unidos

Fuente: Cross y Association, (2023); Yara International ASA, (2022).

Durante el periodo 2021–2022 a nivel mundial se dio un aumento del precio de los fertilizantes químicos que afectó la competitividad de los sistemas de producción agrícola (Schnitkey *et al.*, 2021; Nyondo *et al.*, 2021; USDA, 2022). Fuentes simples como la urea y el fosfato diamónico (DAP) incrementaron su precio desde 2020, alcanzando los más elevados hacia el primer semestre del 2022 (Figura 62). Colombia no fue ajena a esta situación, tanto para las fuentes simples como para las compuestas (Tabla 14). Esto llevó a que la inversión en fertilizantes disminuyera y que se buscaran otras alternativas para el manejo de la nutrición del cultivo, tales como el uso de fuentes orgánicas (FAO, 2022; Vega *et al.*, 2021). No obstante, los buenos precios del aceite de palma que dominaron en ese periodo compensaron estos incrementos en las fuentes fertilizantes, siendo una ayuda para el sostenimiento económico de las plantaciones.



**Figura 62.** Precios internacionales corrientes de fuentes simples de fertilizantes. Tomado de Index Mundi (2023) y Nasdaq Data Link (2023).

**Tabla 14.** Variación de precios nacionales para algunas fuentes simples y compuestas.

Fertilizante	Variación año corrido (abr 2021–dic 2021)	Variación año total (abr 2021–abr 2022)
Urea	35,8 %	128,2 %
DAP	47,9 %	85,1 %
KCl	48,5 %	132,7 %
15 -15 -15	34,4 %	89,2 %
17 – 6 – 18 – 2	48,6 %	75,3 %

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (2022).

Por lo anterior es conveniente comprender qué determina los precios de estos insumos, con el fin de tomar decisiones oportunamente. A continuación se describen algunos de los factores determinantes en el precio de los fertilizantes.

- **Nivel de existencias:** cuando disminuye la oferta de un bien y la demanda por el mismo se mantiene constante, su precio incrementa. El nivel de inventarios del bien en cuestión hace parte de la oferta. En consecuencia, si los inventarios disminuyen suele generarse una presión alcista en el precio (Morales y García, 2021).
- **Tipo de cambio:** en países como Colombia, importador de fertilizantes químicos, el precio interno no solo depende de la oferta y la demanda, sino que además entra en juego la tasa representativa del mercado (TRM). Como las compras se realizan

en dólares, la devaluación del peso encarece el precio en pesos del fertilizante importado (Morales y García, 2021).

- **Precio del gas natural:** es un insumo necesario para la síntesis de fertilizantes nitrogenados como la urea e indirectamente se usa como fuente de energía. Cuando su precio se incrementa (como ha ocurrido recientemente debido al conflicto entre Rusia y Ucrania), este valor es transferido a los costos de producción de los fertilizantes y, por ende, al precio de los mismos (Baffes y Chian Koh, 2023; FAO, 2022).
- **Precio del petróleo y la energía:** al ser recursos altamente demandados en la agricultura, incluida la fabricación y comercialización de fertilizantes, existe una transferencia de precios de la energía a los insumos y productos terminados de la actividad agropecuaria (Wei Su *et al.*, 2019; Crespi *et al.*, 2022).
- **Tipo de fertilizante:** dependiendo de la fuente y las características del fertilizante, su precio puede variar. Por ejemplo, los fertilizantes de última tecnología (lenta liberación, nanofertilizantes) suelen ser más caros que los tradicionales, ya sean simples o compuestos (Wang *et al.*, 2021; Rashid *et al.*, 2021), aunque en la actualidad los precios de estos dos tipos de fuentes tienen un costo similar. Asimismo, los fertilizantes simples pueden llegar a ser más caros que los compuestos (FAO, 1993). En resumen, para hacer un juicio imparcial del costo de un fertilizante se debe determinar el valor por unidad de nutriente que este aporta. Desde el punto de vista ambiental, el uso de fuentes de liberación lenta, es una de las prácticas que permiten mitigar las emisiones de carbono.
- **Políticas comerciales y subsidios:** la política comercial nacional e internacional afecta el precio de importación, los costos de transacción y/o la disponibilidad de los fertilizantes en el mercado. En el caso de Colombia, por ejemplo, el impuesto por importación de fertilizantes es del 0 % (Decreto 894, 2020; Decreto 1176, 2022). Sin embargo, deben considerarse otros elementos del costo de importación tales como seguros, documentación, almacenamiento, transporte interno, entre otros gastos de nacionalización (Salguero R., 2019).

