IICA

MATERIALES DIDACTICOS
CEPI

**INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA**
**Subdirección General Adjunta de Operaciones**
**Centro de Proyectos de Inversión**



NOTA DE CURSO

# VALOR TEMPORAL DEL DINERO

Mediante esta nota se establecen los conceptos básicos utilizados en la metodología de actualización del flujo de fondos para la obtención de indicadores de rentabilidad del proyecto; así como también calcular la amortización de los préstamos.

Complementariamente se ha preparado la nota de curso "Uso de Tablas Financieras", que contiene los factores de descuento (actualización); aplicables en el análisis de inversión.

Preparado por:

Rodolfo Teruel
Eugenio Sánchez
Jorge Caro

Mayo, 1987

## VALOR TEMPORAL DEL DINERO

Son dos los conceptos básicos empleados en el análisis financiero: en primer lugar la tasa de interés compuesto y en segundo lugar la tasa de descuento; pero antes de entrar en su definición, conviene referirse a algunos juicios que sirven de fundamento para llegar a la comprensión de tales conceptos.

El hombre siempre le ha dado primordial importancia al uso y utilidad del dinero y recursos con que cuenta, adecuando sus decisiones en relación al nivel de ingresos de que dispone, para poder satisfacer sus necesidades y lograr sus objetivos de bienestar, considerando a la vez el efecto sobre su posición económica actual y futura. La asignación que haga de su ingreso, debe ser la más conveniente, de tal manera que implique gastos menores con mayor poder de satisfacción. Lo anterior se explica por el comportamiento humano, dado que su conducta se manifiesta por un conjunto de necesidades ilimitadas imposible de realizar debido a la propia escasez de recursos para poder satisfacerlas, esto es, que el total de bienes que consume siempre será menor que sus necesidades, por lo que procurará obtener mayor provecho de lo que posee.

Otro de los factores que induce al hombre a tomar decisiones que se ajusten a sus gustos e ingresos, es que prefiere satisfacer sus necesidades lo antes posible en vez de hacerlo después; de ahí que

el consumo de hoy se prefiere al de mañana. Tomar estas decisiones tiene un costo, o sea que debemos saber en cuánto estamos dispuestos a sacrificar el consumo de hoy, para obtener un consumo superior en el futuro, o cuánto del consumo futuro estamos dipuestos a sacrificar para un mejor consumo actual. En otras palabras para él, el dinero de hoy tiene más valor que el del futuro. Usualmente el criterio anterior, es el más generalizado en la toma de decisiones, particularmente en el caso de los pequeños agricultores, cuando deciden cuánto de la producción se va a destinar para el consumo familiar - llamado algunas veces autoconsumo - esto implica que él está reconociendo dos situaciones, la primera se refiere a que esta decisión de reservar parte de la producción para el gasto familiar, le asegura más beneficios que si tuviera que venderla, debido a la incertidumbre de precios y de sus ingresos en el futuro; así como también el riesgo de perder la producción del siguiente ciclo agrícola.

La otra situación es, cuando el agricultor vende toda la producción - inclusive la del consumo familiar - lo que puede ocurrir cuando hay incentivos debido a mejores precios, en este caso el productor prefiere obtener mayores ingresos, pues le reporta más beneficios; sin embargo, no es preciso que exista un buen precio para llegar a vender parte de toda la cosecha, se darán condiciones - a veces muy frecuentes - en que el productor se verá obligado a obtener recursos monetarios adicionales para satisfacer necesidades de primer orden, lo que le significará mayor utilidad hoy que mañana, aunque tenga que enfrentar las consecuencias que se derivan de la falta de aprovisionamiento. Este ejemplo, y otras modalidades financieras a nivel de la economía campesina, indican que mediante las distintas posibilidades de uso de estos recursos escasos, se expresa la decisión de valorar las expectativas tanto presentes como futuras.

