

Python para Análisis de datos: Introducción

Sesión 6

Jesús Fernández (fernandez.cuesta@gmail.com)

10 Abril 2019

Visualización de datos

Integración con pandas

Otros tipos de gráficos disponibles

Parámetros opcionales

Interactivo/Práctico

Parámetros de visualización con pyplot

Estilos

Tipos de gráficos más importantes en pyplot

Seaborn

Bokeh

Geovisualización

Visualización de datos

Librerías más usadas:

- ▶ Matplotlib
 - ▶ standard de-facto, basado en MATLAB
 - ▶ hacer fácil tareas sencillas y posible tareas complejas
 - ▶ versátil, madura y extensa
 - ▶ integrado con pandas (<100%)
 - ▶ acepta paquetes de terceros como **extensiones** (plugins)
- ▶ Algunas extensiones de Matplotlib:
 - ▶ Seaborn
 - ▶ enfocado a análisis estadístico
 - ▶ mejora el diseño de matplotlib
 - ▶ Cartopy, folium
 - ▶ visualización de datos en mapas
- ▶ Bokeh
 - ▶ enfocado a gráficos interactivos

- ▶ Descargar cuaderno jupyter: matplotlib/pyplot
- ▶ Iniciar jupyter (2 opciones):
 - ▶ Desde Anaconda Navigator (jupyter notebook > *Launch*)
 - ▶ Desde un terminal (Anaconda Prompt o terminal de VSCODE):
> jupyter notebook
- ▶ Abrir cuaderno descargado en jupyter
- ▶ Ejecutar paso a paso de la siguiente sección
Fragmentos de código encerrados entre '####'

Matplotlib

pyplot: módulo con interfaz parecida a MATLAB

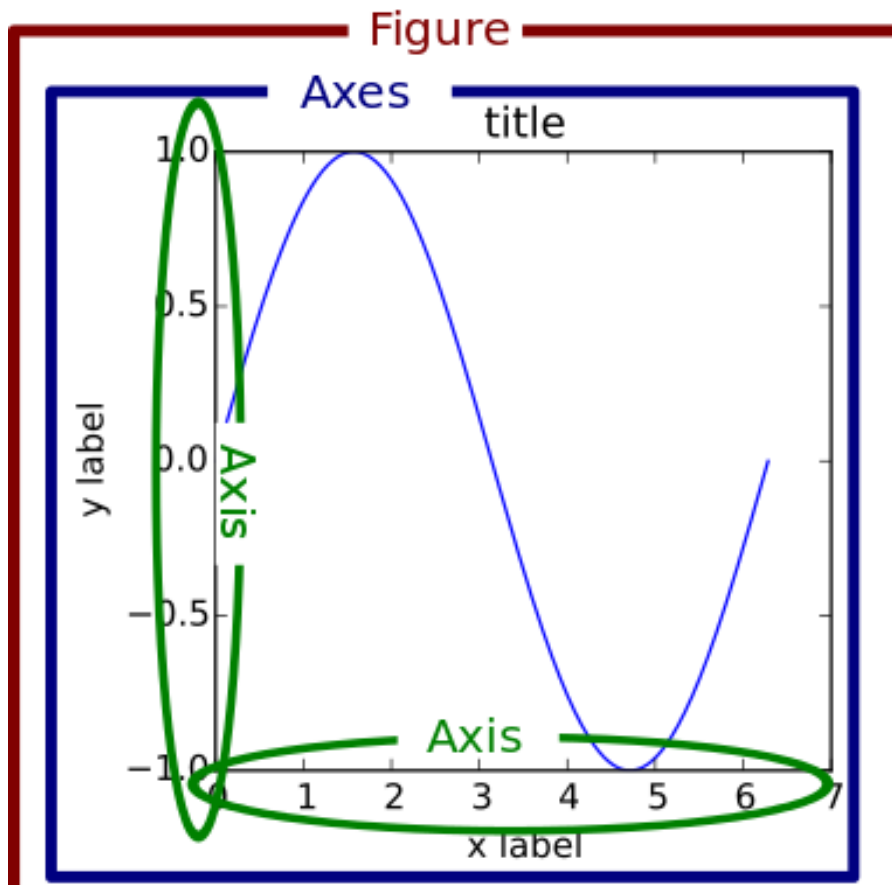
Para importar pyplot:

```
import matplotlib.pyplot as plt
```

```
# o bien: from matplotlib import pyplot as plt
```

```
# Además, sólo en jupyter: %matplotlib inline
```

Partes de una figura



Los componentes más importantes son:

- ▶ Figura
- ▶ Ejes (axes)
 - ▶ región de la figura donde se visualizarán gráficos
- ▶ Eje (axis)
 - ▶ eje de coordenadas
- ▶ Artist
 - ▶ cualquier elemento (líneas, leyenda, etc., incluidos ejes)

Como regla general seguiremos los siguientes pasos:

1. Crear figura
2. Obtener ejes
3. Dibujar sobre los ejes

Nota: 1 y 2 se pueden combinar en un mismo comando

```
N = 365
np.random.seed(2983) # reproducibilidad
t = pd.date_range('1/1/2018', periods=N)
y = 200 * (np.random.randn(N).cumsum() + 40)

#####
fig = plt.figure() # crea figura
ax = plt.subplot(1, 1, 1) # crea ejes

ax.plot(t, y) # dibuja sobre los ejes
#####
```

De forma simplificada, los ejes y la figura se crean simultáneamente:

```
(fig, ax) = plt.subplots(1, 1) # (n_filas, n_columnas)

ax.plot(t, y) # dibuja sobre los ejes
```

Importante

En jupyter/ipython, los gráficos aparecerán automáticamente si la primera línea es:

```
%matplotlib inline
```

De lo contrario necesitaremos ejecutar:

```
# [...]
ax.plot(t, y, 'g.-')
plt.show() # muestra el gráfico
... para mostrar cada gráfico
```

Matplotlib puede dibujar datos organizados en:

- ▶ Listas
- ▶ Diccionarios
- ▶ Arrays (`np.array`)
- ▶ `pandas.DataFrame`

El tipo de datos nativo es `np.array`.

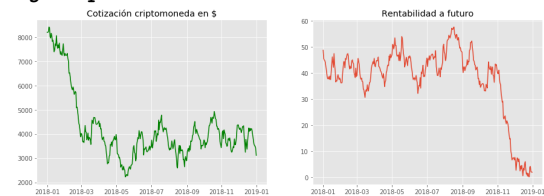
El resto puede requerir limpiar/homogeneizar los datos

Para crear una tupla (figura, ejes) usaremos:

- ▶ `plt.subplots()`
 - ▶ sin argumentos: crea una figura con 1 area de dibujo
 - ▶ `plt.subplots(n, m)`: crea una figura con varias zonas de dibujo distribuidas en n filas y m columnas
 - ▶ devuelve la figura y todos los ejes

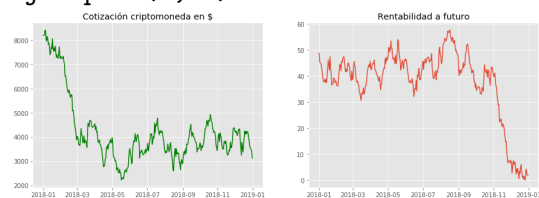
```
fig, (eje1, eje2) = plt.subplots(1, 2)
```

```
eje1.plot(t, y, 'g')  
eje2.plot(t, z)
```

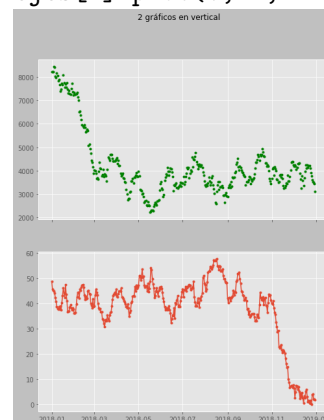


```
#####  
fig, (eje1, eje2) = plt.subplots(1, 2)  
#####
```

```
eje1.plot(t, y, 'g')  
eje2.plot(t, z)
```



```
#####  
fig, ejes = plt.subplots(2, 1,  
#####  
    sharex=True, figsize=(8, 10),  
    facecolor='silver')  
ejes[0].plot(t, y, 'g.')  
ejes[1].plot(t, z, '.-')
```



```
plt.subplot()
```

¡Ojo! `plt.subplot()` \neq `plt.subplots()`

- ▶ (nrows, ncols, index): crea un eje
- ▶ devuelve 1 solo eje (al que se haga referencia)

```
fig = plt.figure(figsize=(10, 10))
```

```
ax1 = plt.subplot(2, 1, 1)
```

```
ax1.plot(t, y, 'gs')
```

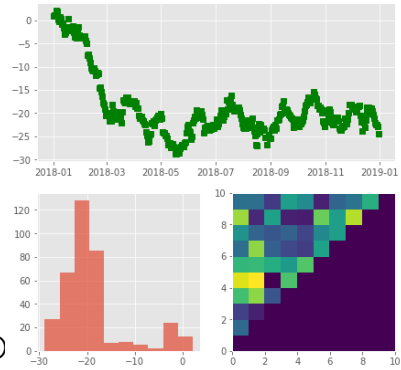
```
ax2 = plt.subplot(2, 2, 3)
```

```
ax2.hist(y, alpha=.7)
```

```
ax3 = plt.subplot(2, 2, 4)
```

```
ax3.pcolormesh(  
    np.tril(np.random.uniform(size=(10, 10)  
                               -1)  
)
```

```
)
```



Integración con pandas

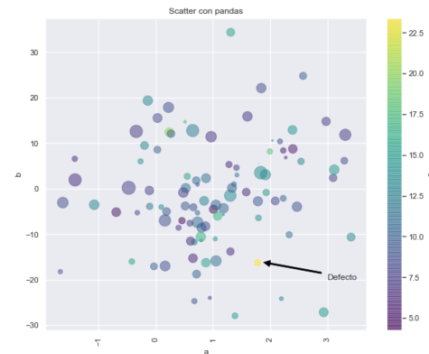
- ▶ **Descargar y abrir cuaderno jupyter**
- ▶ pyplot está (parcialmente) integrado en pandas
- ▶ Podemos dibujar directamente desde un dataframe de pandas
- ▶ se devuelve un objeto “Axes” sobre el que poder trabajar
 - ▶ no es necesario crear con antelación la figura y los ejes
 - ▶ ... aunque suele ser lo recomendable

Crea la figura y los ejes

```
fig, ax = plt.subplots()
```

siempre se devuelve referencia al eje

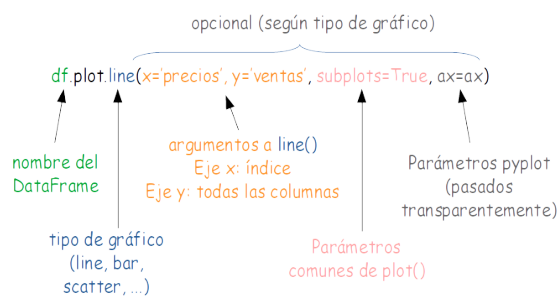
```
ax2 = df.plot.scatter(
    'a', 'b', c='c', s=df['d'],
    colormap='viridis', alpha=.5,
    title='Scatter con pandas', rot='vertical',
    ax = ax;
)
```



```
ax.annotate(
    'Defecto', xy=(1.9, -17),
    xytext=(2, -20),
    arrowprops=dict(facecolor='black', shrink=0.05)
)
```

```
ax2 == ax # dos referencias al mismo objeto
True
```

