Prueba1

May 12, 2021

Nombre: Jonathan Atancuri

Asignatura: Simulacion

1 Prueba de Simulacion

Enunciado:

- Diseñe y desarrolle un modelo y/o script que permita simular el siguiente caso real:
  - Se tiene los datos del ecuador (https://github.com/andrab/ecuacovid/tree/master/datos_crudos). En base a ello obtener los siguientes modelos:
    - Generar graficas para entender y procesar los datos:
      - Generar graficas y reportes del total de personas vacunadas.
      - Generar grafico de pie por fabricante de la vacuna.
      - Generar histogramas de vacunas por mes de llega y fabricante.
  - Generar un reporte parametrizado que pueda ingresar los datos de las fechas inicio y fin para obtener la información de las graficas vistas en el primer punto.
  - Generar un modelo matemático de predicción para regresión lineal, exponencial, polinómico y logarítmico, del procesos de vacunación en base al numero actual de vacunados (1 y 2 dosis) y a la llegada de nuevas vacunas.
  - Desarrollar y generar un proceso de comparación con al menos cuatro países (2. Latinoamérica, 1. E.E.U.U./Canada, 1. Europa).
  - Generar las graficas de regresión y comparar.
  - Identificar cual es la fecha tentativa en la que todos los Ecuatorianos podrán ser vacunados con las dos dosis.
- El proceso de simulación desarrollado deberá considerar los siguientes aspectos:

  - Generar un cuaderno de Python para el desarrollo y parametrización de graficas, reportes, regresiones.
  - Obtener los siguientes análisis:
    * Cual tiene una mejor predicción.
    * Ventajas y desventajas de los modelos.
  - Opinión
  - Conclusiones
  - Recomendaciones.

- Fechas de Presentación: 09/05/2021 – 23:55 Subir al Avac en formato PDF y al Git los cuadernos de Python.

- Puntos Adicionales:

  - Generar una correlación del plan de vacunas con las vacunas realizadas actuales

Referencias:

-
-

[1]:
```
import pandas as pd
import numpy as np
from datetime import datetime,timedelta
from sklearn.metrics import mean_squared_error
from scipy.optimize import curve_fit
from scipy.optimize import fsolve
from sklearn import linear_model
import matplotlib.pyplot as plt
from sklearn.linear_model import LinearRegression
from sklearn.preprocessing import PolynomialFeatures
from scipy.optimize import minimize
from scipy.integrate import solve_ivp
from time import time
from scipy.integrate import odeint
from random import randrange # Obtener un numero randomico
import pygame
from matplotlib.dates import DateFormatter, WeekdayLocator
```

```
pygame 2.0.1 (SDL 2.0.14, Python 3.8.3)
Hello from the pygame community. https://www.pygame.org/contribute.html
```

[2]:
```
plotlin = plt
plotlog = plt
plotexp = plt
plotpol = plt
plotsir = plt
start_date = "21/01/2021"
url = 'https://raw.githubusercontent.com/andrab/ecuacovid/master/datos_crudos/
 ↪vacunas/vacunas.csv'
```