Existen otras razones, por las cuales se elige el dinero de hoy que el del futuro, éstas las encontramos en los siguientes factores:

a. Inflación. Si en este año con 100 pesos compramos "x" cantidad de kilos de fertilizantes, en cinco años por lo menos, o bien sólo se compra la mitad o se paga el doble del valor de hoy.

b. El gasto oportuno. Algunas necesidades exigen satisfacerlas en forma inmediata, o sea en el momento oportuno, por ejemplo, en cierta etapa del ciclo productivo de un cultivo requerirá la aplicación del fertilizante necesario para su normal crecimiento, después de esta fase no producirá los resultados esperados.

c. Riesgo. Es mejor y seguro lo que tenemos hoy que lo que pueda ofrecer el futuro.

d. Uso adecuado. El dinero se puede prestar durante un período y hacerlo crecer de manera que en este tiempo pueda aumentar en varias veces su valor.

Lo que se ha explicado hasta aquí, sobre el cambio del valor del dinero a lo largo del tiempo, nos permite introducir el concepto del interés o rendimiento del capital, ya que surge por la preferencia que muestran las personas por disponer del dinero ahora y no en el futuro, el realidad lo que ocurre es que una cantidad de dinero actual tiene la capacidad para generar más dinero, y se está renunciando a la posibilidad de aprovecharlo hasta que sea devuelto.

Sabiendo que el dinero que poseemos nos puede brindar mayores beneficios si se utilizara para alguna actividad lucrativa, en vez de prestarlo a otra persona, la cual lo aprovecharía para obtener alguna utilidad y cancelarlo después; (el que prestó pierde por no utilizarlo y el otro obtiene ganancia pues aumenta su valor), por lo que es razonable que quien dé dinero en préstamo, reciba algo más, y el otro pague en recompensa por las ganancias que obtuvo. Por eso la recompensa que una persona obtiene al haber prestado su dinero a otra se define como interés, o sea la cantidad (porcentaje) que se debe pagar o cobrar por el uso del dinero; la cantidad que se presta se llama capital o principal.

El tiempo de pago del interés se indica normalmente para un período de un año, expresándose lo correspondiente a las fracciones de un año; seis meses (semestral), tres meses (trimestral) y un mes (mensual); así tenemos que si se prestan 100 pesos al 10% (diez por ciento) significa que ese interés es anual, de tal manera que en seis meses (semestral) sería el 5% (cinco por ciento) de interés; en tres meses el 2.5% (dos y medio por ciento), y así dependiendo del número de meses que cubra el préstamo.

## 4.1. Interés simple

A diferencia del interés compuesto, como decíamos, en el interés simple se paga solamente sobre el capital y el importe de este interés depende directamente del período de tiempo por lo que se ha hecho el préstamo. Es decir, el interés que hay que pagar sobre un préstamo de $900 al 5% por un año es mayor que el mismo préstamo a 6 meses. En ocasiones el período de tiempo hay que computarlo en días exactos entre la obligación y el vencimiento.

Por lo tanto para el cálculo del interés el primer paso es concretar el número de días, para esto, es costumbre omitir el primer día y contar el último.

Ejemplo 1. Un préstamo fechado el 7 de julio vence el 5 de setiembre del mismo año, por ejemplo el número exacto de días entre dos fechas:

| | | |
|---|---|---|
| | 31 | días de julio |
| | - 7 | días de julio, fecha de préstamo |
| | 24 | días restantes de julio |
| | 31 | días de agosto |
| | 5 | días de setiembre (fecha de vencimiento) |
| TOTAL | 60 | días |

Una vez que conocemos el período de tiempo o plazo del préstamo el interés simple se calcula multiplicando el principal por la tasa de interés y el tiempo

Interés = Principal x tasa de interés x tiempo

$$I = PI.T$$

En el cálculo de interés simple el tiempo usado se expresa como múltiplo o fracción de un año. Si el tiempo se expresa en meses el número de meses se coloca sobre 12 en la fórmula. Si el tiempo se cálcula en días aparecería sobre 360 en la fórmula.

Ejemplo 2. Hallar el interés y el valor al vencimiento de un préstamo de $900 al 6% por dos años.

