

Estadística Aplicada a las Ciencias y la Ingeniería

Emilio L. Cano

2021-08-31

Índice general

Prefacio	5
Estándares y software	5
Sobre el autor	7
Agradecimientos	8
1. Hello bookdown	9
1.1. A section	9
2. Cross-references	11
2.1. Chapters and sub-chapters	11
2.2. Captioned figures and tables	11
3. Parts	15
4. Footnotes and citations	17
4.1. Footnotes	17
4.2. Citations	17
5. Blocks	19
5.1. Equations	19
5.2. Theorems and proofs	19
5.3. Callout blocks	19
6. Sharing your book	21
6.1. Publishing	21
6.2. 404 pages	21
6.3. Metadata for sharing	21

Prefacio

Este libro incluye los contenidos habitualmente presentes en el currículo de asignaturas de **Estadística** de los grados Ciencias e Ingenierías de universidades españolas. Si bien existe abundante material bibliográfico que cubre los contenidos de estas asignaturas, quería elaborar un material propio que no fuera solamente para mis clases sino algo más *global*. Por otra parte, me motiva cubrir el hueco de los materiales de acceso gratuito con la opción de comprar una edición impresa¹ y con el enfoque que se menciona en el siguiente apartado. Por otra parte, los libros publicados originalmente en inglés y traducidos al español a menudo me resultan lejanos a nuestro idioma (por muy buenas que sean las traducciones, los ejemplos en *acres* no son muy intuitivos para un lector español). Espero que también sirva para lectores de otros países de habla hispana.

Estándares y software

Los contenidos de este libro se basan en dos paradigmas que están presentes en los intereses de investigación y docencia del autor: los **estándares** y el **software libre**. En lo que se refiere a estándares, la notación utilizada, definiciones y fórmulas se ajustarán el máximo posible a la utilizada en normas nacionales e internacionales sobre metodología estadística. Estas normas se citarán pertinentemente a lo largo del texto. En cuanto al software libre, se proporcionarán instrucciones para resolver los ejemplos que ilustran la teoría utilizando software libre. No obstante, el uso del software es auxiliar al texto y se puede seguir sin necesidad de utilizar los programas. Según lo que proceda en cada caso, se utilizará software de hoja de cálculo, el software estadístico y lenguaje de programación **R** (R Core Team, 2021), y el software de álgebra computacional **Máxima**². Respecto al software de hoja de cálculo, las fórmulas utilizadas se han probado en el software libre **LibreOffice**³, en **Hojas de Cálculo de Google**⁴ y también en **Microsoft EXCEL**⁵ que, aunque no es software libre, su uso

¹A la espera de encontrar editorial.

²<http://maxima.sourceforge.net/es/>

³<https://es.libreoffice.org>

⁴<https://www.google.es/intl/es/sheets/about/>

⁵<https://products.office.com/es-es/excel>

está más que generalizado y normalmente los estudiantes disponen de licencia de uso a través de su universidad. En caso de que el nombre de la función sea distinta en EXCEL, se indicará en el propio ejemplo.

Las normas son clave para el desarrollo económico de un país. Estudios en diversos países, incluido España, han demostrado que la aportación de la normalización a su economía es del 1 % del PIB⁶. La Asociación Española de Normalización (UNE) es el organismo legalmente responsable del desarrollo y difusión de las normas técnicas en España. Además, representa a España en los organismos internacionales de normalización como ISO⁷ y CEN⁸.

Las normas sobre estadística que surgen de ISO las elabora el *Technical Committee* ISO TC 69⁹ *Statistical Methods*. Por su parte, el subcomité técnico de normalización CTN 66/SC 3¹⁰, Métodos Estadísticos, participa como miembro nacional en ese comité ISO. Las normas que son de interés en España, se ratifican en inglés o se traducen al español como normas UNE. Para una descripción más completa de la elaboración de normas, véase Cano et al. (2015).