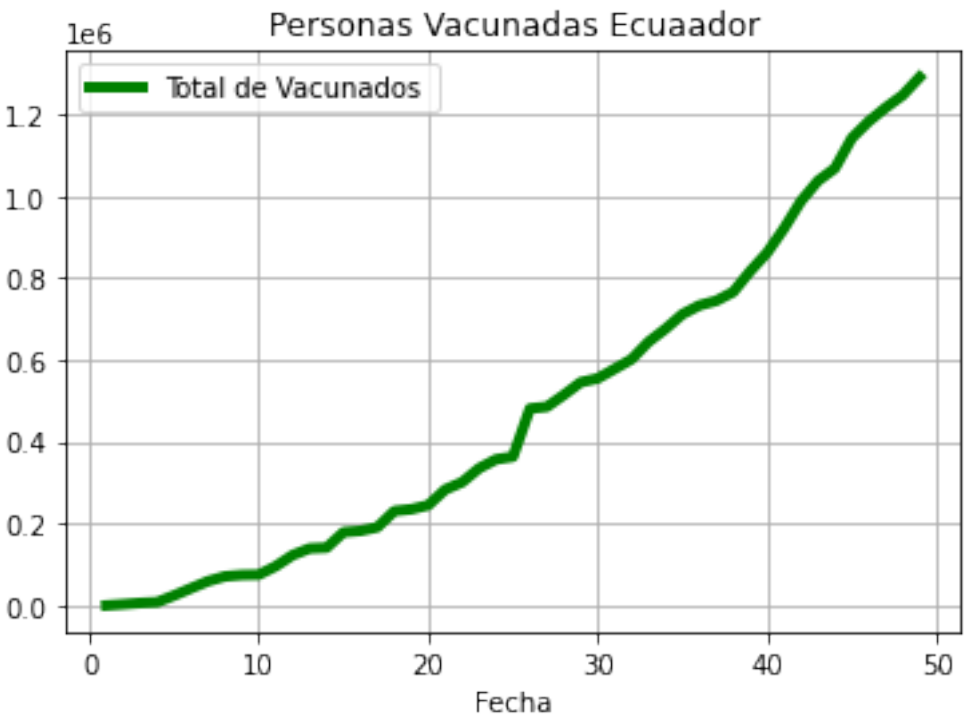
```
df = pd.read_csv(url)
df.head(10)
```

[2]:

	fecha	dosis_total	primera_dosis	segunda_dosis
0	21/01/2021	0	0	0
1	22/01/2021	108	108	0
2	27/01/2021	2982	2982	0
3	04/02/2021	6228	6228	0
4	17/02/2021	8190	6228	1962
5	24/02/2021	24492	20784	3708
6	01/03/2021	42114	35886	6228
7	04/03/2021	59316	53088	6228
8	05/03/2021	71148	64920	6228
9	08/03/2021	74472	68244	6228

[3]:
```
clasificador = df[df['dosis_total'] != 0]
#print(clasificador)
ndf1=clasificador[['fecha','dosis_total']]
#print(ndf1)
x=np.arange(1,len(ndf1)+1,1) # arreglo primer dia
y=np.array(ndf1.values[:,1], dtype='float')

print("Total de Vacunados")
print(y[len(y)-1])
plt.plot(x,y,label='Total de Vacunados ', linewidth=4.0 ,color='green')
plt.xlabel("Fecha")
plt.grid(True)
plt.legend()
plt.title('Personas Vacunadas Ecuaador');
```

```
Total de Vacunados
1289962.0
```