Solución = I = 900 x 0,06 x 2 = \$108

Valoral vencimiento = Principal + Interés = 900 + 108 3 \$1008

Ejemplo 3. Hallar el interés de \$900 al 6% por 6 meses

Solución: $I = 900 \times 0{,}06 \times \frac{6}{12} = \$27$

Ejemplo 4. Hallar el interés (ordinario) de \$900 al 6% por 90 días

Solución: $I = 900 \times 0{,}06 \times \frac{90}{360} = \$13{,}50$

## 4.2. Interés compuesto

El término de interés compuesto implica únicamente que el interés pagado sobre un préstamo se agrega al capital al finalizar cada período, (1) como resultado se devengan intere- ses sobre los intereses ya percibidos. De esta forma el interés de un período se convierte en capital en el siguien- te período. Así, el capital no permanece constante sino que continúa creciendo por todo el tiempo que el interés se deja acumular, y no hay retiros del capital original. Se aplica generalmente a préstamos a largo plazo.

(1) Para el análisis de proyectos se establecen dos principios contables: el primero, es que el interés se indica con carácter anual. La segunda, es que el dinero se toma a préstamo al inicio del período y que se devuelve al final del período.

Imaginemos, como ejemplo, que una persona tiene \$100 en una cuenta de ahorros y quiere saber cuánto tendrá en esa cuenta al final de un año si la tasa es del 5% anual.

La fórmula para resolver este problema es:

$$VF_1 = X_0 (1 + r)$$

donde $VF_1$ = valor futuro al terminar un período de $X_0$

$X_0$ = total de ahorros al comienzo

$r$ = tasa de interés

Por lo que

$$VF_1 = 100 (1 + 0,05) = \$105$$

Al finalizar un período de dos años es

$$VF_2 = X_0 (1 + r)^2$$

por lo que el valor futuro al finalizar el segundo año es:

$$VF_2 = 100 (1 + 0,05)^2 = \$110,25$$

De manera similar, al finalizar los años n años, el valor futuro de un depósito es:

$$VF_n = X (1 + r)^n$$

En la siguiente tabla se ilustra claramente el concepto de los intereses que han sido generados por intereses ya devengados, calculados anteriormente.

Cuadro 12. Cálculo de intereses y valor futuro

| Período | Valor inicial | Intereses devengados durante el período (5% Sobre el valor inicial) | Valor futuro |
|---|---|---|---|
| 1 | $ 100,00 | $ 5,00 | 105.00 |
| 2 | 105,00 | 5,25 | 110.25 |
| 3 | 110,25 | 5,51 | 115.76 |
| 4 | 115,76 | 5,79 | 121.55 |
| 5 | 121,55 | 6,08 | 127.63 |
| 6 | 127,63 | 6,38 | 134.01 |
| 7 | 134,01 | 6,70 | 140.71 |
| 8 | 140,71 | 7,04 | 147,75 |
| 9 | 147,75 | 7,38 | 155.13 |
| 10 | 155,13 | 7,76 | 162.89 |

Para calcular el valor futuro al finalizar el décimo año hemos tenido que realizar las siguientes operaciones:

$$VF_{10} = 100\ (1 + 0{,}05)^{10}$$

Para lo que hemos tenido que elevar a la décima potencia 1,05, esta operación resulta lenta y tediosa. Para resolver este tipo de problemas se utilizan normalmente las tablas de interés compuesto que facilitan el proceso de cálculo al proporcionar un sólo factor de multiplicación. Su utilización se explicará en el Anexo No. 1.

Con la figura 1 representamos gráficamente cómo aumenta el valor futuro al aumentar la tasa de interés, r, y el número de períodos.

Retomando nuestro ejemplo comparamos el depósito inicial de $100 con tasas de interés del 5%, 10% y 15%. A mayor tasa, como puede apreciarse, será mayor la pendiente de la curva de crecimiento de los aumentos del valor futuro.

