

AVM de Cultivos — Fórmulas, Definiciones y Procedimiento

Propósito: Documentar, de forma precisa y entendible, las ecuaciones usadas por la calculadora de valuación agrícola (AVM) para bloques/parcelas. Incluye variables, unidades, reglas de valoración y el orden de cómputo.

1) Convenciones, unidades y notación

- Moneda: **COP** (pesos colombianos).
- Área: **ha** (hectáreas).
- Masa: **kg** (cuando se lea en toneladas, $\text{tons} \rightarrow \text{kg} = \text{tons} \times 1000$).
- Tasas (interés, factor DNP): decimales. Ej.: $9.5\% = \mathbf{0.095}$.
- Fechas en formato ISO: `aaaa-mm-dd`.

Índices

- t : edad (años desde la siembra, **entero**).
- Cálculos por **bloque** (subíndice `block`) y por **hectárea** (`/ha`).

Funciones auxiliares

- `floor(·)`: parte entera hacia abajo.
 - `curve_data["t"]`: acceso a un mapa JSON **edad** \rightarrow **valor** (de BD).
-

2) Variables de entrada (por bloque)

Variable	Símbolo	Unidad	Descripción
<code>block_area_ha</code>	A	ha	Área del bloque.
<code>planting_date</code>	—	fecha	Fecha de siembra.
<code>valuation_asof_date</code>	—	fecha	Fecha de corte para la valuación.
<code>yield_source</code>	—	—	"measured" o "modeled".
<code>production_tons_period</code>	Q_{tons}	ton	Producción en el periodo (si <i>measured</i>).
<code>period_days</code>	D	días	Días cubiertos por Q_{tons} .
<code>age_yield_curve_id</code>	—	—	Id de curva edad–rendimiento (si <i>modeled</i>).

realization_factor	ϕ	—	Factor de realización (0.8–1.2 típico). Por defecto 1.0.
price_farmgate_cop_per_kg	P	COP/kg	Precio a puerta de finca.
cost_source	—	—	"standard_template" o "custom_entered".
cost_template_id	—	—	Id de plantilla estándar (si aplica).
11 grupos de costo personalizado	—	COP/ha	Suma por ha si cost_source="custom_entered".
financed_amount_cop	F	COP	Monto financiado en el periodo.
ea_rate	i	—	Tasa efectiva anual aplicada al monto financiado.
cumulative_outlays_to_date_cop	C^{acum}	COP	Egresos acumulados históricos (improductivo).
inp_factor	α	—	Factor improductivo (0.30–0.50). Por defecto 0.40.
dnp_discount_rate	r	—	Tasa de descuento para VPN de un periodo.

3) Derivadas fundamentales

3.1 Edad

$$t = \text{floor} \left(\frac{\text{valuation_asof_date} - \text{planting_date}}{365} \right)$$

3.2 Rendimiento por hectárea Y_t (kg/ha)

- **Medido** (yield_source = "measured"):

$$Y_t = \frac{Q_{\text{tons}} \times 1000}{A \times \left(\frac{D}{365} \right)} \text{ [kg/ha]}$$

- **Modelado** (yield_source = "modeled"):

$$Y_t = Y_t^{\text{base}} \times \phi, Y_t^{\text{base}} = \text{age_yield_curves}[\text{curve_id}].\text{curve_data}[t]$$

3.3 Costos directos por hectárea C_t (COP/ha)

1. **Curva por edad** (preferido, si existe cost_curves):
Buscar una curva cuyo id coincida/alias con age_yield_curve_id (o por cultivar) y leer:

$$C_t = \text{cost_curves}[\text{curve_id}].\text{curve_data}[t]$$

2. **Plantilla estándar** (cost_source="standard_template", sin curva por edad):

$$C_t = \sum_{g=1}^{11} \text{template_cost}_g \text{ [COP/ha]}$$

3. **Custom** (cost_source="custom_entered"):

$$C_t = \sum_{g=1}^{11} \text{input_cost}_g \text{ [COP/ha]}$$

3.4 Ingreso bruto del bloque G (COP)

$$G = Y_t \times P \times A$$

3.5 Costo financiero del bloque CF (COP)

$$CF = F \times i$$

3.6 Inversión total del bloque I (COP)

$$I = (C_t \times A) + CF$$

3.7 Ingreso neto del bloque N (COP)

$$N = G - I$$

4) PE, fase y acumulados

4.1 Acumulados (implementación simplificada actual)

En la calculadora, para el **periodo actual**:

$$\text{Influjos}^{\text{acum}} = G, \text{Egresos}^{\text{acum}} = I + C^{\text{acum}} \text{ (si viene informado)}$$

Alternativa más rigurosa (multi-año): Acumular año a año $\sum_{\tau=0}^t G_{\tau}$ y $\sum_{\tau=0}^t I_{\tau}$ leyendo curvas históricas. (No implementado en el snippet actual).

4.2 Fase del bloque

$$\text{fase} = \begin{cases} \text{improductive} & \text{si } t \leq 3, \\ \text{productive} & \text{si } t \geq 4. \end{cases}$$

4.3 Punto de equilibrio (PE)

$$\text{PE} = \begin{cases} \text{PE+} & \text{si } \text{Influjos}^{\text{acum}} \geq \text{Egresos}^{\text{acum}}, \\ \text{PE-} & \text{en otro caso.} \end{cases}$$

5) Reglas de valuación (valor del bloque)

Definimos V como el **valor AVM del bloque** y $v = V/A$ el valor **por ha**.