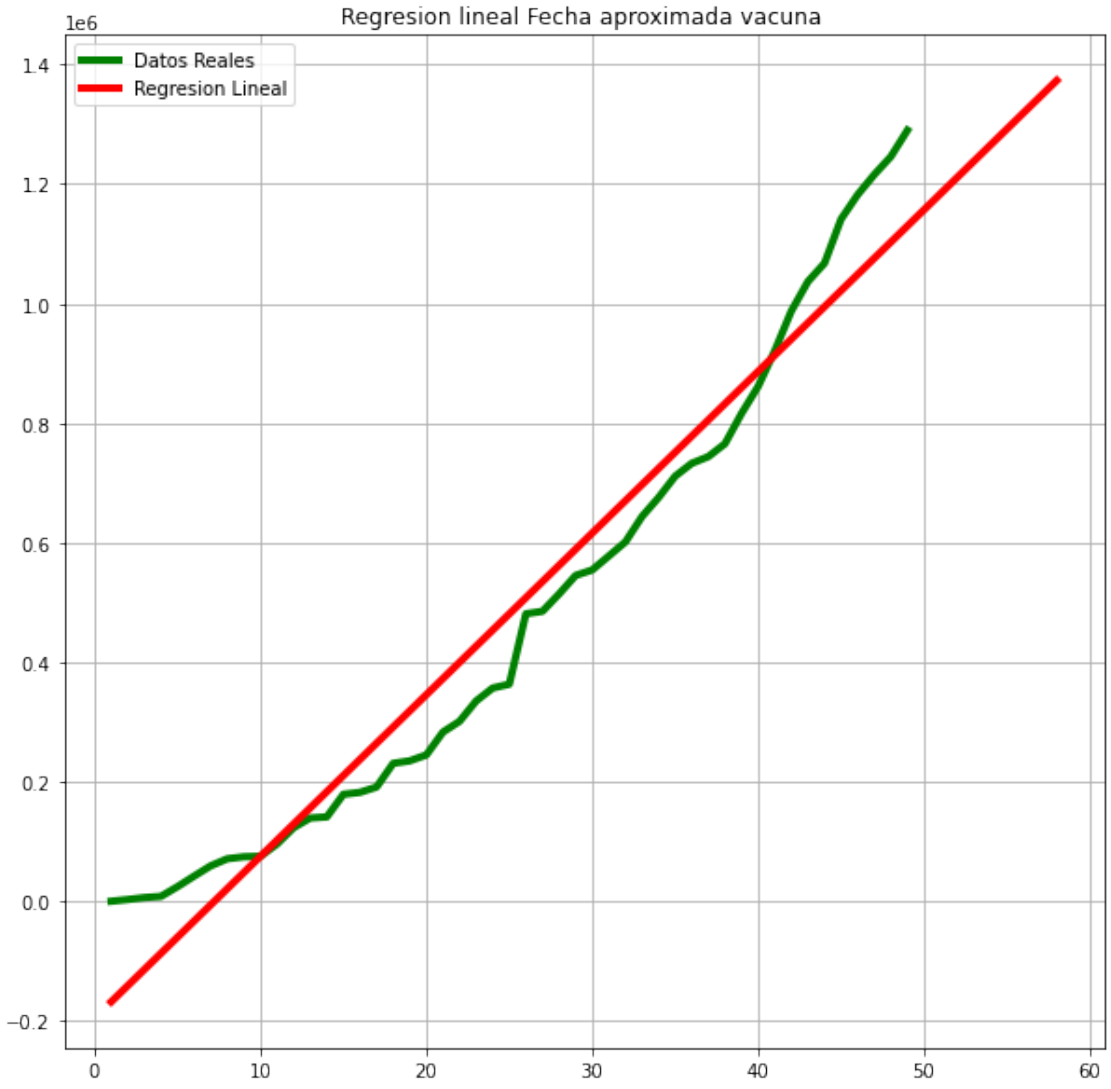
1.0.1 Regresion Lineal

[4]:
```
regresion_lineal = LinearRegression() # creamos una instancia de␣
 ↪LinearRegression
# instruimos a la regresión lineal que aprenda de los datos (x,y)
regresion_lineal.fit(x.reshape(-1,1), y)


# vemos los parámetros que ha estimado la regresión lineal
print('w = ' + str(regresion_lineal.coef_[0]) + ', b = ' + str(regresion_lineal.
 ↪intercept_))
if (regresion_lineal.intercept_ < 0):
    ecua='y = {}x {}'
else:
    ecua='y = {}x + {}'
print(ecua.format(regresion_lineal.coef_[0],regresion_lineal.intercept_))
```

```
w = 27041.89295918367, b = -195179.89540816325
y = 27041.89295918367x -195179.89540816325
```

[5]:
```
fun= lambda num: regresion_lineal.coef_[0]*num+regresion_lineal.intercept_
plt.figure(figsize=(10, 10))
plt.plot(x,y,label='Datos Reales',linewidth=4.0 ,color='green')
```