Sintaxis



De forma alternativa:

```
df.plot(kind='line', x='precios', y='ventas', subplots=True, ax=ax)
```

Usar pandas es conveniente y mucho más sencillo:

```
provincias = ['Cantabria', 'Madrid', 'Murcia', 'León', 'Albacete']
index = np.arange(len(provincias)) + 0.3

y_offset = np.zeros(len(marriages.Total.columns))
cell_text = []

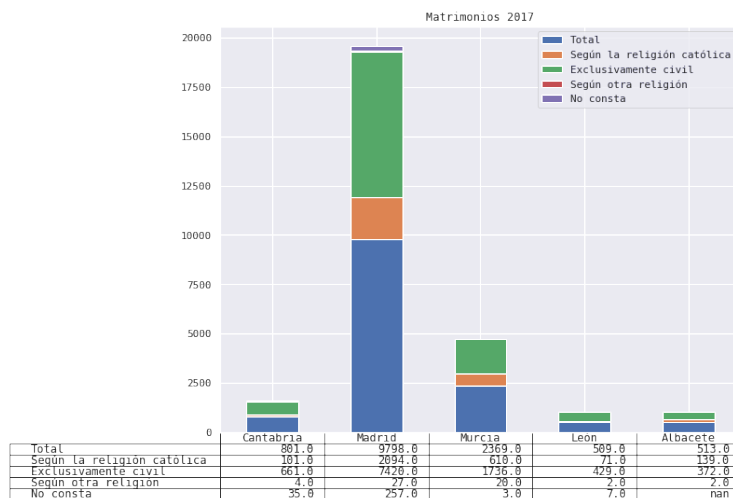
for row in marriages.Total.columns:
    _data = marriages.Total.loc[provincias, row]
    plt.bar(index, _data, bottom=y_offset, width=0.5)
    y_offset = y_offset + _data
    cell_text.append(["%1.1f" % (x / 1000.0) for x in y_offset])
cell_text.reverse()
tabla = plt.table(cellText=cell_text,
                  rowLabels=marriages.Total.columns,
                  colLabels=provincias,
                  loc='bottom')

plt.legend(marriages.Total.columns)
plt.title('Total Matrimonios en 2017')
```

con pandas, lo equivalente sería:

```
provincias = ['Cantabria', 'Madrid', 'Murcia', 'León', 'Albacete']
df = ax.Total.loc[provincias]
ax = df.plot.bar(stacked=True,
                 table=True, title='Total Matrimonios en 2017')
```

```
provincias = ['Cantabria', 'Madrid', 'Murcia', 'León', 'Albacete']
df = ax.Total.loc[provincias]
ax = df.plot.bar(
    stacked=True,
    table=True,
    title='Total Matrimonios en 2017'
)
```



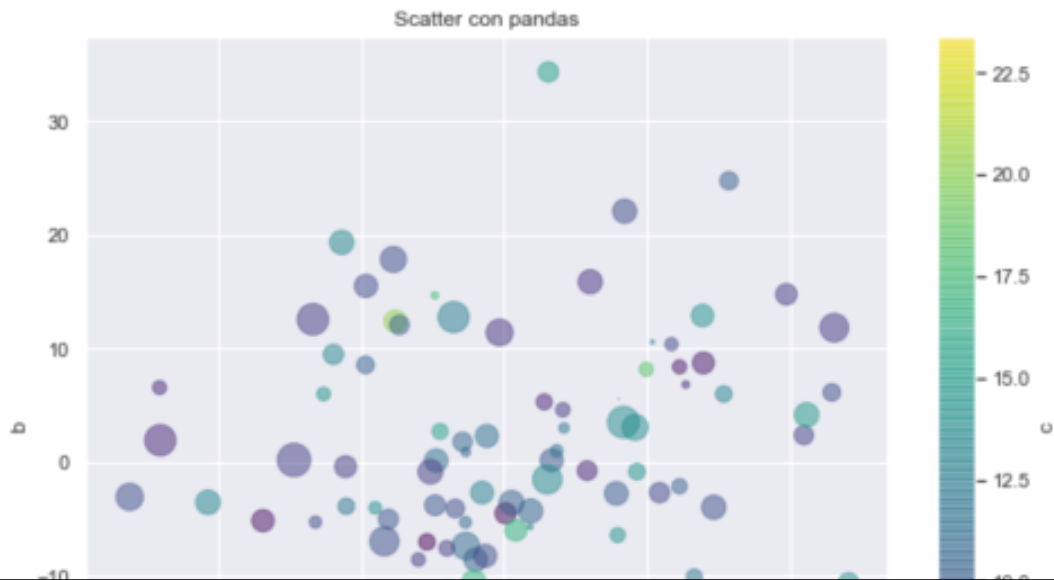
- ▶ Generalmente las opciones más usadas en cada tipo de gráfico (título, ejes y posición, color, tamaño de línea, ...) son directamente accesibles desde `pandas.DataFrame.plot()`.
- ▶ Para el resto, usar matplotlib sobre el objeto "Axes":

```
ax = df.plot(kind='scatter', ...) # df.plot.scatter(...)  
ax.set_yticks(rotation='vertical')
```

Otros tipos de gráficos disponibles

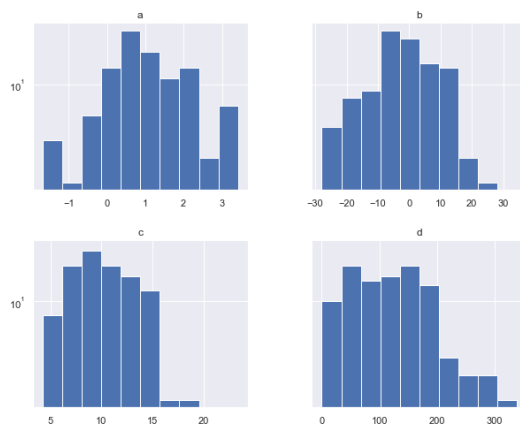
► Gráfico de dispersión (scatter)

```
df.plot.scatter(  
    x='a', y='b', # nombres de las columnas del dataframe  
    c='c', # columna con datos de color  
    s=df['d'], # tamaño de los puntos  
    colormap='viridis', # paleta de color  
    alpha=.5, # transparencia  
    title='Scatter con pandas', # título  
    rot='vertical', # rotar etiquetas del eje 'x'  
)
```



► Histograma

```
df.hist(sharey=True, log=True)
```

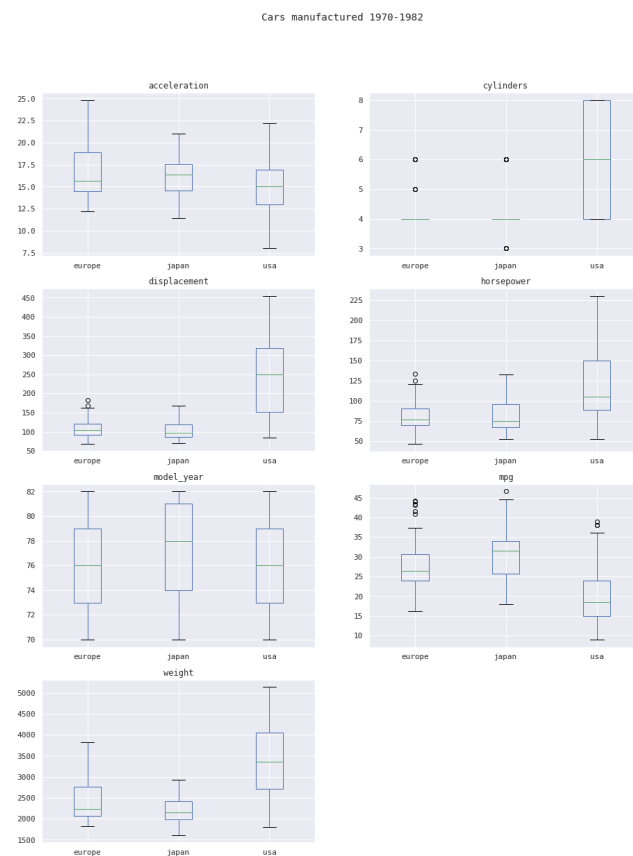


- **Series temporales:** aquellos donde el índice del DataFrame tiene propiedades de “índice temporal” (DateTimeIndex)



- **Boxplots**

`df.boxplot(by='origin', ax=ax)`

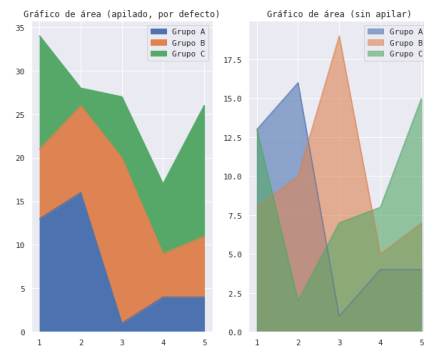


► Área

```
np.random.seed(0)
N = 5
data = pd.DataFrame(
    {'Grupo A': np.random.randint(1, 20, N),
     'Grupo B': np.random.randint(1, 20, N),
     'Grupo C': np.random.randint(1, 20, N)},
    index=range(1, N+1)
)

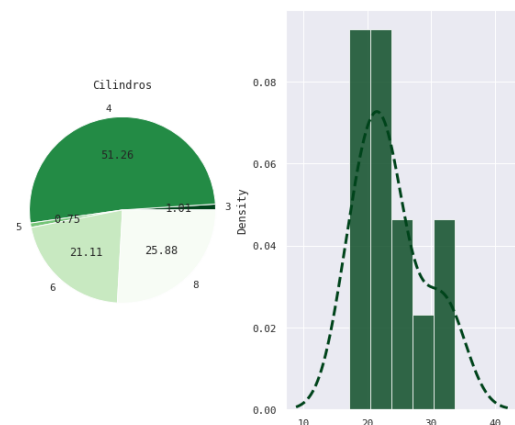
ax = plt.subplot(1, 2, 1)
data.plot.area(
    stacked=False,
    alpha=.6,
    title='Gráfico de área',
    ax=ax)

ax = plt.subplot(1, 2, 2)
data.plot.area(
    title='Gráfico de área (apilado)',
    ax=ax)
```



► Circular (pie chart)

```
ax = df1.plot.pie(cmap=cmap,
                  title='Cilindros',
                  autopct='%.2f', ax=ax)
```



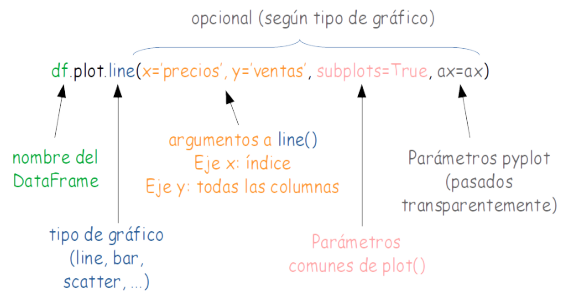
Parámetros opcionales

`pd.DataFrame.plot()`

Es posible pasar argumentos para realizar personalizaciones rápidas.

