

# Ecuaciones en Quarto con el paquete amsmath

Eva María Mazcuñán Navarro

## Contenidos

|          |   |          |
|----------|---|----------|
| <b>1</b> | <b>Introducción</b>   | <b>1</b> |
| <b>2</b> | <b>Generalidades</b>  | <b>2</b> |
| <b>3</b> | <b>Partir una ecuación larga en varias líneas: El entorno <code>split</code></b>                              | <b>2</b> |
| <b>4</b> | <b>Varias ecuaciones centradas: Entorno <code>gather</code></b>   | <b>4</b> |
| <b>5</b> | <b>Varias ecuaciones con alineación vertical: Los entornos <code>aligned</code> y <code>alignedat</code>.</b> | <b>5</b> |
| 5.1      | El entorno <code>aligned</code> . . . . .   | 6        |
| 5.2      | El entorno <code>alignedat</code> . . . . .   | 7        |
| 5.3      | Sistemas de ecuaciones lineales con el entorno <code>alignedat</code> . . . . .                               | 8        |

## 1 Introducción

El paquete `amsmath` añade nuevas funcionalidades a las herramientas estandar de LaTeX para trabajar con ecuaciones. Permite en particular:

- Dividir ecuaciones largas en varias líneas. Por ejemplo:

$$\begin{aligned} P(x) = & 1 + x + x^2 \\ & + x^3 + x^4 + x^5 \\ & + x^6 + x^7 + x^8 \end{aligned}$$

- Agrupar varias ecuaciones en una determinada disposición. Por ejemplo para escribir un sistema de ecuaciones lineales como el siguiente:

$$\begin{cases} 2x + 3y = 10 \\ x - y = 0 \end{cases}$$

En este artículo se relacionan las funcionalidades del paquete `amsmath` que pueden usarse en un documento de Quarto (`.qmd`) y funcionan tanto para el formato PDF como para el formato HTML, permitiendo en ambos casos numerar las ecuaciones o grupos de ecuaciones y crear referencias cruzadas.

## 2 Generalidades

Como aspectos comunes a las funcionalidades que aprenderemos en las siguientes secciones, y en analogía con la sintaxis de los entornos `array` y `tabular`, tenemos:

- Para crear una nueva línea se utiliza `\\`
- Para crear puntos de alineación vertical entre varias líneas, se utiliza `&`.

Generalmente los puntos de alineación vertical se establecen para queden alineados operadores binarios como los signos `=`, `+` o `-`. Una práctica frecuente es disponer varias ecuaciones en varias filas de forma que los signos de igualdad `=` de las distintas ecuaciones queden alineados verticalmente. Para obtener un espaciado adecuado alrededor de dichos operadores, el símbolo `&` debe colocarse delante (y no detrás) de ellos.

## 3 Partir una ecuación larga en varias líneas: El entorno `split`

Veamos varias formas de partir la ecuación

$$P(x) = 1 + x + x^2 + x^3 + x^4 + x^5 + x^6 + x^7 + x^8$$

en tres líneas con el entorno `split`.

En primer lugar vamos a alinear el primer signo `+` de cada fila. El código

```



$$\begin{split}
P(x) = 1 & + x + x^2 \\
& + x^3 + x^4 + x^5 \\
& + x^6 + x^7 + x^8
\end{split}$$



```

produce el resultado

$$\begin{aligned}
P(x) = 1 + x + x^2 \\
+ x^3 + x^4 + x^5 \\
+ x^6 + x^7 + x^8
\end{aligned}$$

**i** En el código de este primer ejemplo, y en todos los ejemplos posteriores, se alinean los símbolos & para que resulte más legible, pero no es imprescindible hacerlo.

Ahora tomamos como referencia el signo = de la primera ecuación, y añadimos un determinado espacio adicional al inicio de las filas segunda y tercera (1em es más o menos la anchura de una letra m):

```

$$
\begin{split}
P(x) \&= 1 + x + x^2 \\\
&\hspace{1em} + x^3 + x^4 + x^5 \\\
&\hspace{2em} + x^6 + x^7 + x^8
\end{split}
$$

```

El resultado es

$$\begin{aligned}
 P(x) = & 1 + x + x^2 \\
 & + x^3 + x^4 + x^5 \\
 & + x^6 + x^7 + x^8
 \end{aligned}$$