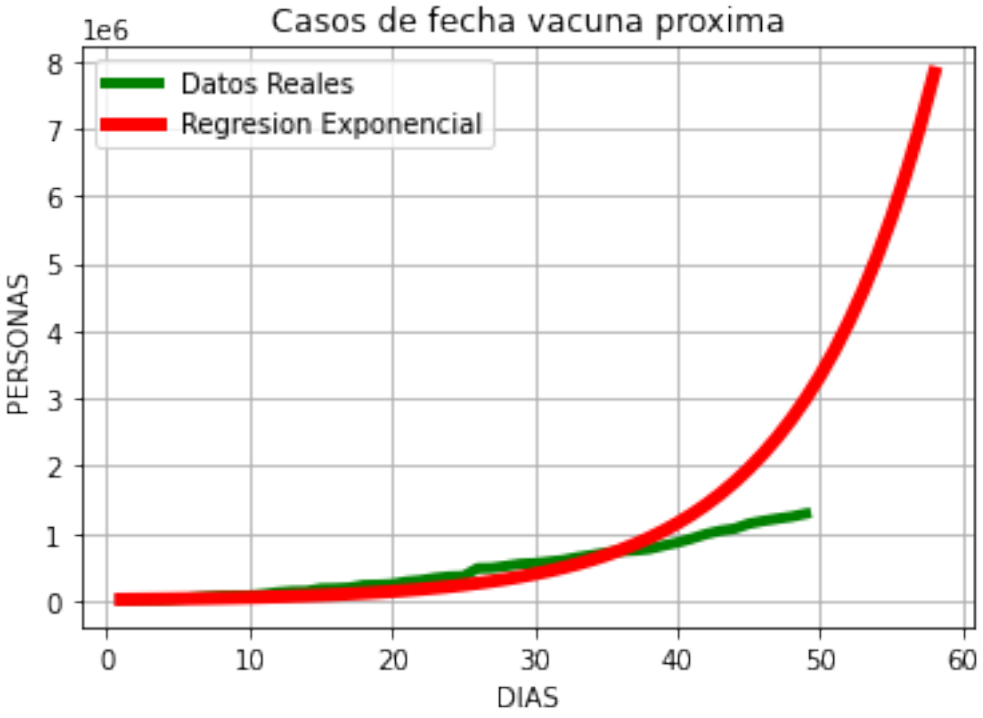
```
plt.grid(True)
plt.title('Regresion lineal Fecha aproximada vacuna ');
x1=np.arange(1,len(ndf1)+10,1)
y1=fun(x1)


plt.plot(x1,y1,color='red',linewidth=4.0,label='Regresion Lineal')
plt.legend()
plt.show()
```



1.0.2 Regresion Exponencial

[6]:
```
xexp=x
yexp=y
ndf1exp=ndf1

curve_fit=np.polyfit(xexp,np.log(yexp),1)
print(curve_fit)
pred_xe=np.array(list(range(min(xexp),max(xexp)+10)))


yx=np.exp(curve_fit[1])*np.exp(curve_fit[0]*pred_xe)
plt.title('Casos de fecha vacuna proxima')
plt.plot(xexp,yexp,"green",linewidth=4.0,label='Datos Reales')
plt.plot(pred_xe,yx,color='red',linewidth=5.0, label="Regresion Exponencial")
plt.xlabel('DIAS')
plt.ylabel('PERSONAS')
plt.legend()
plt.grid(True)
```