- ▶ Existen opciones específicas para cada tipo de visualización
- ▶ También hay opciones **comunes** a todos ellos

- ▶ Además, podremos usar las primitivas de `matplotlib`, bien como argumentos adicionales o sobre los ejes



De forma alternativa:

```
df.plot(kind='line', x='precios', y='ventas', subplots=True, ax=ax)
```

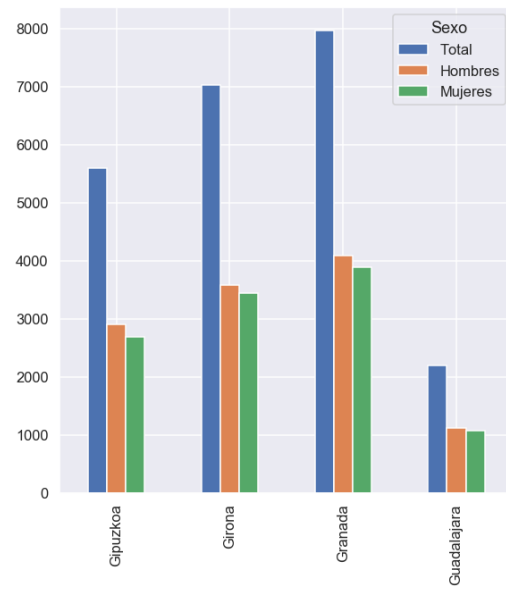
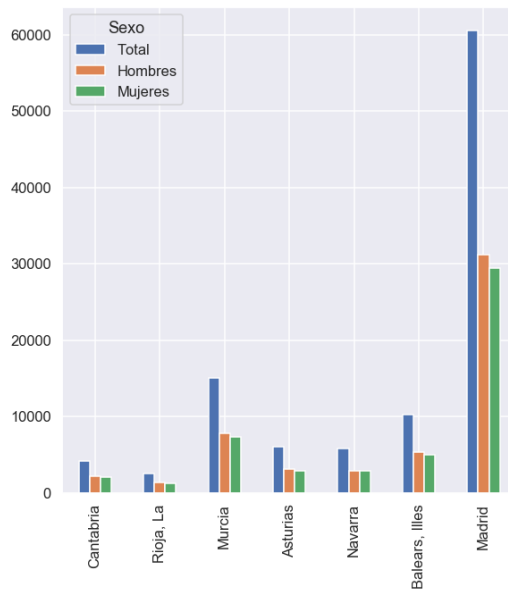
NaN

- ▶ Por defecto ignora los datos ausentes (NaN)
- ▶ Podemos “rellenar los huecos”: `df.fillna()`
 - ▶ propagando el último valor
 - ▶ o con valores preestablecidos
- ▶ O interpolar `df.interpolate()`

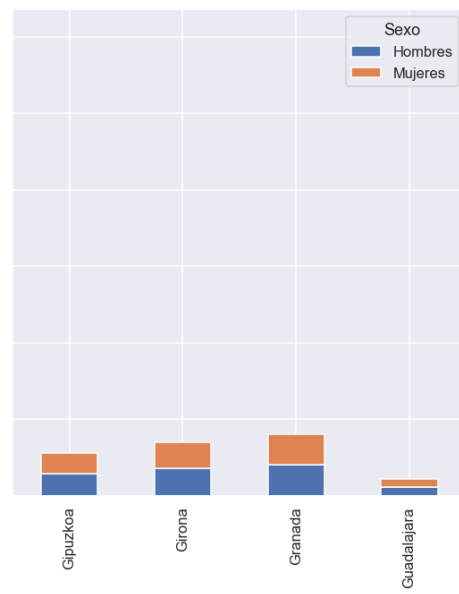
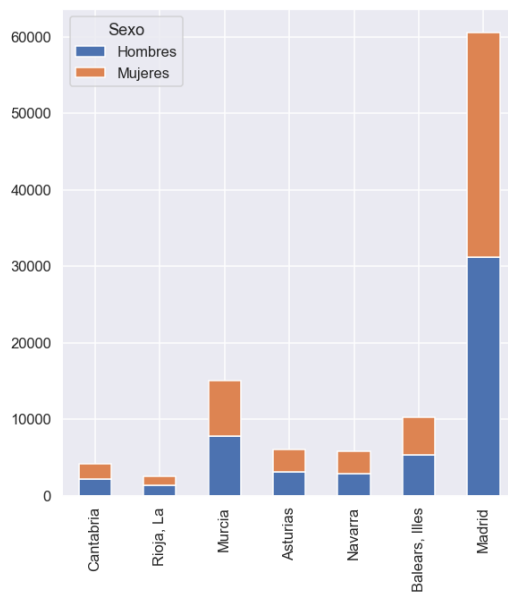
Interactivo/Práctico

- ▶ Descargar cuaderno jupyter
- ▶ Abrirlo con `jupyter notebook`
- ▶ Utiliza las celdas vacías para las respuestas, pruebas, etc.

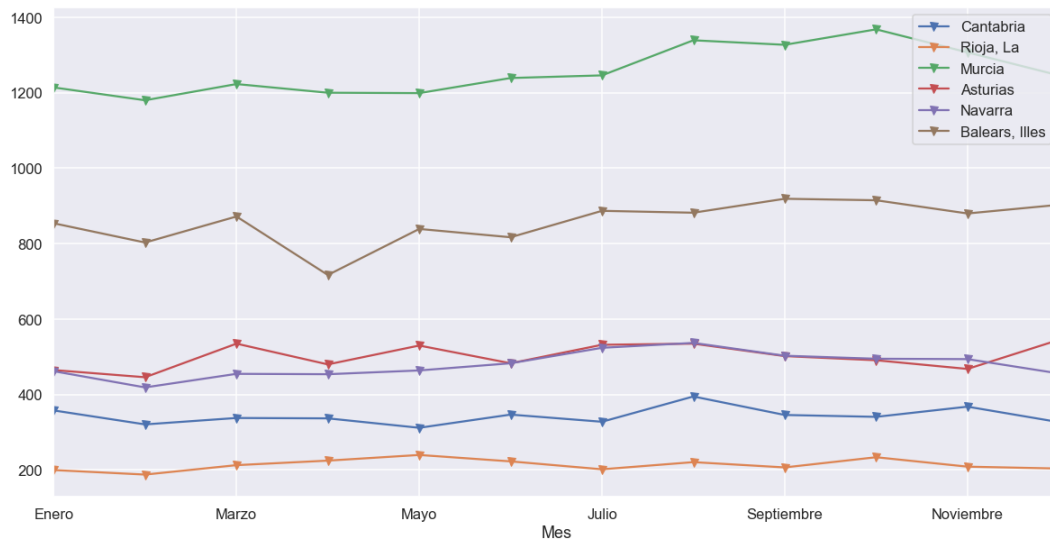
1. ax: ejes sobre los que dibujar



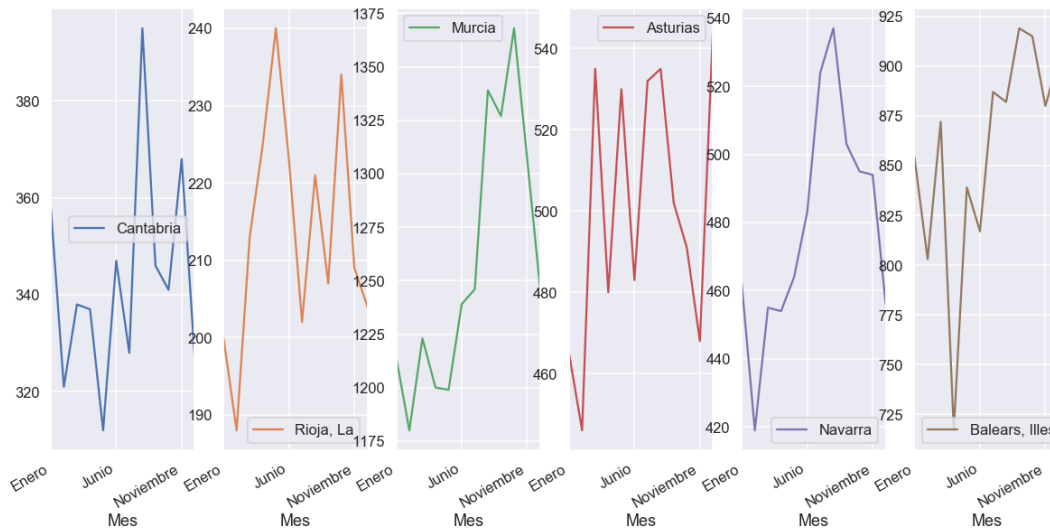
1.2. Barras apiladas (stacked)



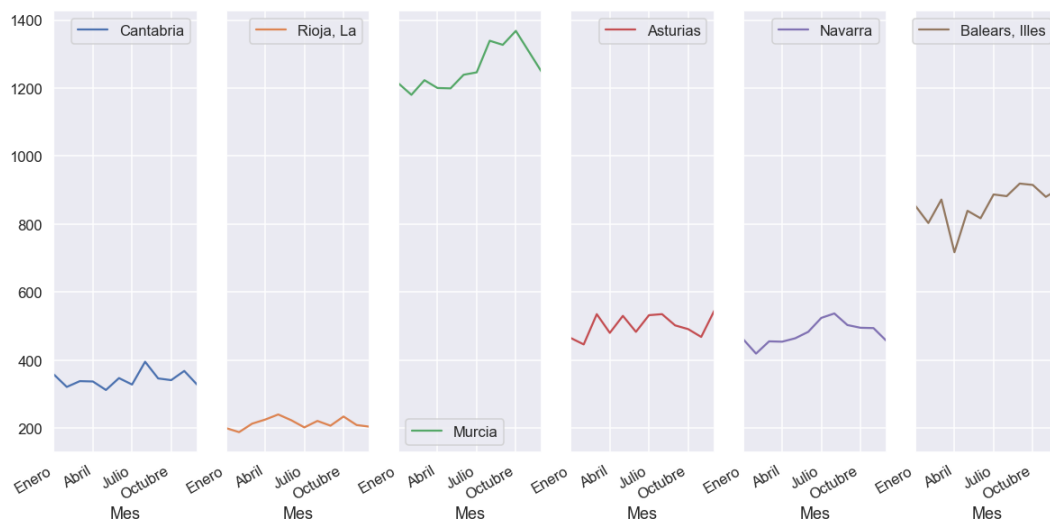
2. subplots [True|False]: subplot para cada columna dibujada
 ▶ layout: (n_filas, n_columnas), opcional con subplot=True