Un ejemplo del impacto que generan las decisiones de los gobiernos en el precio de los fertilizantes es el de las restricciones temporales que impusieron China e India a sus exportaciones de fertilizante durante el año 2021, con el fin de retener la producción y beneficiar el mercado local (Chow y Patton, 2022). De otra parte, en Asia y África es común que se otorguen subsidios al precio de los fertilizantes (Holden, 2018; Nasrin *et al.*, 2018; Fearon *et al.*, 2015).

- **Control de precios:** la producción de fertilizantes está concentrada en pocas empresas a nivel global. Es decir, se trata de un oligopolio, luego es posible que se presente control de precios. La incertidumbre de los mercados y la esperanza de ganar beneficios con la postventa de los insumos tiende a favorecer el incremento de los precios de los fertilizantes (Gnutzmann y Spiewanowski, 2014; Ott, 2012).
- **Incertidumbre:** la ocurrencia de eventos no planificados o imprevistos también afecta el comportamiento de los precios a escala local, regional o global. Situaciones como la pandemia generada por el COVID-19, la crisis de los contenedores, los conflictos bélicos, los desastres naturales, entre otros, inciden en la volatilidad del precio de los fertilizantes de síntesis química.

En resumen, los precios de los fertilizantes están sujetos a un gran número de factores que les confieren volatilidad, esto es, una alta variabilidad a lo largo del tiempo. Es necesario comprender el panorama económico para prever situaciones que puedan incidir sobre los costos de los insumos y tomar medidas de manera oportuna.

## Estimación de costos de fertilización

Existen diferentes maneras de hacer las estimaciones de costos, de acuerdo con el enfoque que se elija. Los costos de la fertilización contemplan costos directos e indirectos, también pueden considerarse como costos fijos, variables o mixtos (Tabla 15). En cualquier caso, el valor total de la fertilización será la suma de sus partes (Mosquera-Montoya *et al.*, 2021). En este apartado se hará una introducción a la metodología para estimar los costos de los principales rubros de la labor de fertilización.

**Tabla 15.** Clasificación de los rubros de costos de la fertilización.

	<b>Costos fijos</b> No dependen del volumen de producción	<b>Costos mixtos</b> Costos fijos que se pueden convertir en variables (p. ej.: bonificaciones)	<b>Costos variables</b> Dependen del volumen de producción
<b>Costos directos</b> Plenamente identificados con el proceso	Costo de capital de herramientas, maquinaria y animales	Mano de obra	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fertilizantes</li> <li>• Combustible</li> </ul>
<b>Costos indirectos</b> No están identificados con el proceso	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis de suelos y foliares</li> <li>• Mantenimiento preventivo de bienes de capital</li> <li>• Planeación de actividades</li> <li>• Supervisión</li> </ul>		Flete de transporte

Es muy importante tener en cuenta las unidades a la hora de hacer las estimaciones ya que, en el cultivo de palma de aceite, normalmente se busca obtener los costos por tonelada (t RFF o t ACP) o por hectárea (ha) (Mosquera-Montoya *et al.*, 2022; Mosquera-Montoya *et al.*, 2021).

### Costo de los insumos

El costo del fertilizante se calcula teniendo en cuenta el precio pagado por cada fuente al momento de la compra, de acuerdo con su presentación, bulto o tonelada.

Adicionalmente, debe considerarse la dosis aplicada por palma, el precio por kilogramo del fertilizante y la densidad de siembra del área a fertilizar para poder estimar el costo anual por hectárea. Este procedimiento se realiza para cada fuente de fertilizante y luego se suman los costos parciales (Ecuación 9).