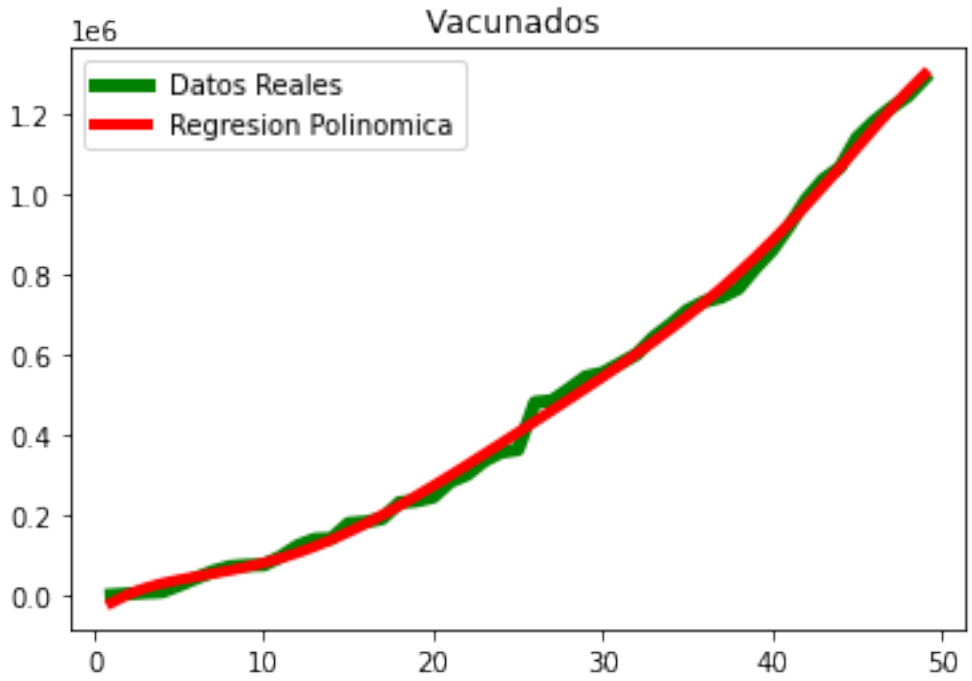
```
[0.10658319 9.69124219]
```



1.0.3 Regresion Polinomica

[7]:
```
xpol=x
ypol=y
polndf1=ndf1
#Vacunados
fun1 = np.poly1d(np.polyfit(xpol, ypol, 6))
print(fun1)
y_pred=fun1(xpol)
plt.title('Vacunados ')
plt.plot(xpol, ypol, "green",linewidth=5.0 ,label='Datos Reales' )
plt.plot(xpol, y_pred, c='r',linewidth=4.0 ,label='Regresion Polinomica')
plt.legend()
plt.show()
```

```
           6          5         4         3        2
-0.001779 x + 0.2736 x - 15.91 x + 433.3 x - 5097 x + 3.388e+04 x - 4.855e+04
```