2.2. layout como parámetro de plt.subplots()

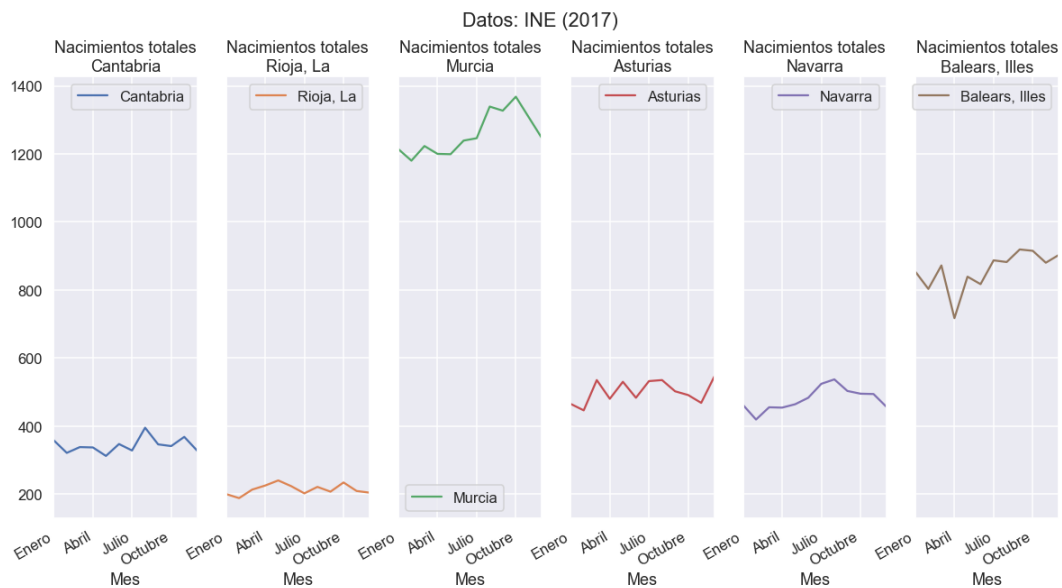


3. sharex/sharey: compartir ejes (subplots)

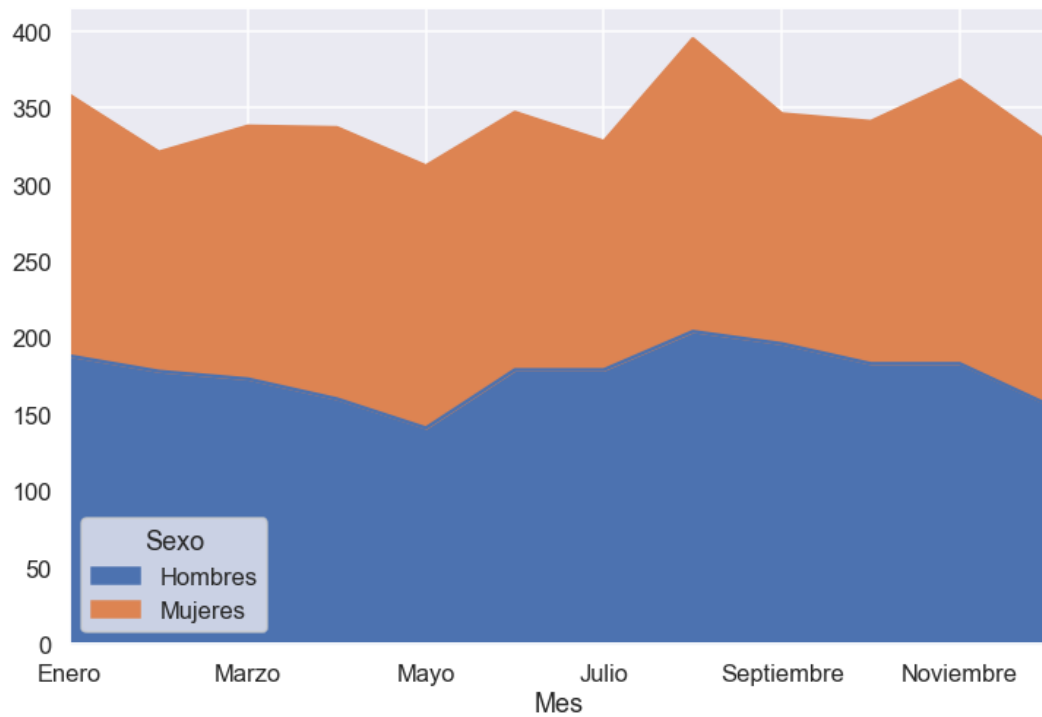


4. title:

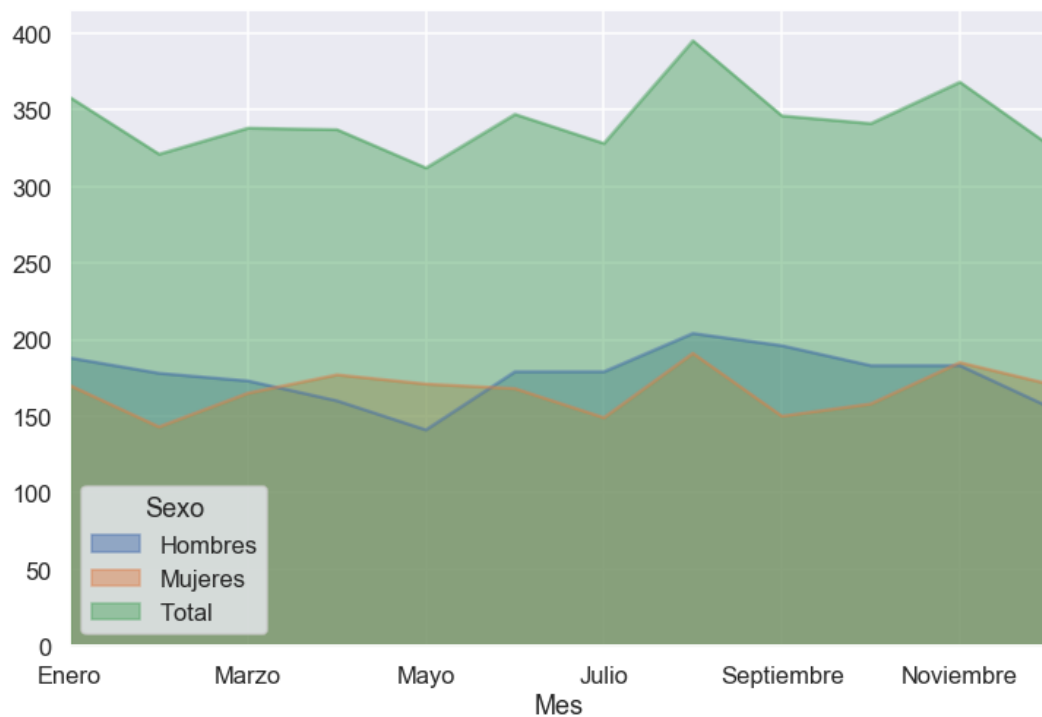
- ▶ `str`: título de la figura
- ▶ `list(str)`: título de cada subplot