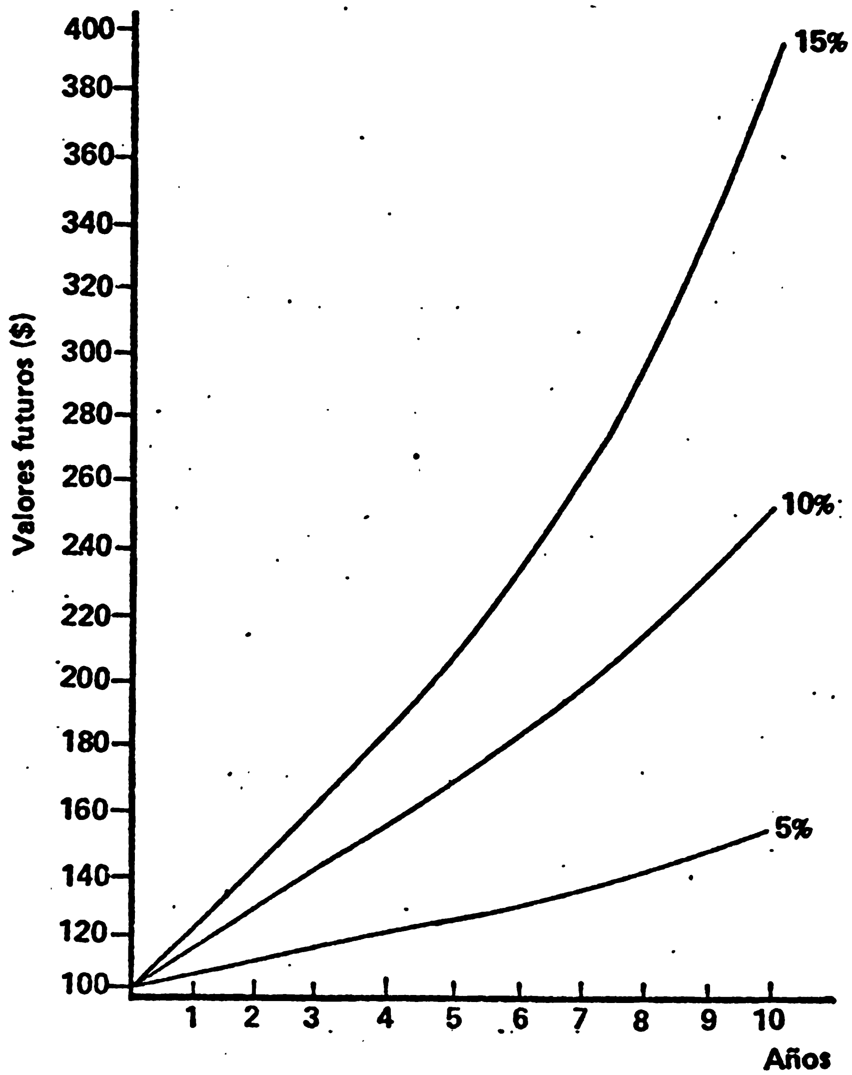


Fig. 1. Valores futuros de un depósito inicial de $100 con tasas de interés del 5%, 10% y 15%.

a. Pago de intereses más de una vez al año

Hasta el momento hemos supuesto que el interés se paga anualmente, consideramos ahora la relación entre el valor futuro y la tasa de interés para un número diferente de períodos al año.

Para ello la tasa de interés tendrá que dividirse por el número de veces en que se pagan los intereses al año m. Asimismo, la potencia a la que se eleva (1 + i) tendrá que multiplicarse por el mismo número de períodos. De manera que la fórmula general para el cálculo del valor futuro queda:

$$VF = X_n\ (1 + r/m)^{n \cdot m}$$

Supongamos que los intereses se pagan semestralmente; siguiendo con nuestro ejemplo tenemos que:

$$VF\ 1/2 = \$\ 100\ (1 + 0{,}05/2) = \$\ 102{,}50$$

Al final de un año sería:

$$VF_1 = \$\ 100\ (1 + 0{,}05/2)^2 = \$\ 105{,}0625$$

Remitiéndose a la Tabla 1 y comparando los dos valores futuros al cabo de un año, observamos una diferencia de \$0,0625 que se atribuyen al hecho de que durante los segundos seis meses se ganan intereses sobre los \$2,50 (\$102,50 - \$100) de intereses pagados al finalizar los primeros seis meses. A mayor sea el número de veces que se pagan intereses durante el año será mayor el valor futuro al finalizar un año dado.