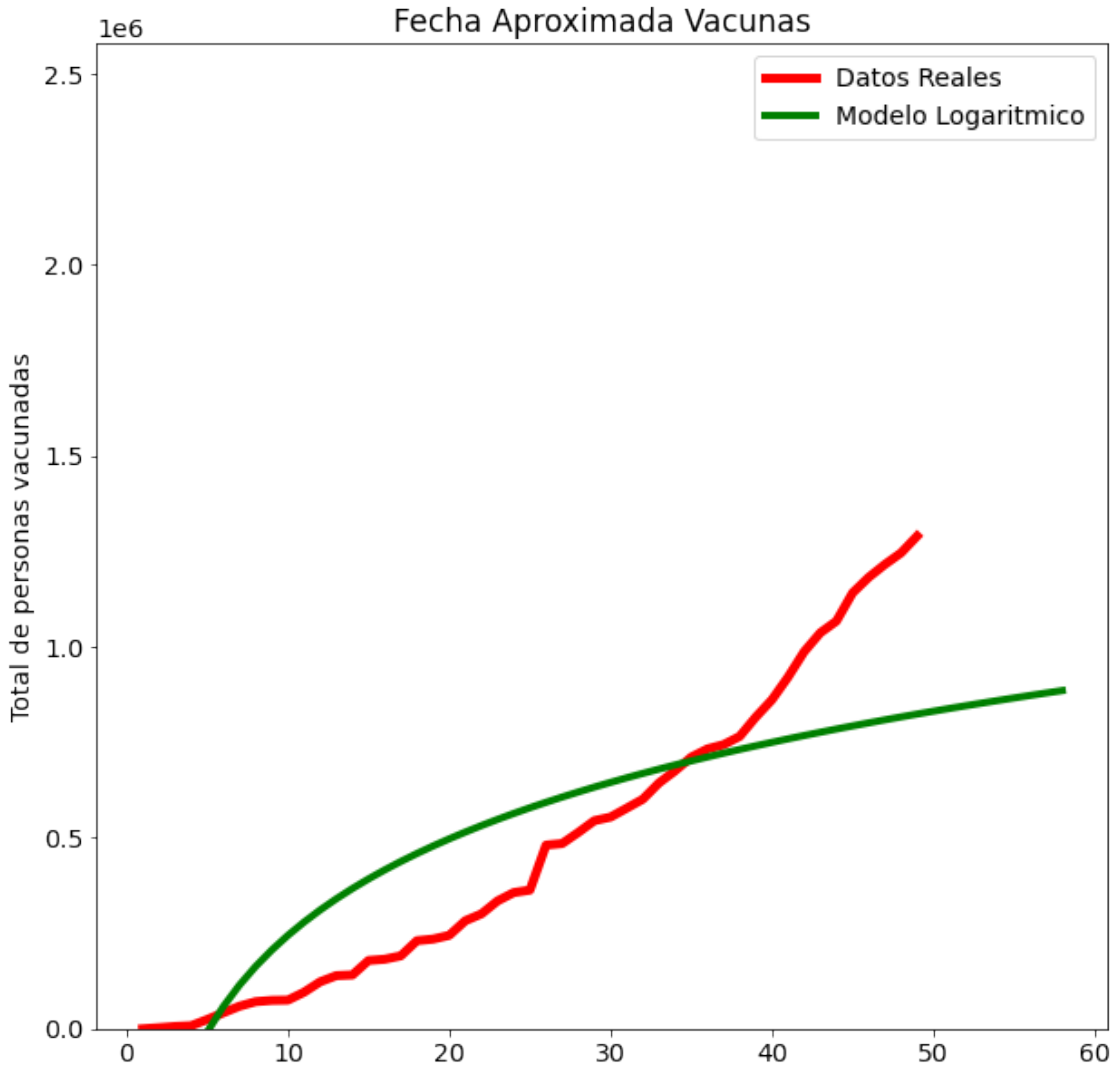


1.0.4 Regresion Logaritmica

[8]:
```
from scipy.optimize import curve_fit
from sklearn.linear_model import LogisticRegression

xlog=x
ylog=y
```

```
ndf1log=ndf1

def modelo_logistico(x,a,b):
    return a+b*np.log(x)

exp_fit = curve_fit(modelo_logistico,xlog,ylog) #Extraemos los valores de los␣
 ↪paramatros
```

[9]:
```
pred_x = list(range(min(xlog),max(xlog)+10)) # Predecir 10 dias mas
plt.rcParams['figure.figsize'] = [10, 10]
plt.rc('font', size=14)
# Real data
plt.plot(xlog,ylog,label="Datos Reales",linewidth=5.0 ,color="red")
# Predicted exponential curve
pred_y=[modelo_logistico(i,exp_fit[0][0],exp_fit[0][1]) for i in pred_x]
plt.title('Fecha Aproximada Vacunas')
plt.plot(pred_x, pred_y, "green" ,linewidth=4.0 ,label="Modelo Logaritmico" )
plt.legend()
plt.ylabel("Total de personas vacunadas")
plt.ylim(0,max(y)*2) # Definir los limites de Y
plt.show()
```