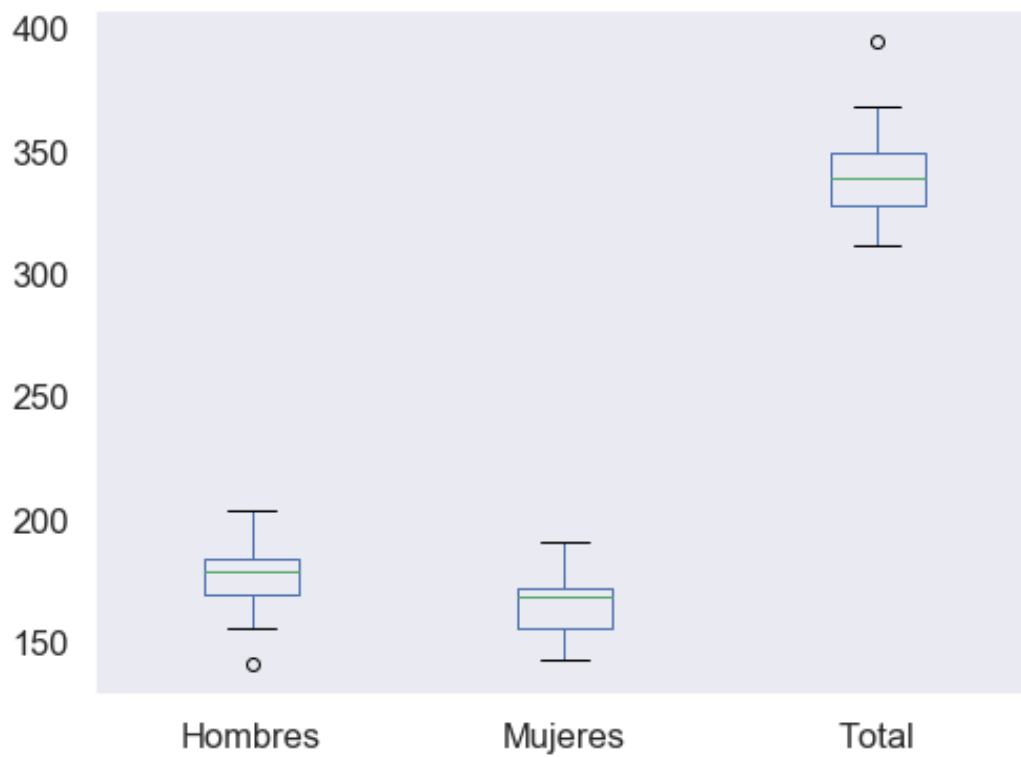
5. `figsize`: tamaño de la figura



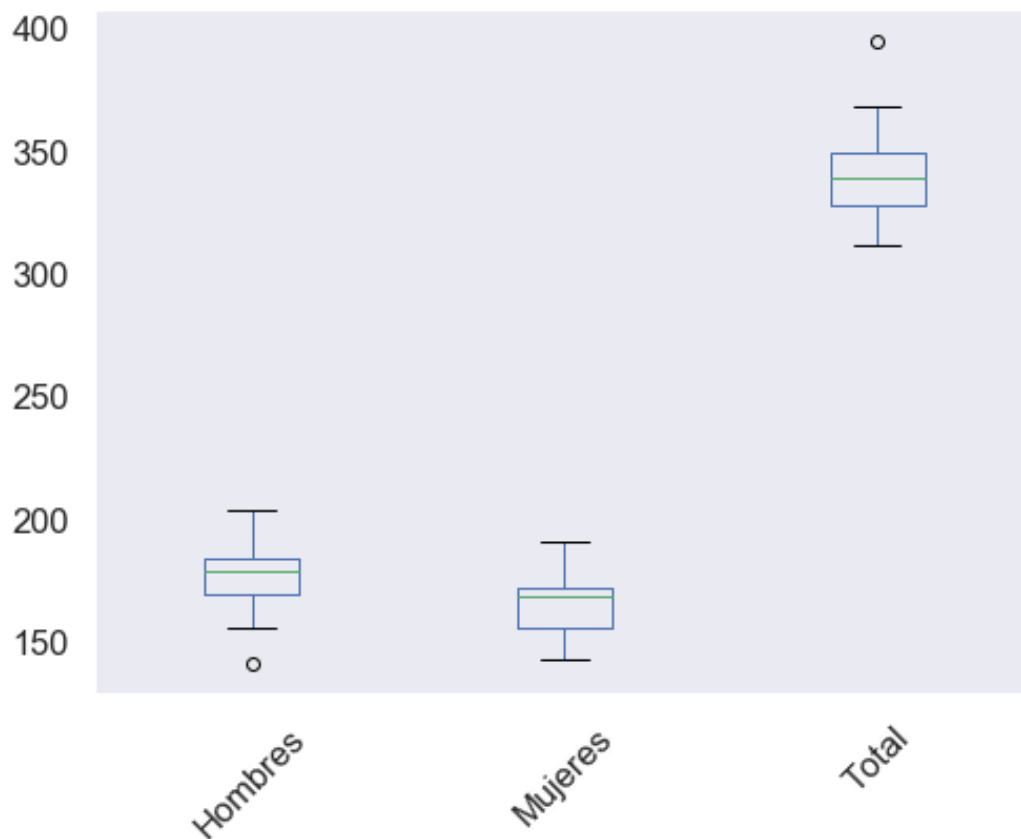
6. `stacked [True|False]`: apilar datos



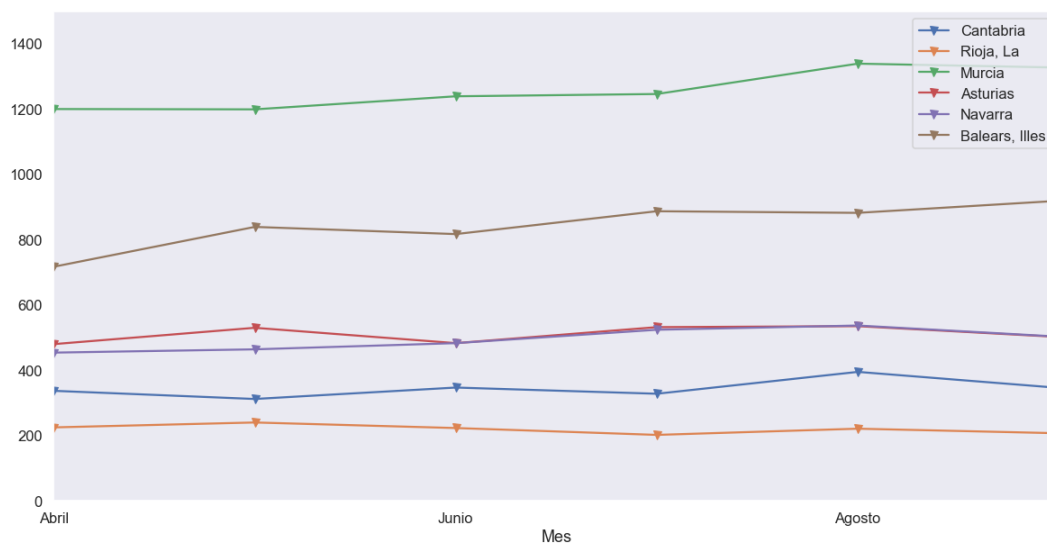
7. `grid [True|False]:` dibujar cuadrícula



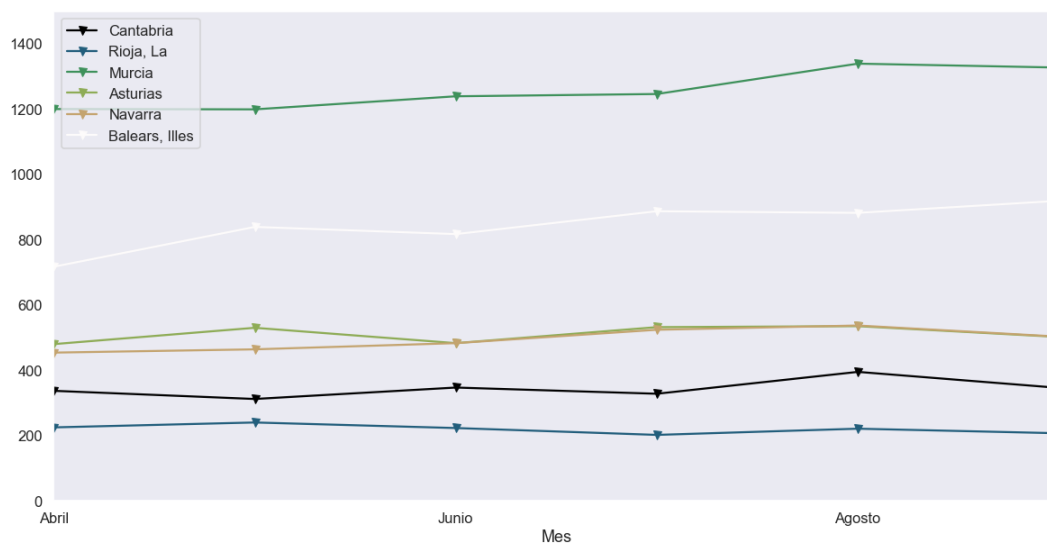
8. `rot: 'horizontal', 'vertical',` o número (en grados)



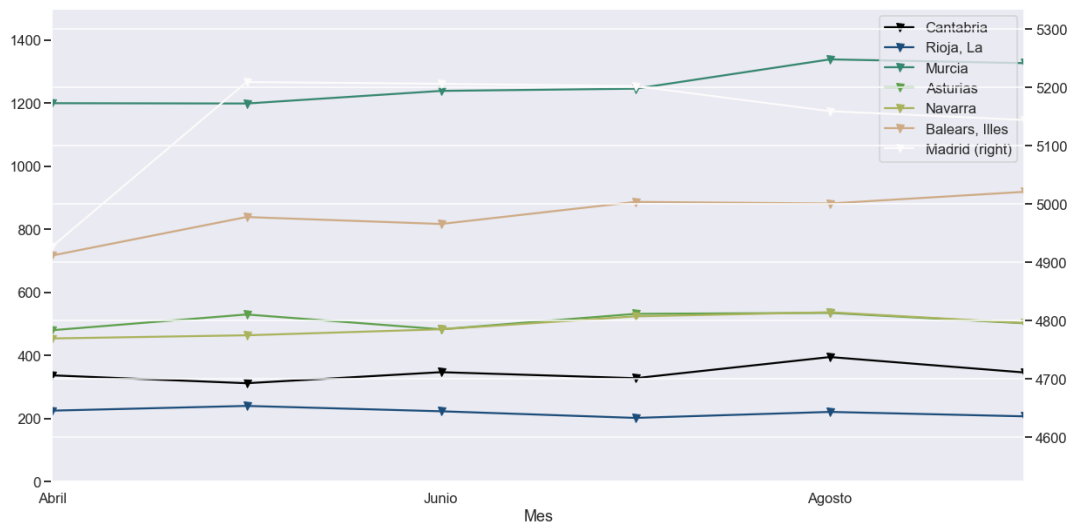
9. xlim, ylim: tuplas (lo, hi) para delimitar visualización



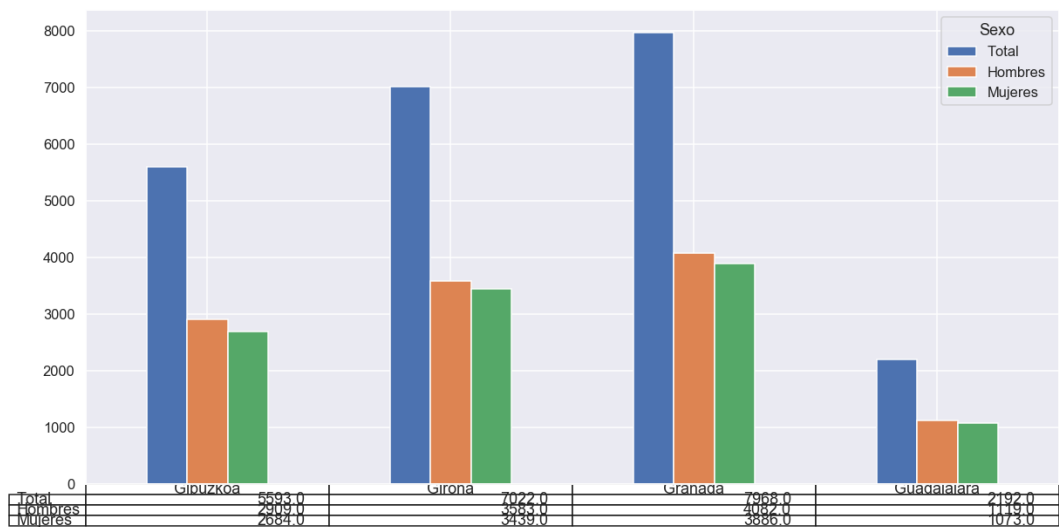
10. colormap: mapa de colores (matplotlib.cm.)



11. secondary_y: segundo eje de ordenadas



12. table [True|False]: mostrar tabla bajo el gráfico



Parámetros de visualización con pyplot

- ▶ Descargar cuaderno jupyter
- ▶ Abrirlo con jupyter notebook
- ▶ Ejecutar paso a paso de la siguiente sección

Color/estilo de línea

El color de línea para un gráfico individual se puede controlar mediante una cadena de texto que defina color+estilo+marcador (p.e. 'r--'), en cualquier orden, todos opcionales:

```
colors = {'b': 'blue', 'g': 'green', 'r': 'red', 'c': 'cyan', 'm': 'magenta',
          'y': 'yellow', 'k': 'black', 'w': 'white'}
```

```
lineStyles = {'-': '_draw_solid', '--': '_draw_dashed', '-.': '_draw_dash_dot',
              ':': '_draw_dotted', 'None': '_draw_nothing',
              ' ': '_draw_nothing', ' ': '_draw_nothing'}
```

```
markers = {
    '.': 'point', ',': 'pixel', 'o': 'circle', 'v': 'triangle_down',
    '^': 'triangle_up', '<': 'triangle_left', '>': 'triangle_right',
    '1': 'tri_down', '2': 'tri_up', '3': 'tri_left', '4': 'tri_right',
    '8': 'octagon', 's': 'square', 'p': 'pentagon', '*': 'star',
    'h': 'hexagon1', 'H': 'hexagon2', '+': 'plus', 'x': 'x', 'D': 'diamond',
    'd': 'thin_diamond', '|': 'vline', '_': 'hline', 'P': 'plus_filled',
    'X': 'x_filled', 0: 'tickleft', 1: 'tickright', 2: 'tickup', 3: 'tickdown',
    4: 'caretleft', 5: 'caretright', 6: 'caretup', 7: 'caredown',
    8: 'caretleftbase', 9: 'caretrightbase', 10: 'caretupbase',
    11: 'caredownbase', 'None': 'nothing', None: 'nothing', ' ': 'nothing',
    ' ': 'nothing'
}
```