Para ilustrar, supongamos que el interés fue pagado cada tres meses y que deseamos conocer el valor futuro al finalizar un período de tres años. Sería:

$$VF = \$100\ (1 + \frac{0,05}{4})^{12} = \$116,08$$

Cuando los cálculos se hacen semestrales para el mismo período de tres años:

$$VF = \$100\ (1 + \frac{0,05}{2})^{6} = \$115,97$$

y anualmente:

$$VF = \$100\ (1 + \frac{0,05}{1})^{3} = \$115,76$$

A mayor número de períodos en que se pague el interés será mayor el valor del futuro.

Por un período de 3 años:

| | |
|---|---|
| Trimestralmente | \$ 116,08 |
| Semestralmente | \$ 115,97 |
| Anualmente | \$ 115,76 |

b. <u>Valor futuro con pagos o recibos uniformes</u>

Supongamos ahora en nuestro ejemplo, que aparte de hacer el depósito inicial agrega una cantidad al finalizar cada período. Por lo que a los supuestos iniciales del depósito de \$100, con un tipo de interés del 5% le añadimos de \$50 anual. Al finalizar el primer año el valor futuro sería:

$$VF = \$100\ (1{,}05) + \$50 = \$155$$

Al final de los dos años, sería:

$$VF = \$155\ (1{,}05) + \$50 = \$212{,}75$$

De manera similar, el valor futuro al finalizar cualquier período sería:

$$VF = \left(X_0 + \frac{x}{r}\right) \quad (1 + r)^n - \frac{X}{r}$$

Siendo x la cantidad que se agrega al finalizar cada período. Utilizando la fórmula general, el valor futuro al finalizar los dos años sería:

$$VF = \left(\$100 + \$\frac{50}{0{,}05}\right) \quad (1+ 0{,}05)^2 - \$\frac{50}{0{,}05} = \$212{,}75$$

El cual, naturalmente, es igual al que se calculó anteriormente.

## 4.3. Valor presente

Después de considerar el interés compuesto, estamos en condiciones de estudiar el valor presente. En cualquier sistema económico en donde el capital tenga algún valor, un dólar de hoy vale más que dentro de uno, dos o tres años. Consecuentemente, necesitamos una manera que nos permita estandarizar las diferencias de los flujos de caja en el tiempo de manera que el efecto del tiempo en el valor de la moneda sea reconocido adecuadamente. El calcular el valor presente de

flujos de caja futuros nos permite aislar las diferencias en tiempo de estos flujos de caja.

Para ilustrar el método supongamos que tenemos la oportunidad de recibir $1000 al finalizar cada uno de los dos años. Si los costos de oportunidad de los fondos son del 8% anual ¿qué representaría hoy esta propuesta?

Para el cálculo del valor futuro en la sección anterior multiplicábamos el depósito inicial por (1 + r); donde r era la tasa de interés. En este caso tenemos el valor futuro ($1000) y la tasa de interés, por lo que debemos encontrar el valor inicial.

Aplicando la fórmula del valor futuro a nuestro ejemplo:

$$1000 = X_0 \, (1 + 0{,}08)$$

$X_0$ sería, en este caso, el valor de los $1000 en el día de hoy, por lo que

$$X_0 \ \frac{1.000}{(1 + 0{,}08)} = \$925{,}93$$

$925,93 es el <u>valor presente</u> (VP) de los $1000 que se recibirán al finalizar el año primero.

De manera similar, el valor presente de $1000 que serán recibidos al final de dos años es:

$$VP = \$\frac{1.000}{(1 + 0{,}08)^2} = \$857{,}34$$

La fórmula general para encontrar el valor presente de un capital que vayan a ser recibidos al final del año n siendo k la tasa requerida de descuento es:

$$VP = \frac{Q}{(1 + K)^n}$$

Nótese que es el recíproco de la fórmula para calcular el valor futuro.

El valor presente de una cantidad de dólares decrece cuando el momento en que se recibirá es más lejano.