Al principio se advirtió que es mejor situar el símbolo separador & antes de un operador binario, que después. Veamos que en efecto, si colocamos el símbolo & después del signo =, se estropea el espacio alrededor del =. Escribiendo

```

$$
\begin{split}
P(x) = \& 1 + x + x^2 \\\
& + x^3 + x^4 + x^5 \\\
& + x^6 + x^7 + x^8
\end{split}
$$

```

resulta

$$\begin{aligned}
 P(x) = & 1 + x + x^2 \\
 & + x^3 + x^4 + x^5 \\
 & + x^6 + x^7 + x^8
 \end{aligned}$$

El problema con el espaciado aparece porque no hay ningún carácter después del signo =. Una forma de *engañar* a LaTeX es escribir {} después del signo =, que en realidad no imprime nada, pero restablece el espaciado natural alrededor del =. Escribiendo

```


$$\begin{split}
P(x) = {} & 1 + x + x^2 \\
& + x^3 + x^4 + x^5 \\
& + x^6 + x^7 + x^8
\end{split}$$


```

obtenemos

$$\begin{aligned}
P(x) = 1 + x + x^2 \\
+ x^3 + x^4 + x^5 \\
+ x^6 + x^7 + x^8
\end{aligned}$$

Un bloque creado con `split` puede numerarse como si tuviera una sola línea. Y ser referenciado posteriormente. El código

```


$$\begin{split}
P(x) &= 1 + x + x^2 \\
&+ x^3 + x^4 + x^5 \\
&+ x^6 + x^7 + x^8
\end{split}$$


$$\tag{1}$$


... la @eq-split ...


```

genera la siguiente salida:

$$\begin{aligned}
P(x) = 1 + x + x^2 \\
+ x^3 + x^4 + x^5 \\
+ x^6 + x^7 + x^8
\end{aligned}
\tag{1}$$

... la Ecuación 1 ...

## 4 Varias ecuaciones centradas: Entorno `gather`

El entorno `gather` agrupa varias ecuaciones, quedando cada una centrada en su fila. Por ejemplo:

```
\begin{gathered}
2x + 3y = 10 \\
x - y = 0
\end{gathered}
```

da como resultado

$$\begin{aligned} 2x + 3y &= 10 \\ x - y &= 0 \end{aligned}$$

El bloque creado puede numerarse como una única ecuación. Escribiendo

```
$$
\begin{gathered}
2x + 3y = 10 \\
x - y = 0
\end{gathered}
\$\{#eq-gat}
```

La @eq-gat ... El sistema [-@eq-gat] ...

obtenemos

$$\begin{aligned} 2x + 3y &= 10 \\ x - y &= 0 \end{aligned} \tag{2}$$

La Ecuación 2 ... El sistema 2 ...

Notar que la sintaxis [-@eq-gat] para la segunda referencia cruzada omite el prefijo automático “Ecuación” e imprime sólo el número.

## 5 Varias ecuaciones con alineación vertical: Los entornos `aligned` y `alignedat`.

Mientras que el entorno `gather` que acabamos de estudiar en la sección previa, centra cada ecuación en su fila, los entornos `aligned` y `alignedat` hacen uso del separador `&` para controlar la alineación vertical de las diferentes ecuaciones. En esta sección veremos como utilizar los entornos `aligned` y `alignedat` para mejorar el aspecto del sistema 2, alineando primero el signo `=` de las dos ecuaciones, y perfeccionando después la alineación de los signos `+` y `-` y las incógnitas. El objetivo es conseguir que quede así:

$$\begin{aligned} 2x + 3y &= 10 \\ x - y &= 0 \end{aligned}$$

## 5.1 El entorno `aligned`

En el entorno `aligned`, el símbolo `&` crea un punto de alineación vertical, creando una columna alineada a la derecha a su izquierda y una columna alineada a la izquierda a su derecha, esto es, una disposición similar a la creada con un grupo `rl` en el entorno `array`.

```
\begin{aligned}
2x + 3y &= 10 \\
x - y &= 0 \\
\end{aligned}
```

da como resultado

$$\begin{aligned} 2x + 3y &= 10 \\ x - y &= 0 \end{aligned}$$

El mismo ejemplo con una llave a la izquierda, con la notación habitual para sistemas de ecuaciones:

```
$$
\left\{
\begin{aligned}
2x + 3y &= 10 \\
x - y &= 0
\end{aligned}
\right.
$
```