1. **Improductiva** ($t \leq 3$)

$$V = C_{\text{impl}}^{\text{acum}} + \alpha \cdot \bar{N}_{\text{improd}}$$

- En la implementación actual: $C_{\text{impl}}^{\text{acum}} = I$ si no se provee `cumulative_outlays_to_date_cop`.
- \bar{N}_{improd} : promedio de utilidades netas en fase improductiva. En el snippet actual se aproxima con **la neta del periodo** (si no hay histórico).

2. **Productiva & PE-**

$$V = N + I$$

3. **Productiva & PE+**

$$V = N$$

Valor por ha: $v = V/A$.

6) Indicadores de negocio

- **VPN de un periodo (simplificado):**

$$\text{VPN}_1 = \frac{N}{1+r}$$

Extensión multi-periodo: $\text{VPN} = \sum_{\tau=1}^T \frac{N_{\tau}}{(1+r)^{\tau}}$ con proyección de $Y_{\tau}, C_{\tau}, P, F_{\tau}$.

- **IRR:** no se calcula en el snippet actual; requiere vector de flujos $\{-I_0, N_1, \dots, N_T\}$.
 - **Año de PE:** primer t tal que $\text{influjos acumulados} \geq \text{egresos acumulados}$. En el snippet actual se infiere con datos del periodo; para exactitud, usar acumulados multi-año.
-

7) Procedimiento paso a paso (orden de cómputo)

1. **Edad:** calcular t .
 2. **Rendimiento/ha:**
 - Si *measured*: usar fórmula con Q_{tons} y D .
 - Si *modeled*: leer Y_t^{base} de `age_yield_curves[curve_id].curve_data[t]` y multiplicar por ϕ .
 3. **Costo/ha:**
 - Preferir **curva por edad** en `cost_curves`; si no existe, usar **plantilla** (`standard_template`) o **custom**.
 4. **Ingreso bruto:** $G = Y_t \times P \times A$.
 5. **Costo financiero:** $CF = F \times i$.
 6. **Inversión total:** $I = (C_t \times A) + CF$.
 7. **Ingreso neto:** $N = G - I$.
 8. **Acumulados:**
 - Simplificado: $\text{Influjos}^{\text{acum}} = G$, $\text{Egresos}^{\text{acum}} = I + C^{\text{acum}}$ (si existe).
 9. **Fase y PE:** aplicar reglas de §4.2 y §4.3.
 10. **Valor V :** aplicar reglas de §5.
 11. **VPN:** $\text{VPN}_1 = N / (1 + r)$.
 12. **Por ha:** dividir V entre A .
 13. **Tier QA:** A/B/C según fuente de rendimiento (medido + evidencia) y completitud de precio/costos.
-

8) Lectura desde BD (cómo se arman las curvas)

8.1 Curva edad–rendimiento (`age_yield_curves`)

- Tabla: `public.age_yield_curves`
- Campo: `curve_data` (JSONB), p.ej.
`{"3":14000,"4":26000,"5":34000,"6":38000,...}`
- Acceso: `yield = curve_data[t]` (convertir clave string → entero).

Ejemplo OxG

`id = 'oil_palm_oxg' → curve_data["6"] = 38000 kg/ha.`

8.2 Curva edad–costo (`cost_curves`)

- Tabla: `public.cost_curves`

- Campo: `curve_data` (JSONB), p.ej. `{"6":10982967.5829,...}` en **COP/ha**.
- Acceso: `cost_ha = curve_data[t]`.

Ejemplo OxG

`id = 'oil_palm_cost_oxg' → curve_data["6"] ≈ 10,982,968 COP/ha.`

Alias práctico: si `age_yield_curve_id` contiene "oxg", mapear a `oil_palm_cost_oxg`; si contiene "palmaeguinensis", mapear a `oil_palm_cost_palmaeguinensis`.

9) Ejemplo numérico (OxG, edad 6, 5 ha, precio 740 COP/ha, 70% financiado, EA=0.095)

Datos:

$A = 5$ ha, $t = 6$, $Y_t = 38,000$ kg/ha, $P = 740$ COP/kg, $C_t = 10,982,968$ COP/ha, $F = 0.70 \times (C_t \times A) = 38,440,388$, $i = 0.095$, $r = 0.12$.

Cálculos:

1. $G = 38,000 \times 740 \times 5 = 140,600,000$ COP.
2. $CF = 38,440,388 \times 0.095 \approx 3,651,837$ COP.
3. $I = (10,982,968 \times 5) + 3,651,837 = 58,566,675$ COP.
4. $N = 140,600,000 - 58,566,675 = 82,033,325$ COP.
5. $VPN_1 = 82,033,325 / 1.12 \approx 73,244,041$ COP.
6. Fase ($t=6$): **productiva**. PE (simplificado con acumulados del periodo): **PE+**.
7. **Valor** (productiva, PE+): $V = N = 82,033,325$ COP.
8. Valor por ha: $v = 82,033,325 / 5 = 16,406,665$ COP/ha.

10) Extensiones recomendadas

- **Acumulados multi-año** reales (para PE exacto).
- **Proyecciones T-periodos** para NPV/IRR.
- **Descomposición de C_t** en 11 grupos (siempre) a partir de proporciones por edad.
- **Sensibilidades:** $\pm 10\%$ en P , C_t , ϕ , i .