Este costo también se puede obtener al multiplicar el precio de cada bulto por el número de bultos que se aplicaron en cada lote o UMA de la plantación.

$$\text{Costo insumos} = \sum_{i=1}^n \left( \frac{\text{kg}_i}{\text{palma} \cdot \text{año}} \right) * \left( \frac{\text{\$}_i}{\text{kg}_i} \right) * \left( \frac{\text{palmas}}{\text{hectárea}} \right) \quad \text{(Ecuación 9)}$$

En donde:

$i$  representa una fuente de fertilizante.

$\text{kg}_i/\text{palma} \cdot \text{año}$  -> dosis de la fuente fertilizante  $i$  aplicada por palma en el año.

$\text{\$/kg}$  -> precio pagado por kilogramo de la fuente  $i$ .

$\text{palmas/hectárea}$  -> densidad de siembra del lote o área fertilizada.

### Costo de mano de obra

La estimación del costo de la mano de obra depende de la forma en que se haga el pago. Normalmente, a los trabajadores responsables de la aplicación de los fertilizantes se les paga ya sea por dosis aplicada o por palma aplicada. En ambos casos es indispensable conocer el rendimiento laboral de los colaboradores con el fin de definir las tarifas a partir del valor del jornal definido.

Se debe tener en cuenta el número de fracciones que se realizan en el año, debido a que representan el número de visitas que se hacen a cada palma y con el que debe pagarse (Ecuación 10).

$$\text{Costo mano de obra} = \sum_{i=1}^n \left( \frac{\text{entradas}}{\text{año}} \right) * \left( \frac{\$}{\text{palma}_i} \right) * \left( \frac{\text{palmas}}{\text{hectárea}} \right) \quad (\text{Ecuación 10})$$

En donde:

*i* representa cada fuente de fertilizante aplicado.

*entradas/año* -> número de ingresos que se hacen en el año para aplicar una determinada fuente fertilizante *i*.

*\$/palma* -> tarifa que se paga por cada palma aplicada con determinada fuente fertilizante *i*.

*palmas/hectárea* -> densidad de siembra del lote o área fertilizada.

### Costo de bienes de capital (herramientas, maquinaria y semovientes)

La compra de un bien de capital (por ejemplo, tractor, motobomba, guadaña, zorra, zorrillo) se considera un costo fijo porque, independientemente del volumen de producción, o cómo se distribuya el tiempo de trabajo del tractor en el cultivo de palma, el precio pagado por el mismo no cambia.

El costo fijo no incluye gastos de combustible o de mantenimiento. La estimación del costo involucra cinco componentes: el precio pagado por la máquina, el valor de salvamento, la vida útil, la participación proporcional del tiempo de uso del activo y el área cubierta (Ecuación 11). El valor de salvamento corresponde al precio de venta del bien cuando ha finalizado su vida útil. Este valor no se considera en el caso de las herramientas.

La participación del costo hace referencia a qué proporción del tiempo de uso del activo corresponde efectivamente a una labor específica, como en este caso, la fertilización. Un tractor, por ejemplo, puede ser utilizado para hacer labores de cosecha y fertilización, por lo que debe tenerse en cuenta esta proporción para cargar justamente el costo fijo. Si alguna herramienta o equipo están dedicadas por completo a la labor de fertilización, como por ejemplo las voleadoras, la proporción de participación equivale a 1, es decir, 100 % del tiempo.

$$\text{Costo bienes de capital} = \left[ \frac{(\text{Valor compra} - \text{valor salvamento})}{\text{Vida útil}} * (\text{Participación}) \right] / \text{Área} \quad (\text{Ecuación 11})$$

En donde:

*Participación* --> proporción de tiempo de uso del bien en labores de fertilización, respecto a su tiempo total de trabajo.

*Área* --> extensión en hectáreas cubiertas por el bien.

## Costo de transporte del fertilizante

El transporte del fertilizante desde el punto de venta al centro de acopio o bodega es una actividad que debe ejecutarse de manera coordinada con las labores del cultivo. Se debe contar con personal para el descargue y espacio suficiente, tanto para la recepción como para su almacenamiento, en donde lo recomendable es que los fertilizantes no queden expuestos a la lluvia o al sol.

El estado de las vías, la distancia desde los puntos de distribución hasta los puntos de acopio y la capacidad de los vehículos que prestan el servicio de transporte son elementos que determinan el costo del transporte por tonelada de fertilizante, que se calcula multiplicando el precio de tonelada transportada por el número de toneladas compradas.