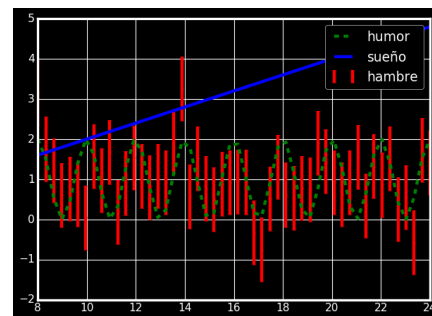
Color/estilo de línea

```
N = 50
np.random.seed(4873)

x = np.linspace(0, 10, N)
k = 0.8
y = k + np.sin(x) * np.random.randn(N)

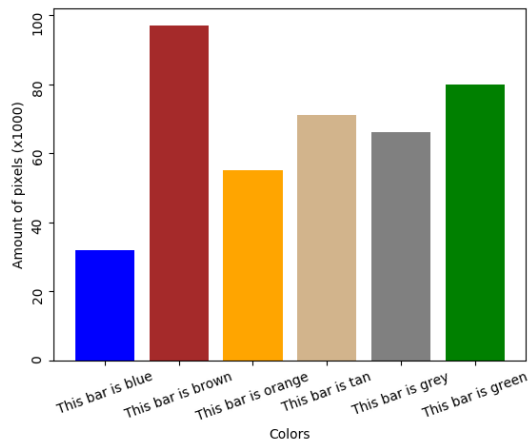
(fig, ax) = plt.subplots(1)

#####
ax.errorbar(x, y, yerr=k, fmt='.r');
ax.plot(x, 1 + np.cos(np.pi*x), '--g')
ax.plot(x, x/5, 'b')
#####
```

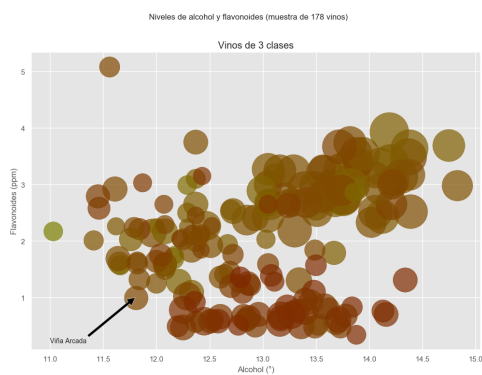


xticks/yticks

```
plt.yticks(rotation='vertical')
plt.xticks(rotation=20) # 20 grados en sentido antihorario
```



Títulos, etiquetas y anotaciones



Título de la figura ----->

Título del subplot (Axes) --->

Título de cada eje (Axis) --->

Anotaciones ----->

```
fig.suptitle('Niveles de alcohol y flavonoides',
             '(muestra de 178 vinos)')
ax.set_title('Vinos de 3 clases')
ax.set_xlabel('Alcohol (°)')
ax.set_ylabel('Flavonoides (ppm)')
ax.annotate(
    'Viña Arcada', xy=(11.8, 1), xytext=(11, .5)
    arrowprops=dict(facecolor='black', shrink=0.
)
```

Leyenda

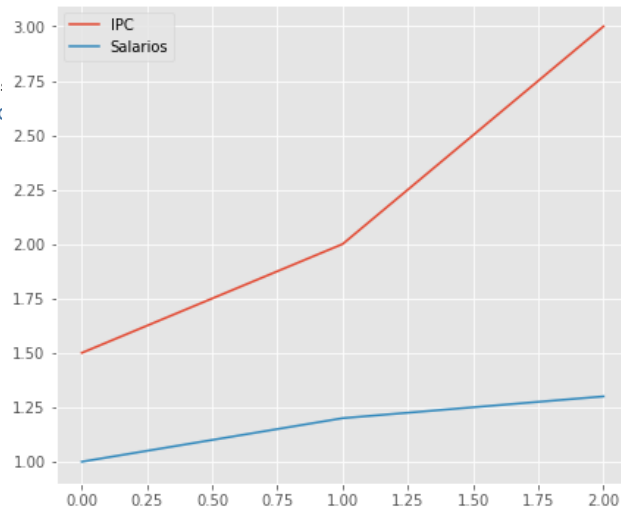
- Se genera automáticamente según datos inferidos de las etiquetas

```
(line1, ) = ax.plot([1.5, 2, 3],  
                    label='IPC')  
(line2, ) = ax.plot([1, 1.2, 1.3],  
                    label='Salarios')
```

```
ax.legend(loc='upper left')
```

loc: define dónde emplazar la
leyenda

*best, upper right, upper
left, lower left, lower right,
right, center left, center
right, lower center, upper
center, center*



:::

Estilos

- ▶ Aplican a todos los gráficos generados
- ▶ Estilo por defecto en `matplotlib.rcParams`
 - ▶ pueden modificarse dinámicamente
- ▶ Podemos cambiar a estilos preconfigurados:

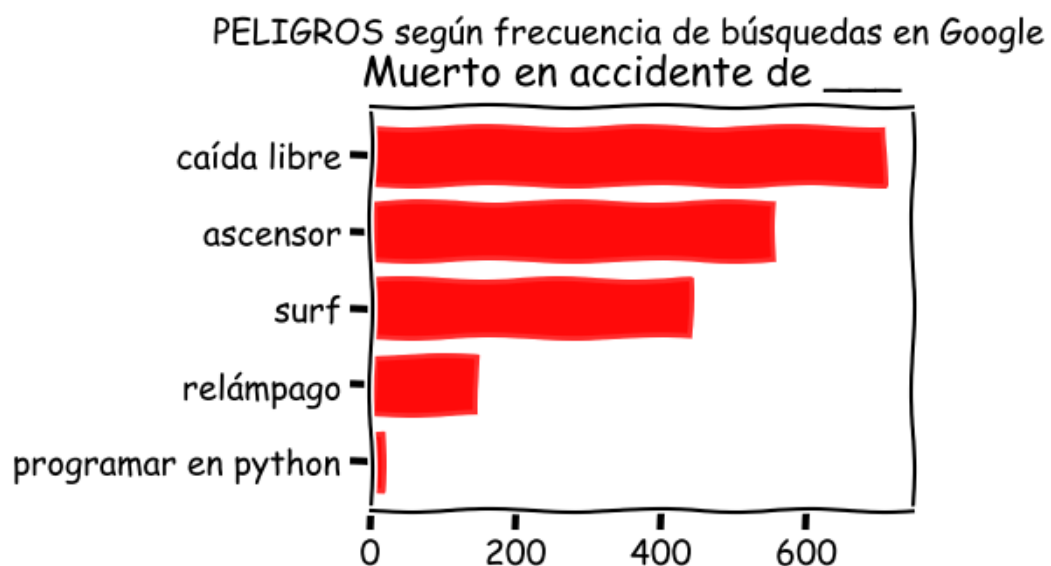

```
print(plt.style.available)
plt.style.use('ggplot')
```
- ▶ y/o modificar parámetros (`plt.rcParams`) individualmente


```
plt.rcParams["figure.figsize"] = (20.0, 15.0)
plt.rcParams['font.family'] = ['monospace']
```
- ▶ Los cambios aplican a todos los gráficos
 - ▶ salvo cambio temporal de estilos:


```
with plt.style.context(('dark_background')):
    plt.plot(np.sin(np.linspace(0, 2 * np.pi)), 'r-o')
```

Otros estilos

```
with plt.xkcd():
    ...
```

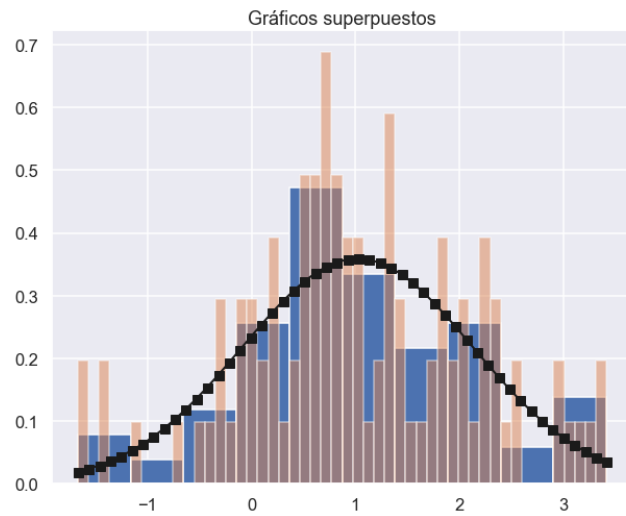


Otros estilos

```
seaborn
import seaborn as sns

sns.set()
sns.set_context("talk")
```

:::



Tipos de gráficos más importantes en pyplot

Lineplot (.plot())

Tipo de gráfico por defecto

```
(fig, ax) = plt.subplots(1, 1) # (n_filas, n_columnas)
```

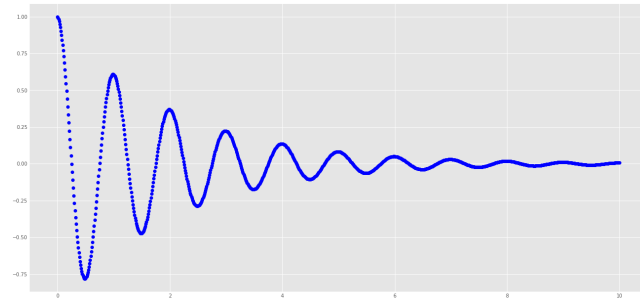
```
x = np.linspace(0, 10, 1000)
```

```
y = np.exp(-x/2) * np.cos(2*np.pi*x)
```

```
#####
```

```
ax.plot(x, y, 'bo')
```

```
#####
```



Dos gráficos al mismo tiempo:

```
(fig, ax) = plt.subplots(1, 1) # (n_filas, n_columnas)
```

```
x = np.linspace(0, 10, 1000)
```

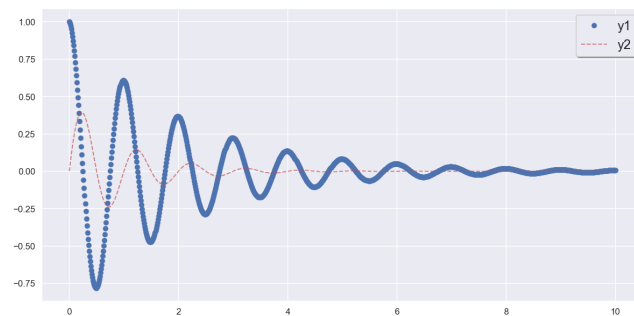
```
y1 = np.exp(-x / 2) * np.cos(2 * np.pi * x)
```

```
y2 = np.exp(-x) / 2 * np.sin(2 * np.pi * x)
```

```
#####
```

```
ax.plot(x, y1, 'bo',  
        x, y2, 'r--')
```

```
#####
```