Este libro se ha elaborado utilizando el lenguaje *Markdown* con el propio software **R** y el paquete **bookdown** (Xie, 2021). Se incluyen una gran cantidad de ejemplos resueltos tanto de forma analítica como mediante software. En algunos casos se proporciona el uso de funciones en hojas de cálculo (y el resultado obtenido con un recuadro). En otros, código de R, que aparecen en el texto sombreados y con la sintaxis coloreada, como el fragmento a continuación donde se puede comprobar la sesión de R en la que ha sido generado este material. Obsérvese que los resultados se muestran precedidos de los símbolos **#>**.

```
sessionInfo()
#> R version 4.1.1 (2021-08-10)
#> Platform: x86_64-apple-darwin17.0 (64-bit)
#> Running under: macOS Big Sur 10.16
#>
#> Matrix products: default
#> BLAS: /Library/Frameworks/R.framework/Versions/4.1/Resources/lib/libRblas.0.dylib
#> LAPACK: /Library/Frameworks/R.framework/Versions/4.1/Resources/lib/libRlapack.dylib
#>
#> locale:
#> [1] es_ES.UTF-8/es_ES.UTF-8/es_ES.UTF-8/C/es_ES.UTF-8/es_ES.UTF-8
#>
#> attached base packages:
#> [1] stats graphics grDevices utils datasets
#> [6] methods base
```

⁶<http://www.aenor.es/DescargasWeb/normas/como-beneficia-es.pdf>

⁷<https://www.iso.org/>

⁸<https://www.cen.eu/>

⁹<https://www.iso.org/committee/49742/x/catalogue/>

¹⁰<https://www.une.org/encuentra-tu-norma/comites-tecnicos-de-normalizacion/comite/?c=CTN%2066/SC%203>

```
#>
#> loaded via a namespace (and not attached):
#> [1] compiler_4.1.1 magrittr_2.0.1 fastmap_1.1.0
#> [4] bookdown_0.23.4 htmltools_0.5.2 tools_4.1.1
#> [7] yaml_2.2.1      stringi_1.7.4    rmarkdown_2.10
#> [10] knitr_1.33      stringr_1.4.0    digest_0.6.27
#> [13] xfun_0.25       rlang_0.4.11     evaluate_0.14
```

Normalmente, la descripción o enunciado de los ejemplos se incluyen en bloques con el siguiente aspecto:

Esto es un ejemplo. A continuación puede mostrarse código o no.

Cuando el ejemplo incluya explicaciones sobre cómo resolverlo con software, estas explicaciones aparecerán en bloques con el siguiente aspecto:

HOJA DE CÁLCULO

La función **FACT** obtiene el factorial de un número x ($x!$):

=FACT(5) 120

También se incluirán con el formato anterior indicaciones para usar la calculadora científica, cuando esto sea posible. El texto incluye otros bloques con información de distinto tipo.

Este contenido se considera avanzado. El lector principiante puede saltarse estos apartados y volver sobre ellos en una segunda lectura.

Estos bloques están pensados para incluir información curiosa o complementaria para poner en contexto las explicaciones.

Sobre el autor

Actualmente soy Profesor Ayudante Doctor en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática e investigador en el Data Science Laboratory de la Universidad Rey Juan Carlos. Sus intereses de investigación incluyen Estadística Aplicada, Aprendizaje Estadístico y Metodologías para la Calidad. afiliaciones. Previamente ha sido profesor en la Universidad de Castilla-La Mancha, donde sigue colaborando en docencia e investigación, y Estadístico en empresas del sector privado de diversos sectores.

Presidente del subcomité técnico de normalización UNE (miembro de ISO) CTN 66/SC 3 (Métodos Estadísticos). Profesor en la Asociación Española para la Calidad (AEC). Presidente de la asociación “Comunidad R Hispano”.

Más sobre mí, información actualizada y publicaciones: <https://emilio.lcano.com>.

Contacto: emilio@lcano.com

El material se proporciona bajo licencia CC-BY-NC-ND. Todos los logotipos y marcas comerciales que puedan aparecer en este texto son propiedad de sus respectivos dueños y se incluyen en este texto únicamente con fines formativos. Se ha puesto especial cuidado en la adecuada atribución del material no elaborado por el autor, véase el Apéndice ???. Aún así, si detecta algún uso indebido de material protegido póngase en contacto con el autor y será retirado. Igualmente, contacte con el autor **si desea utilizar este material con fines comerciales**.



Este obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional.