1.0.5 Grafica de Vacunas por mes de Llegada y el Fabricante

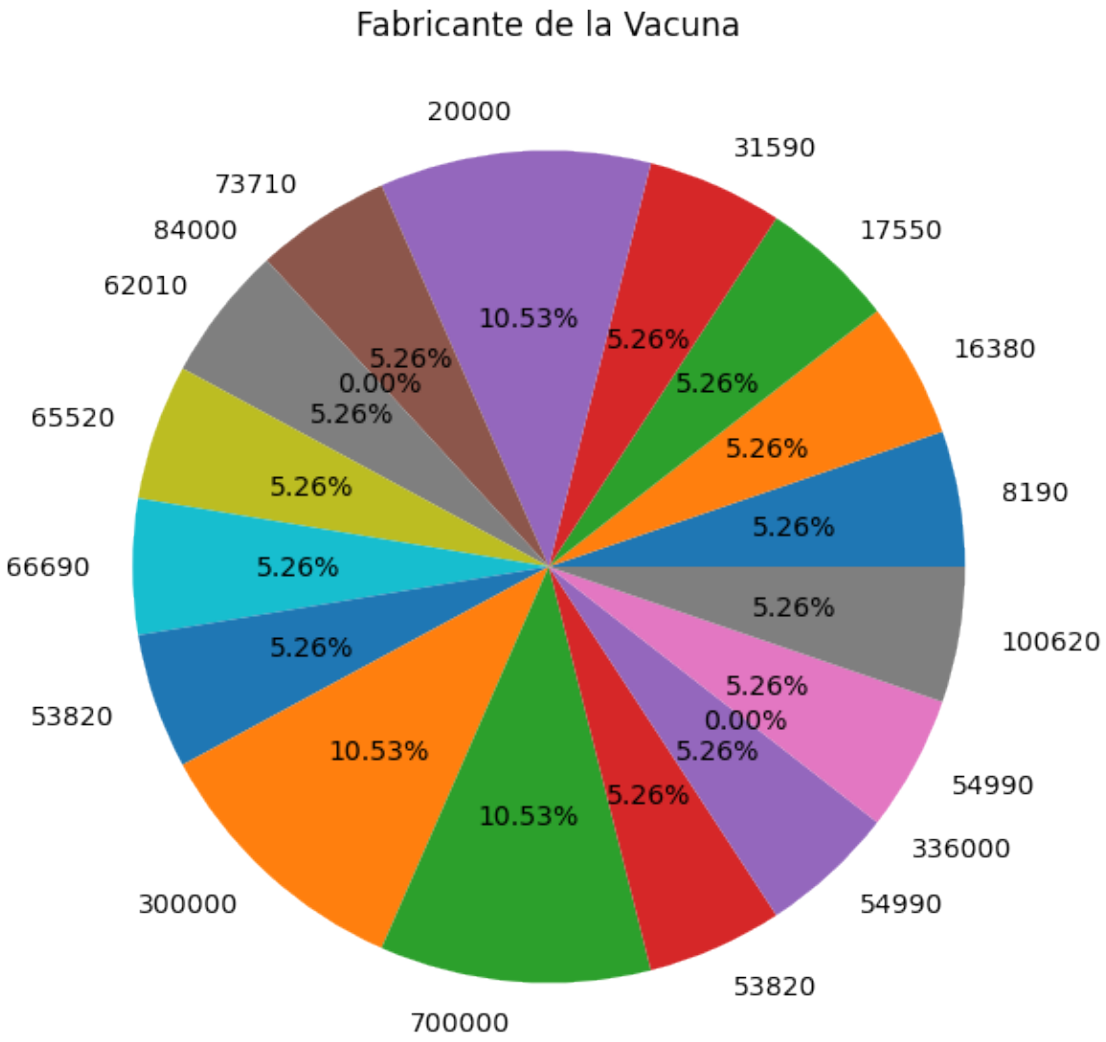
[10]:
```
import matplotlib.pyplot as plt
import pandas as pd

df = pd.read_csv('https://raw.githubusercontent.com/andrab/ecuacovid/master/
 ↪datos_crudos/vacunas/fabricantes.csv')
df
```