Dos gráficos al mismo tiempo:

```
(fig, ax) = plt.subplots(1, 1) # (n_filas, n_columnas)

x = np.linspace(0, 10, 1000)
y1 = np.exp(-x / 2) * np.cos(2 * np.pi * x)
y2 = np.exp(-x) / 2 * np.sin(2 * np.pi * x)

#####
ax.plot(x, y1, 'bo')
ax.plot(x, y2, 'r--') # <-- dibujar sobre el mismo eje
#####
```

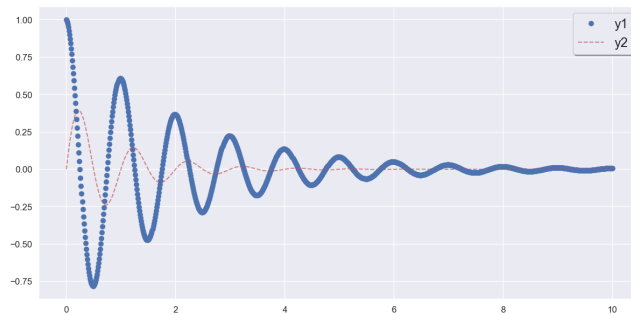


Gráfico de dispersión (Scatterplot)

```
N = 75
np.random.seed(45987230)

fig, (ax1, ax2) = plt.subplots(2, 1,
                               figsize=(7, 10))
a = np.random.randint(low=1, high=11, size=50)
b = a + np.random.randint(1, 5, size=a.size)
x = np.linspace(0, 1, N)
y = np.random.gamma(5, size=N)
colors = np.random.rand(N)

#####
ax1.scatter(x=a, y=b, marker='o', c='r',
            edgecolor='b')
ax2.scatter(
    x, y, # x=x, y=y
    s=np.random.randint(10,800, N), # tamaño
    marker='v', # tipo de marcador
    c=colors, # colores
    alpha=0.4 # nivel de transparencia
)
#####

ax1.set_title('$a$ vs $b$')
ax2.set_title('$x$ vs $y$')
fig.suptitle("Scatterplot")
```

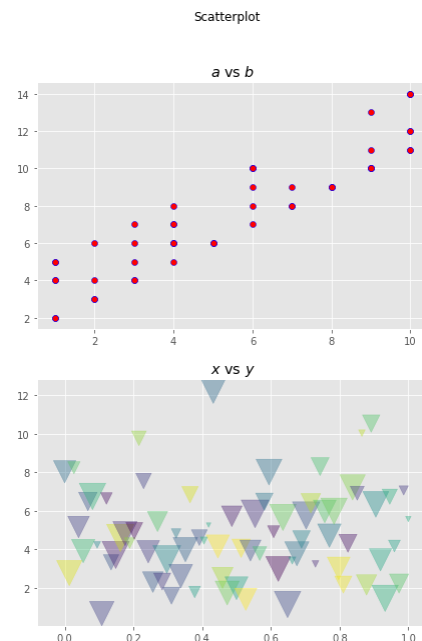
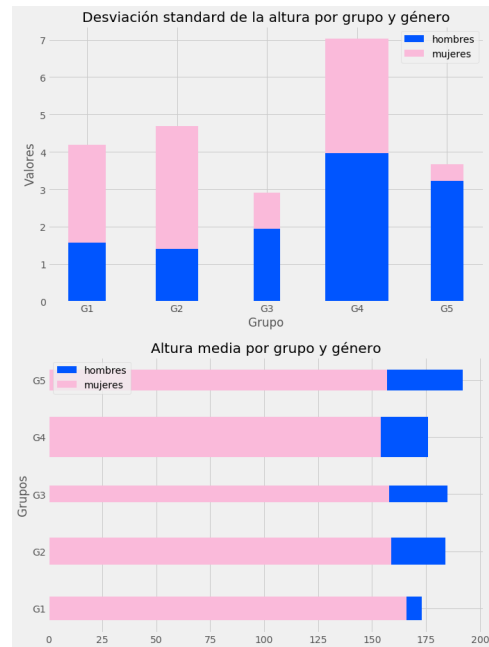


Gráfico de barras (barplot)

```
ax1.bar(
    ind,                # eje de abscisas
    men_std,            # eje de ordenadas
    width,              # grosor de barra
    color='#0055ff'    # color de barra (RGB)
)
ax1.bar(
    ind,
    women_std,
    width,
    color='#fabada',
    bottom=men_std      # apilado
)

# Barras horizontales

ax2.barh( # cambia orden (y, x)
    ind,                # eje 'y' !
    men_means,          # eje 'x' !
    width,              # grosor de barra
    color='#0055ff'    # color (RGB)
)
ax2.barh( # cambia orden (y, x)
    ind,                # eje 'y' !
    women_means,        # eje 'x' !
    width,              # grosor de barra
    color='#fabada'     # color (RGB)
)
```



Histograma

```
fig, ax = plt.subplots(2, figsize=(10,5))
bins = 20
x1 = np.random.gamma(10, size=1000)
x2 = np.random.randn(1000)
ax1, ax2 = ax.flatten()

#####
(ax1_values, _, _) = ax1.hist(x1, bins=bins, facecolor='brown', alpha=.7);
(_, ax2_bins, _) = ax2.hist(x2, alpha=.7, cumulative=True,
                             log=True, orientation='horizontal')
#####
```

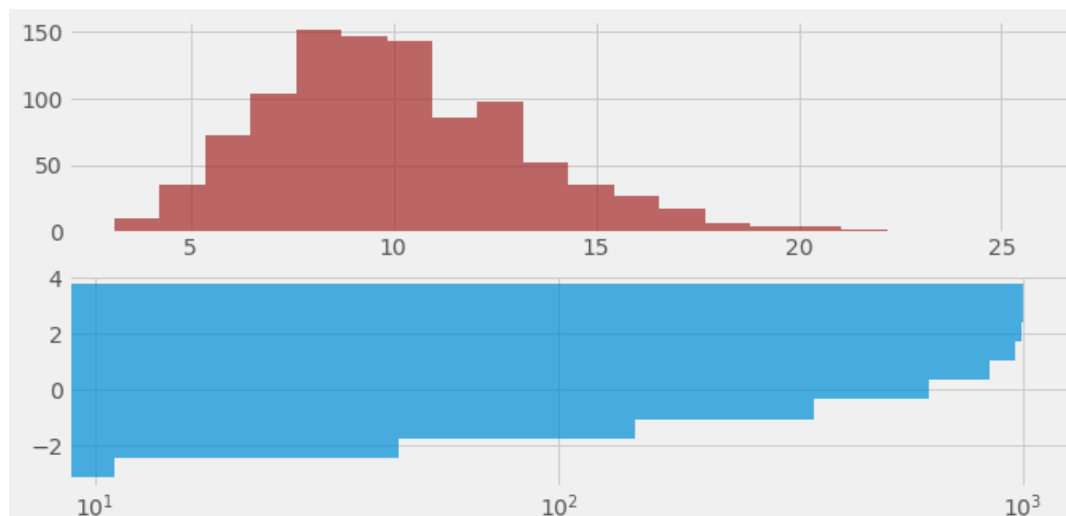
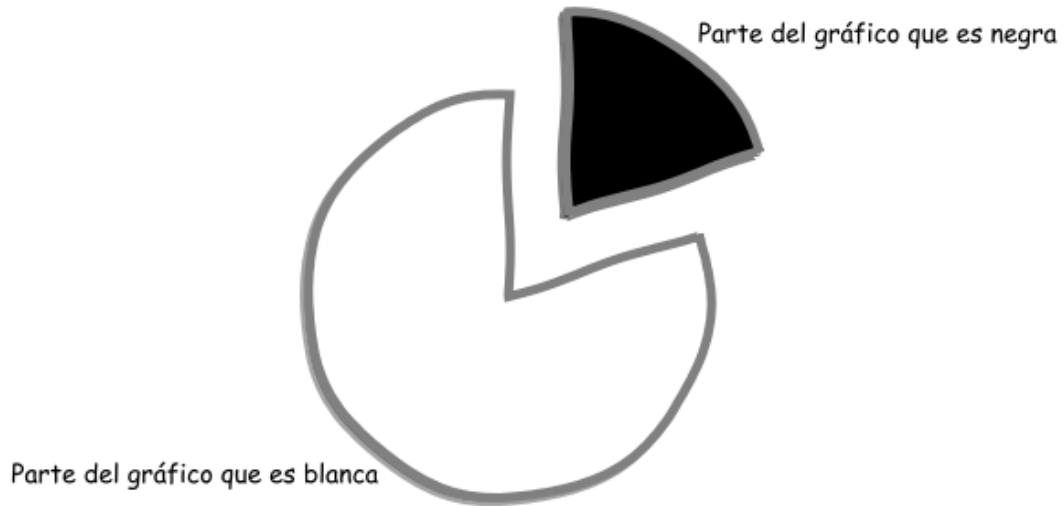


Diagrama circular (pie)

```
ax.pie([80, 20], explode=(0, .5), labels=labels,
       colors=colors, shadow=True, startangle=90)
# ejes iguales = asegurarnos de que se muestre
# como un círculo
ax.axis('equal');
```



Guardar figura a fichero (de forma programática)

```
from sklearn.datasets import load_iris

iris = load_iris()
plt.style.use('ggplot')
fig, ax = plt.subplots(figsize=(7, 6))
formatter = plt.FuncFormatter(lambda i, *args: iris.target_names[int(i)])

plt.scatter(iris.data[:, 0], iris.data[:, 1], c=iris.target)
plt.colorbar(ticks=[0, 1, 2], format=formatter)

#####
fig.savefig('iris.pdf')
#####
```

Tipos de fichero soportados, según backend:

```
print(fig.canvas.get_supported_filetypes())
```

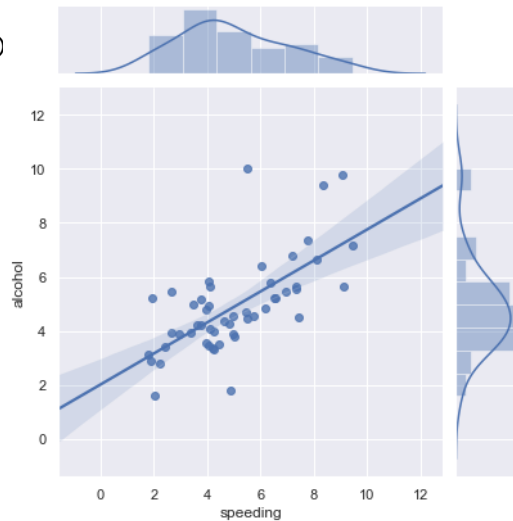
Seaborn

- ▶ Descargar cuaderno jupyter
- ▶ Abrirlo con jupyter notebook
- ▶ Ejecutar paso a paso de la siguiente sección

Capa de abstracción que simplifica ciertas tareas enfocadas a análisis estadístico

```
sns.set() # tema por defecto
crashes = sns.load_dataset("car_crashes")
```

```
with sns.color_palette("husl", 8):
    sns.jointplot(
        "speeding",
        "alcohol",
        crashes,
        kind='reg'
    )
```