Agradecimientos

Este libro es el resultado de años de trabajo en la docencia, investigación y transferencia de conocimiento en el campo de la Estadística. Está construido a partir de las contribuciones a lo largo de los años de compañeros y amigos como Javier M. Moguerza, Andrés Redchuk, Felipe Ortega, Mariano Prieto, Miguel Ángel Tarancón, Víctor M. Casero, Matías Gámez, y muchos otros (perdón a l@s omitid@s por no ser más exhaustivo).

Especial agradecimiento a toda la comunidad del software libre y lenguaje de programación R, y en especial al R Core Team y al equipo de RStudio.

Capítulo 1

Hello bookdown

All chapters start with a first-level heading followed by your chapter title, like the line above. There should be only one first-level heading (#) per .Rmd file.

1.1. A section

All chapter sections start with a second-level (##) or higher heading followed by your section title, like the sections above and below here. You can have as many as you want within a chapter.

An unnumbered section

Chapters and sections are numbered by default. To un-number a heading, add a {.unnumbered} or the shorter {-} at the end of the heading, like in this section.

Capítulo 2

Cross-references

Cross-references make it easier for your readers to find and link to elements in your book.

2.1. Chapters and sub-chapters

There are two steps to cross-reference any heading:

1. Label the heading: `# Hello world {#nice-label}`.
 - Leave the label off if you like the automated heading generated based on your heading title: for example, `# Hello world = # Hello world {#hello-world}`.
 - To label an un-numbered heading, use: `# Hello world {-#nice-label}` or `{# Hello world .unnumbered}`.
2. Next, reference the labeled heading anywhere in the text using `\@ref(nice-label)`; for example, please see Chapter 2.
 - If you prefer text as the link instead of a numbered reference use: any text you want can go here.

2.2. Captioned figures and tables

Figures and tables *with captions* can also be cross-referenced from elsewhere in your book using `\@ref(fig:chunk-label)` and `\@ref(tab:chunk-label)`, respectively.

See Figure 2.1.

```
par(mar = c(4, 4, .1, .1))
plot(pressure, type = 'b', pch = 19)
```

Don't miss Table 2.1.

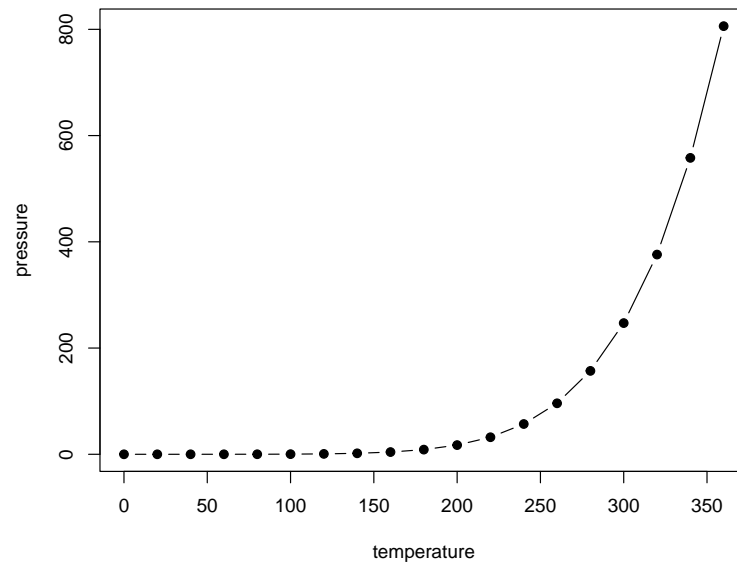


Figura 2.1: Here is a nice figure!

```
knitr::kable(  
  head(pressure, 10), caption = 'Here is a nice table!',  
  booktabs = TRUE  
)
```

Tabla 2.1: Here is a nice table!

temperature	pressure
0	0.0002
20	0.0012
40	0.0060
60	0.0300
80	0.0900
100	0.2700
120	0.7500
140	1.8500
160	4.2000
180	8.8000

Capítulo 3

Parts

You can add parts to organize one or more book chapters together. Parts can be inserted at the top of an .Rmd file, before the first-level chapter heading in that same file.

Add a numbered part: `# (PART) Act one {-}` (followed by `# A chapter`)

Add an unnumbered part: `# (PART*) Act one {-}` (followed by `# A chapter`)

Add an appendix as a special kind of un-numbered part: `# (APPENDIX) Other stuff {-}` (followed by `# A chapter`). Chapters in an appendix are prepended with letters instead of numbers.