## Costo de mantenimiento de maquinaria y equipos

Es necesario llevar un registro con todas las compras de repuestos y de servicios de mantenimiento a las máquinas y equipos empleados en una labor en particular (p. ej., fertilización). Igualmente, registrar los costos de mantenimiento de los animales, como la alimentación y los servicios veterinarios.

El costo de mantenimiento tiene dos componentes: un costo de mantenimiento preventivo y uno correctivo. El costo de mantenimiento preventivo depende del plan de mantenimiento que se haya definido para los activos, o bien, de las recomendaciones del fabricante, que se basan en el cumplimiento de unas determinadas horas de trabajo. Por el contrario, el mantenimiento correctivo hace referencia al costo de atender imprevistos y daños a los activos.

En algunos casos es posible estimar un costo de mantenimiento a partir del uso de unos coeficientes especiales para maquinaria agrícola (Garbers y Chen, 2013).

## Costo de planeación de la labor de fertilización

El costo de planeación es un costo indirecto de la labor de fertilización en el que se incurre para poder saber cuándo, cómo y con qué fertilizar. Por lo tanto, incluye el costo de elaboración del plan de fertilización y el costo administrativo del manejo de la nutrición del cultivo.

El costo del plan de fertilización incluye a los análisis de suelos y foliares, así como la mano de obra necesaria para la toma y preparación de muestras (Ecuación 12). Para obtener el costo de planeación total debe considerarse la proporción de tiempo

que el responsable del proceso destina a la planificación de la labor y, finalmente, dividirse entre el área cubierta (Ecuación 13).

$$CPF = \left( \frac{\text{análisis}}{\text{año}} \right) * \left\{ \left( \frac{\$}{\text{análisis}} \right) + \left[ \left( \frac{JL}{\text{análisis}} \right) * \left( \frac{\$}{JL} \right) \right] \right\} \quad (\text{Ecuación 12})$$

En donde:

*análisis/año* --> Cantidad de análisis foliares y/o de suelos enviados a laboratorio al año.

*JL/análisis* --> Tiempo, equivalente en número de jornadas laborales dedicado para la planificación de la fertilización.

*\$/análisis* --> costo promedio de cada análisis de suelos o foliar.

*\$/JL* --> costo de la jornada laboral.

$$\text{Costo planeación} = \frac{CPF + [\text{Costo administrativo} * \text{Participación}]}{\text{Área}} \quad (\text{Ecuación 13})$$

En donde:

*CPF* --> costo anual del plan de fertilización, estimado anteriormente.

*Costo administrativo* --> valor promedio anual de la administración del cultivo.

*Participación* --> porcentaje de tiempo o dedicación de las labores administrativas en temas relacionados con la fertilización.

*Área* --> es la extensión en hectáreas del lote o de la plantación.

## Costo de supervisión de la labor de fertilización

La supervisión es un elemento clave para garantizar la calidad y la efectividad de la labor de fertilización. Para la estimación de su costo, debe considerarse el número de supervisores y auxiliares que atienden la labor al igual que la proporción de la jornada laboral destinada a la atención exclusiva de la supervisión de la fertilización (Ecuación 14). Se tendrá en cuenta la unidad de tiempo para hacer la estimación del costo, dado que, el valor del coeficiente se ajusta para llevar a términos de pesos por hectárea anuales. Por ejemplo, si la unidad de tiempo es el día, el coeficiente debe ser el número de días al año en los que se realiza la supervisión de la fertilización.

$$\text{Costo supervisión} = \left( \frac{\# \text{ supervisores}}{\text{Área}} \right) * \left( \frac{\$}{\text{tiempo}} \right) * \text{Proporción} * C. \quad (\text{Ecuación 14})$$

En donde:

*# supervisores/Área* --> Cantidad de personal de supervisión (incluyendo auxiliares) en determinada unidad de área del lote o plantación.

*\$/tiempo* --> salario promedio de los supervisores encargados de la supervisión en una determinada unidad de tiempo (día, mes o año).

*Proporción* --> relación o cociente del tiempo dedicado a la supervisión de la fertilización con respecto al tiempo total de la jornada laboral del supervisor.