La figura 2 nos muestra gráficamente cómo el valor presente de $100 que van a ser recibidos entre 1 y 10 años, con tasas del 5%, 10% y 15%, decrece a medida que el punto en tiempo en el cual va a ser recibida es más lejano. A mayor sea la tasa de interés, naturalmente, será menor el valor presente pero también será más pronunciada la curva.

a. <u>Valor presente cuando el interés se calcula más de una vez por año.</u>

Al igual que ocurre en el cálculo del valor futuro cuando el interés se calcula más de una vez por año, la tasa de descuento k, debe dividirse por el número de períodos en el que se calculan los intereses durante el

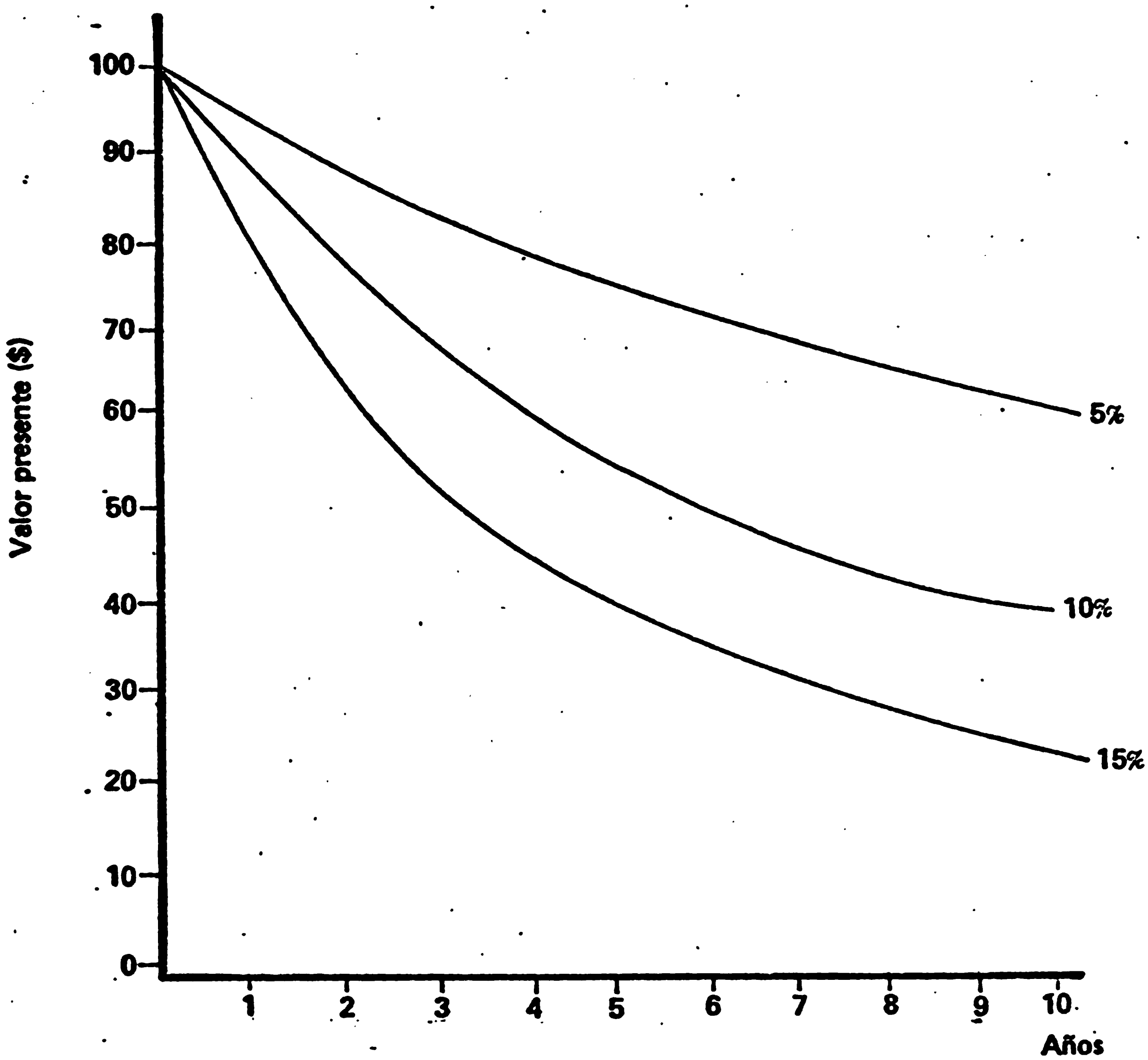


**Fig. 2. Valor presente de $100 a diferentes tasas de descuento**

año. Asimismo, la potencia a la que elevamos (1 + k) también se verá multiplicándose por el mismo número de períodos, por lo que la fórmula general del valor presente queda de la siguiente forma:

$$VP = \frac{Qn}{(1 + k)^{nm}}$$

de donde, lo mismo que antes, Qn es el flujo al final del año n, m el número de veces que se calcula al interés y k es la tasa de descuento.