$$\left\{ \begin{array}{l} 2x + 3y = 10 \\ x - y = 0 \end{array} \right.$$

Como ya hemos comentando varias veces, para conseguir un espaciado cuidado alrededor de operadores binarios como `=`, `+` o `-`, el símbolo separador `&` debe ir delante de dichos operadores. Comparar el primer ejemplo del apartado con el siguiente, donde el separador `&` se coloca detrás, en vez de delante, del operador `=`:

```
$$
\begin{aligned}
2x + 3y &= & 10 \\
x - y &= & 0 \\
\end{aligned}
$
```

$$\begin{aligned} 2x + 3y &= 10 \\ x - y &= 0 \end{aligned}$$

Hemos perdido el espaciado natural a la derecha del signo `=`. Esto ya nos ocurrió antes en un ejemplo del entorno `split`, sabemos que pasa por no haber ningún carácter después del signo `=`. Lo corregimos escribiendo `{}` para engañar a LaTeX, como hicimos con el ejemplo del entorno `split`.

```



$$\begin{aligned}
2x + 3y &= {} & 10 \\
x - y &= {} & 0
\end{aligned}$$



```

$$\begin{aligned} 2x + 3y &= 10 \\ x - y &= 0 \end{aligned}$$

Si se quieren crear varios grupos de columnas `rl`, se usa un símbolo `&` adicional para separar los diferentes grupos. El código

```



$$\begin{aligned}
2x + 3y &= 10 & x - y &= 0 \\
x - y &= 0 & 2x + y &= 3
\end{aligned}$$



```

da como resultado

$$\begin{aligned} 2x + 3y &= 10 & x - y &= 0 \\ x - y &= 0 & 2x + y &= 3 \end{aligned}$$

## 5.2 El entorno `alignedat`

Acabamos de ver que, cuando se crean varios grupos de columnas `rl` con el entorno `aligned`, se crea de forma automática un espaciado horizontal predeterminado entre los grupos. Con el entorno `alignedat` podemos controlar ese espaciado entre los grupos.

Repetimos el ejemplo anterior sin espaciado entre los dos grupos:

```


$$\begin{alignedat}{2}
2x + 3y &= 10 & x - y &= 0 \\
x - y &= 0 & 2x + y &= 3
\end{alignedat}$$


```

$$\begin{array}{rcl}
2x + 3y & = & 10 \quad x - y = 0 \\
x - y & = & 0 \quad 2x + y = 3
\end{array}$$

Y ahora con un espaciado igual a 2em:

```


$$\begin{alignedat}{2}
2x + 3y &= & 10 & \hspace{2em} x - y &= 0 \\
x - y &= & 0 & \hspace{2em} 2x + y &= 3
\end{alignedat}$$


```

$$\begin{array}{rcl}
2x + 3y & = & 10 \quad x - y = 0 \\
x - y & = & 0 \quad 2x + y = 3
\end{array}$$

Notar que el entorno `alignedat` necesita un argumento, que se indica entre llaves, y que en nuestros ejemplos tiene el valor 2 (`\begin{alignedat}{2}`). Este argumento indica el número de grupos de columnas `rl` (o, equivalentemente, el número de símbolos `&` más 1, dividido entre 2).

### 5.3 Sistemas de ecuaciones lineales con el entorno `alignedat`

El control del espaciado entre grupos de columnas `rl` con `alignedat` puede (ab)usarse para mejorar la alineación de los signos e incógnitas en un sistema de ecuaciones lineales. Volvemos a escribir el sistema al inicio de la sección usando el entorno `alignedat` con dos grupos de columnas `rl`:

```


$$\begin{alignedat}{2}
2x &+ & 3y &= & 10 \\
x &- & y &= & 0
\end{alignedat}$$


```



El resultado es

$$\begin{array}{r} 2x+3y = 10 \\ x- \quad y = 0 \end{array}$$

Hemos conseguido que los signos + y - y las incógnitas x e y queden alineados verticalmente. Pero se aprecia que no hay espacio alrededor de los signos + y - (como sí lo hay alrededor del signo =). Esto ya nos ocurrió antes, en un ejemplo del entorno `split` y otro del entorno `aligned`. Sabemos que pasa por no haber ningún carácter después de los signos + y -, y que podemos corregirlo escribiendo `{}` después de dichos signos. Aprovechamos para añadir una llave delimitando el sistema, ahora a la derecha.

```
$$
\left.
\begin{alignedat}{2}
2x &+ {} & 3y &= 10 \\
x &- {} & y &= 0
\end{alignedat}
\right\}

```

$$\left. \begin{array}{r} 2x + 3y = 10 \\ x - \quad y = 0 \end{array} \right\}$$