*C* --> factor de conversión o coeficiente para convertir unidades de tiempo en términos de año. Por ejemplo, si la unidad de tiempo del salario es el mes, el coeficiente será el número de meses en que se hace la supervisión de la fertilización.

## Bibliografía

- Baffes, J. y Chiang Koh, W. (2023). Los precios de los fertilizantes disminuyen, pero persisten los problemas de asequibilidad y disponibilidad. Blog de Datos del Banco Mundial. <https://blogs.worldbank.org/es/opendata/los-precios-de-los-fertilizantes-disminuyen-pero-persisten-los-problemas-de-asequibilidad>
- Chow, E. y Patton, D. (2022). China issues phosphate quotas to rein in fertiliser exports - analysts. Reuters. Commodities News. <https://www.reuters.com/article/china-fertilizers-quotas-idUSKBN2OQ0KY>
- Crespi, J.M., Hart, C., Pudenz, C.C., Schulz, L.L., Wongpiyabovorn, O., Zhang, W. y Student, P. (2022). *An Examination of Recent Fertilizer Price Changes*. Center for Agricultural and Rural Development. <https://www.card.iastate.edu/products/publications/pdf/22sr117.pdf>
- Cross, L. y Association, I.F. (2023). *Global fertilizer market drivers*. USDA Agricultural Outlook Forum. <https://www.usda.gov/sites/default/files/documents/2023aof-Cross.pdf>
- Decreto 894 de 2020 [Ministerio de Comercio, Industria y Turismo]. Por el cual se modifica parcialmente el arancel de aduanas, Decreto 272 de 2018 y se deroga el Decreto 1027 de 2018. 26 de junio de 2020.
- Decreto 1176 de 2022 [Ministerio de Comercio, Industria y Turismo]. Por el cual se modifica parcialmente el arancel de aduanas para la importación de fertilizantes y plaguicidas. 11 de julio de 2022.
- FAO. (1993). *Los fertilizantes y su uso*. <https://www.fao.org/3/x4781s/x4781s.pdf>
- FAO. (2022). El mercado mundial de fertilizantes: balance de la situación de un mercado en dificultades. FAO. <https://www.fao.org/3/ni280es/ni280es.pdf>
- Fearon, J., Adraki, P.K. y Boateng, V.F. (2015). Fertilizer subsidy programme in Ghana: Evidence of performance after six years of implementation. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*, (5)21, 100-107. [https://www.researchgate.net/publication/308339131\\_Fertilizer\\_Subsidy\\_Programme\\_in\\_Ghana\\_Evidence\\_of\\_Performance\\_after\\_Six\\_Years\\_of\\_Implementation](https://www.researchgate.net/publication/308339131_Fertilizer_Subsidy_Programme_in_Ghana_Evidence_of_Performance_after_Six_Years_of_Implementation)
- Garbers, R. y Chen, Y.E. (2013). *Costos Operativos de Maquinaria Agrícola. Síntesis básica para su cálculo*. Agromecanizar. [https://media-expl1.licdn.com/dms/document/C4D1FAQF-iwC6MbtAHg/feedshare-document-pdf-analyzed/0/1639871963585?e=2147483647&v=beta&t=xwsbqtYpSOzj4-CA-B\\_98fRNdbwulhHR0V71BLUMnvc](https://media-expl1.licdn.com/dms/document/C4D1FAQF-iwC6MbtAHg/feedshare-document-pdf-analyzed/0/1639871963585?e=2147483647&v=beta&t=xwsbqtYpSOzj4-CA-B_98fRNdbwulhHR0V71BLUMnvc)