Ejemplo: El valor presente de $1000 que serán recibidos al final del año tres, con una tasa de descuento del 10% calculada trimestralmente.

$$VP = \$ \frac{1000}{\left(1 + \frac{0,1}{4}\right)^{4x3}} = \$743,6$$

Si el cálculo es mensual:

$$VP = \$ \frac{1000}{\left(1 + \frac{0,1}{12}\right)^{12x3}} = \$741,7$$

Si el cálculo es semestral:

$$VP = \$ \frac{1000}{\left(1 + \frac{0,1}{2}\right)^{2x3}} = \$746,2$$

A mayor número de períodos en que se calcula el interés, menor será el valor presente.

Para un período de 3 años:

| | | |
|---|---|---|
| Si el cálculo es | semestral | $ 746,2 |
| | trimestral | $ 743,6 |
| | mensual | $ 741,7 |

## 4.4 Anualidades

En este apartado, el interés compuesto se aplica a una serie de pagos iguales que se hacen en la fecha de conversión del interés a diferencia de aplicarlo a una sola cantidad de dinero según se vio en el apartado del interés compuesto.

Una anualidad es una serie de pagos usualmente iguales hechos a intervalos regulares de tiempo generado por un depósito inicial.

El tiempo entre los pagos sucesivos es el intervalo de pagos o el período de pago. El tiempo entre el primer período de pago y el último período de pago es el plazo de la anualidad.

Supongamos que una persona hereda \$10.000 y desea tener un ingreso estable durante los próximos 10 años. Un banco le ofrece la posibilidad de invertirlo sobre la base de 5% de retorno. ¿Cuál es la cantidad anual que recibirá esta persona?

Basándose en la fórmula general que utilizamos para calcular el valor futuro con pagos o recibos uniformes; (Apartado 3.2.).

$$VF = \left(X_0 + \frac{x}{r}\right)(1 + r)^n - \frac{x}{r}$$

Sabemos que el valor futuro al finalizar los 10 años es cero ya que en ese momento se habrá agotado el depósito inicial. También sabemos que $X_0$ \$10.000, $r = 5\%$ y $n = 10$ años. Podemos despejar x que sabemos que será negativo por tratarse de desembolsos. Tenemos, por lo tanto:

$$0 = (\$10.000 - \frac{x}{0,05}) . (1 + 0,05)^{10} + \frac{x}{0,05} =$$
$$= (\$10.000 - 20x)\ (1,62889) + 20x$$
$$32,5778x - 20\ x = 16.288,94$$
$$12,5778x = 16.288,94$$
$$x = \$1.295,05$$

Por lo que el tenedor de la cuenta puede obtener $1.295,05 anuales durante 10 años.

Inversamente, podemos calcular también la cantidad inicial que se debe depositar para que una persona pueda recibir una cantidad durante cierto período de tiempo.

Supongamos que una persona desea recibir 5.000 por año durante un período de 10 años y que pagan un 5% anual. ¿Cuánto debería depositar esta persona para recibir dicha cantidad anual?

En este caso x = $5.000, n = 10 años y r 3 = 5%, al final de los 10 años no habrá valor futuro por lo que VF = 0

$$0 = (X_0 - \frac{\$5000}{0,05})\ (1 + 0,05)^{10} + \frac{\$5000}{0,05}$$

despejamos $X_0$ y:

$$0 = (X_0 - \$100.000)\ 1,62889 + \$100.000$$
$$1,62889\ X_0 = \$62.889$$
$$X_0 = \$38.609$$

Por lo tanto, se debe depositar $38.609 con el fin de contar con una anualidad de $5.000 al final de cada uno de los 10 años.

**FECHA DE DEVOLUCION**

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |



Autor

Título
Valor temporal del dinero

| Fecha Devolución | Nombre del solicitant |
|---|---|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |



[redacted]