Capítulo 4

Footnotes and citations

4.1. Footnotes

Footnotes are put inside the square brackets after a caret `^[]`. Like this one ¹.

4.2. Citations

Reference items in your bibliography file(s) using `@key`.

For example, we are using the **bookdown** package (Xie, 2021) (check out the last code chunk in `index.Rmd` to see how this citation key was added) in this sample book, which was built on top of R Markdown and **knitr** (Xie, 2015) (this citation was added manually in an external file `book.bib`). Note that the `.bib` files need to be listed in the `index.Rmd` with the YAML `bibliography` key.

The `bs4_book` theme makes footnotes appear inline when you click on them. In this example book, we added `cs1: chicago-fullnote-bibliography.cs1` to the `index.Rmd` YAML, and include the `.cs1` file. To download a new style, we recommend: <https://www.zotero.org/styles/>

The RStudio Visual Markdown Editor can also make it easier to insert citations: <https://rstudio.github.io/visual-markdown-editing/#/citations>

¹This is a footnote.

Capítulo 5

Blocks

5.1. Equations

Here is an equation.

$$f(k) = \binom{n}{k} p^k (1-p)^{n-k} \quad (5.1)$$

You may refer to using `\@ref{eq:binom}`, like see Equation (5.1).

5.2. Theorems and proofs

Labeled theorems can be referenced in text using `\@ref{thm:tri}`, for example, check out this smart theorem 5.1.

Theorem 5.1. *For a right triangle, if c denotes the length of the hypotenuse and a and b denote the lengths of the **other** two sides, we have*

$$a^2 + b^2 = c^2$$

Read more here <https://bookdown.org/yihui/bookdown/markdown-extensions-by-bookdown.html>.

5.3. Callout blocks

The `bs4_book` theme also includes special callout blocks, like this `.rmdnote`.

You can use **markdown** inside a block.

```
head(beaver1, n = 5)
#>   day time  temp activ
#> 1 346  840 36.33     0
#> 2 346  850 36.34     0
#> 3 346  900 36.35     0
#> 4 346  910 36.42     0
#> 5 346  920 36.55     0
```

It is up to the user to define the appearance of these blocks for LaTeX output.

You may also use: `.rmdcaution`, `.rmdimportant`, `.rmdtip`, or `.rmdwarning` as the block name.

The R Markdown Cookbook provides more help on how to use custom blocks to design your own callouts: <https://bookdown.org/yihui/rmarkdown-cookbook/custom-blocks.html>

Capítulo 6

Sharing your book

6.1. Publishing

HTML books can be published online, see: <https://bookdown.org/yihui/bookdown/publishing.html>

6.2. 404 pages

By default, users will be directed to a 404 page if they try to access a webpage that cannot be found. If you'd like to customize your 404 page instead of using the default, you may add either a `_404.Rmd` or `_404.md` file to your project root and use code and/or Markdown syntax.

6.3. Metadata for sharing

Bookdown HTML books will provide HTML metadata for social sharing on platforms like Twitter, Facebook, and LinkedIn, using information you provide in the `index.Rmd` YAML. To setup, set the `url` for your book and the path to your `cover-image` file. Your book's `title` and `description` are also used.

This `bs4_book` provides enhanced metadata for social sharing, so that each chapter shared will have a unique description, auto-generated based on the content.

Specify your book's source repository on GitHub as the `repo` in the `_output.yml` file, which allows users to view each chapter's source file or suggest an edit. Read more about the features of this output format here:

https://pkgs.rstudio.com/bookdown/reference/bs4_book.html

Or use:

```
?bookdown::bs4_book
```

Bibliografía

Cano, E. L., Moguerza, J. M., and Corcoba, M. P. (2015). *Quality Control with R. An ISO Standards Approach*. Use R! Springer.

R Core Team (2021). *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.

Xie, Y. (2015). *Dynamic Documents with R and knitr*. Chapman and Hall/CRC, Boca Raton, Florida, 2nd edition. ISBN 978-1498716963.

Xie, Y. (2021). *bookdown: Authoring Books and Technical Documents with R Markdown*. <https://github.com/rstudio/bookdown>, <https://pkgs.rstudio.com/bookdown/>.