- Gnutzmann, H. y Spiewanowski, P. (2014). Did the Fertilizer Cartel Cause the Food Crisis? *SSRN Electronic Journal*, October, 28-40. <https://ssrn.com/abstract=2534753>
- Holden, S.T. (2018). *The Economics of Fertilizer Subsidies*. Centre for Land Tenure Studies Working Paper 9/18. <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/242770/1/clts-wp2018-09.pdf>
- Index Mundi. (2023). Commodity Prices. <https://www.indexmundi.com/commodities/>
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2022). *Boletín de precios de insumos agropecuarios # 2 de 2022*.
- Morales, P. y García, N. (2021). *Precio de los fertilizantes y análisis de factores que explican su incremento*. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. [https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/32638/2/Precio\\_de\\_los\\_fertilizantes\\_y\\_ana\\_lisis\\_de\\_factores\\_que\\_explican\\_su\\_incremento\\_Final.pdf](https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/32638/2/Precio_de_los_fertilizantes_y_ana_lisis_de_factores_que_explican_su_incremento_Final.pdf)
- Mosquera-Montoya, M., Ruiz-Álvarez, E., Munévar-Martínez, D.E., Estupiñán, M., Guerrero, Á.E. y Cala, S. (2022). Estudio de costos de producción 2021 para empresas *benchmark* 2021. *Palmas*, (43)4, 26-39. <https://doi.org/10.56866/01212923.13911>
- Mosquera-Montoya, M., Ruiz-Álvarez, E., Munévar-Martínez, D.E., Estupiñán, M., Guerrero, Á.E. y Cala, S y Sierra, S. (2021). Costos de producción para empresas que adoptan mejores prácticas en el año 2020. *Boletines técnicos*, (42), 1-66. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/boletines/article/view/13710>
- Nasdaq Data Link. (2023). US Gulf NOLA DAP Export Spot Price per MT. IMF Cross Country Macroeconomic Statistics. [https://data.nasdaq.com/data/ODA/PDAP\\_USD](https://data.nasdaq.com/data/ODA/PDAP_USD)
- Nasrin, M., Bauer, S. y Arman, M. (2018). Assessing the impact of fertilizer subsidy on farming efficiency: A case of Bangladeshi farmers. *Open Agriculture* (3)1, 567-577. <https://doi.org/10.1515/opag-2018-0060>
- Nyondo, C.J., Nyirenda, Z.B., Burke, W.J. y Muyanga, M. (2021). The Inorganic Fertilizer Price Surge in 2021: Key Drivers and Policy Options. Policy Brief No. 11. <https://ageconsearch.umn.edu/record/329241/>
- Ott, H. (2012). Fertilizer markets and its interplay with commodity and food prices. JRC Scientific and Policy Reports, no. JRC73043. DOI 10.2791/82136.
- Rashid, M., Hussain, Q., Khan, K.S., Alwabel, M.I., Hayat, R., Akmal, M., Ijaz, S.S., Alvi, S. y Obaid-ur-rehman. (2021). Carbon-Based Slow-Release Fertilizers for Efficient Nutrient Management: Synthesis, Applications, and Future Research Needs. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, (21)2, 1144-1169. DOI 10.1007/s42729-021-00429-9.
- Salguero, R. (2019). *Guía Práctica: costeo de una exportación e importación*. Cámara de Comercio de Bogotá. <http://hdl.handle.net/11520/14391>
- Schnitkey, G., Swanson, K., Paulson, N. y Zulauf, C. (2021). Weekly Farm Economics: Fertilizer Price Increases for 2021 Production. *Farmdoc daily*, (11)64, 1-4.

- USDA. (2022). *Impacts and Repercussions of Price Increases on the Global Fertilizer*. USDA. <https://www.fas.usda.gov/sites/default/files/2022-09/IATR%20Fertilizer%20Final.pdf>
- Vega, A., Cervantes, A., Prado, E. y Luna, Á. (2021). Análisis del mercado para la comercialización de abono orgánico a partir de heces fecales en el cantón Machala. *Dominio de las Ciencias*, (7)5, 1-21.
- Wang, W., Yang, S., Zhang, A. y Yang, Z. (2021). Synthesis of a slow-release fertilizer composite derived from waste straw that improves water retention and agricultural yield. *Science of the Total Environment*, (768), 144-978. DOI 10.1016/j.scitotenv.2021.144978
- Wei Su, C., Wang, X.Q., Tao, R. y Oana-ramona, L. (2019). Do oil prices drive agricultural commodity prices? Further evidence in a global bio-energy context. *Energy*, (172), 691-701. DOI 10.1016/j.energy.2019.02.028.
- YARA (2022). *Fertilizer Industry Handbook 2022*. YARA. <https://www.yara.com/siteassets/investors/057-reports-and-presentations/other/2022/fertilizer-industry-handbook-2022-with-notes.pdf/>