Con matplotlib: ...

```
from scipy.stats import gaussian_kde

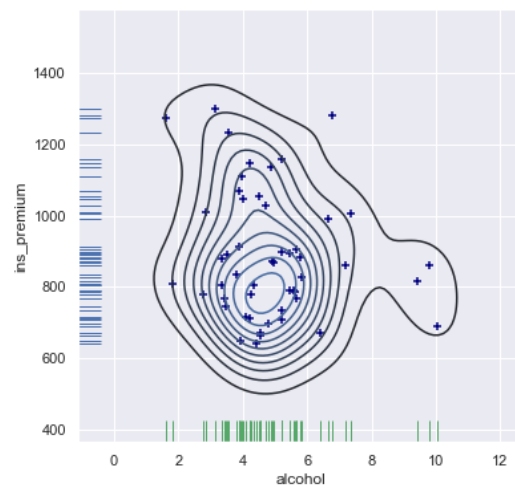
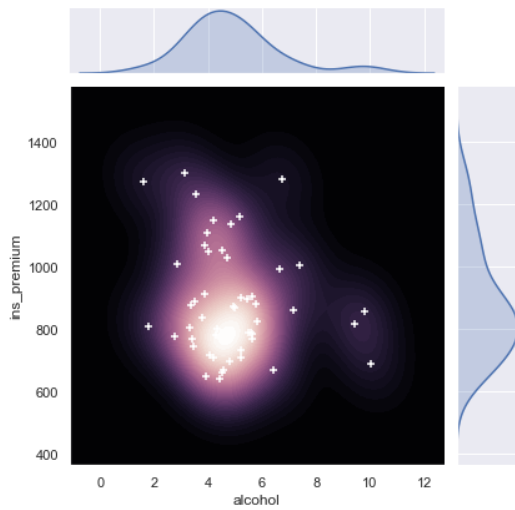
ax1 = plt.subplot2grid((4, 4), (1, 0), colspan=3, rowspan=3)
ax2 = plt.subplot2grid((4, 4), (0, 0), colspan=3)
ax3 = plt.subplot2grid((4, 4), (1, 3), rowspan=3)

crashes.plot.kde(y='speeding', ax=ax2, sharex=ax1, legend=None)
crashes.plot.hist(y='speeding', bins=6, ax=ax2, sharex=ax1, normed=True,
                  legend=None, alpha=.5, color='red')
crashes.plot.scatter(x='speeding', y='alcohol', ax=ax1, color='red', s=50)

ax2.set_ylabel('')
ax2.set_yticks=[]
ax2.set_yticklabels=[]

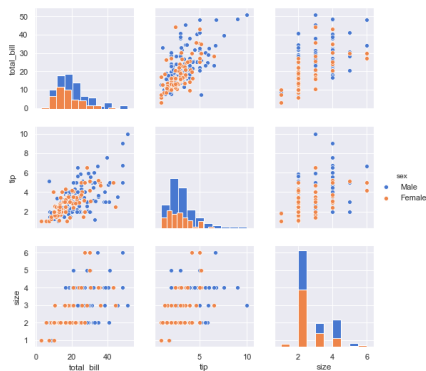
# No está soportado directamente el rotado en kde
kde_speeding = gaussian_kde(crashes.alcohol)
y = np.linspace(np.amin(crashes.alcohol), np.amax(crashes.alcohol), 100)
ax3.plot(kde_speeding(y), y)
crashes.plot.hist(y='alcohol', ax=ax3, sharey=ax1, normed=True, legend=None,
                  orientation='horizontal', alpha=.5, color='red')
```

Multitud de gráficas pre-establecidas



Permite cambiar temporalmente la estética mediante context managers:

```
with sns.axes_style("ticks") and sns.color_palette("muted"): # estilo temporal
    sns.pairplot(data=tips,
                 hue='smoker',
                 kind='reg')
```



+ ejemplos

tutorial seaborn

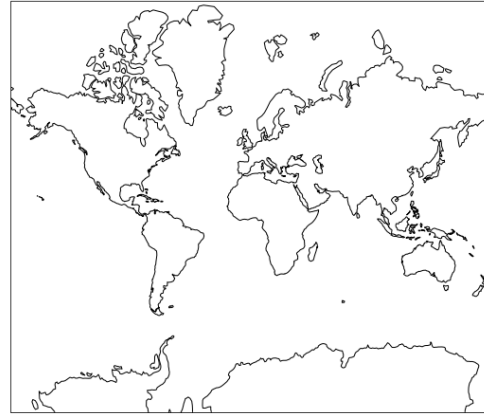
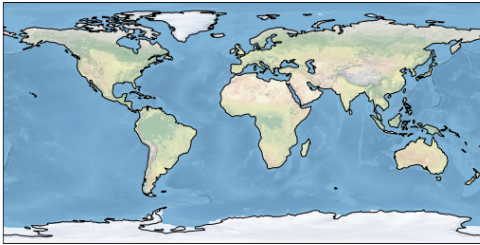
```
x, y = np.random.multivariate_normal(mean, cov, 1000).T
with sns.axes_style("white"):
    sns.jointplot(x=x, y=y, kind="hex", color="k");
```

Bokeh

- ▶ Permite generar gráficos “interactivos”
- ▶ Salida a HTML o integrado en cuaderno jupyter

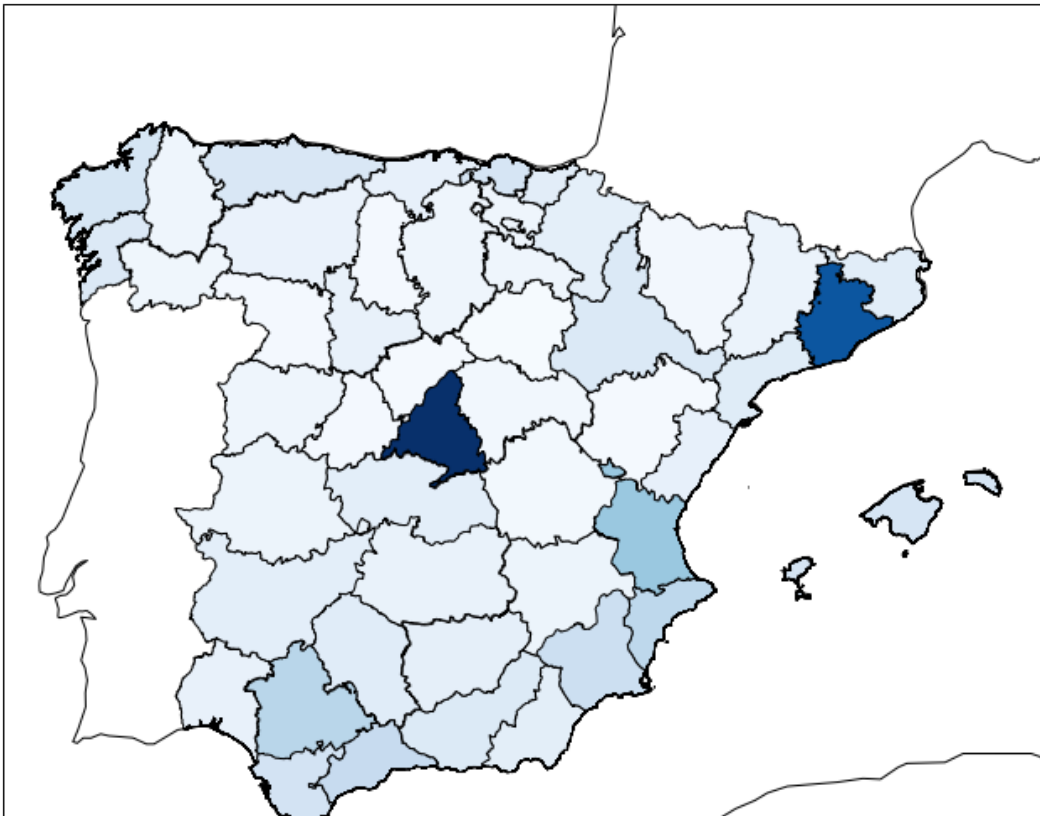
Geovisualización

- ▶ Librería standard *de facto*: matplotlib-toolkit (**obsoleta**)
- ▶ Oficialmente reemplazada por cartopy (muy estática)
- ▶ Alternativa: folium



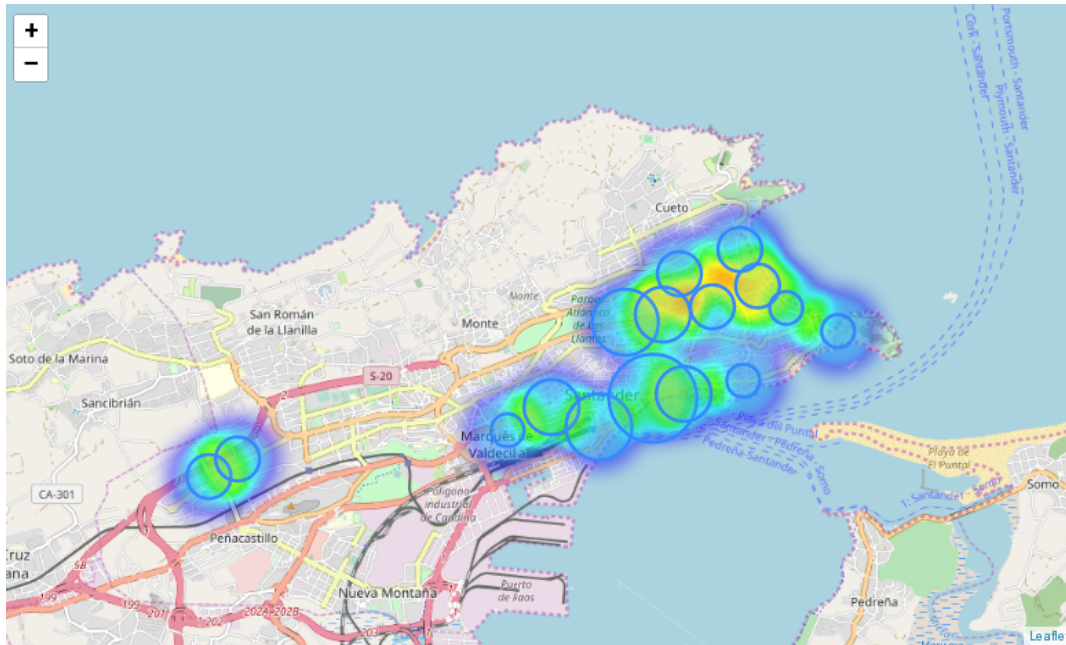
Cartopy

Cuaderno jupyter



Folium

Cuaderno jupyter



ejemplos online

Cuadernos jupyter

- ▶ matplotlib/pyplot
- ▶ pandas
- ▶ caso práctico
- ▶ pyplot
- ▶ seaborn
- ▶ cartopy
- ▶ folium
- ▶ **Soluciones** caso práctico

Información adicional:

- ▶ 10 plotting libraries