[10]:

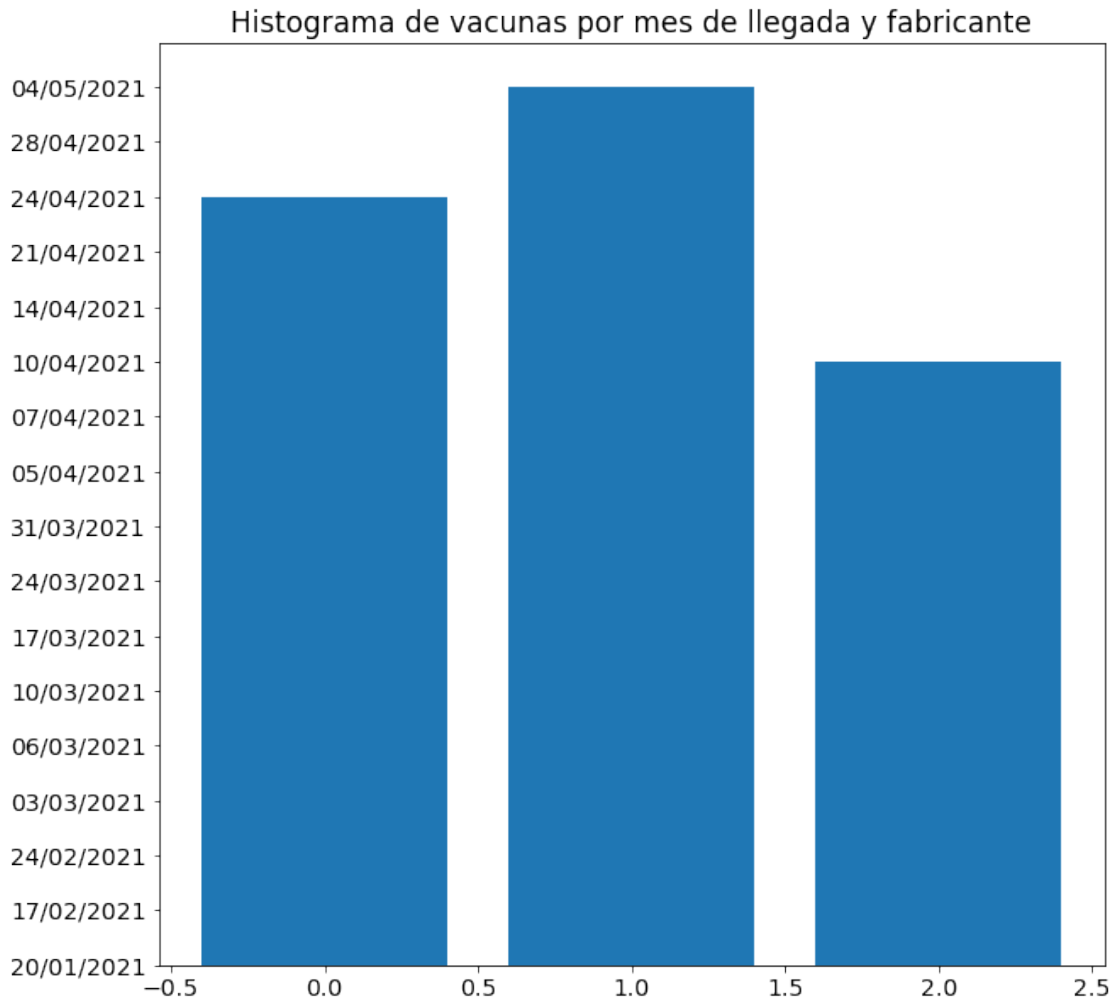
	vaccine	total	arrived_at
0	Pfizer/BioNTech	8190	20/01/2021
1	Pfizer/BioNTech	16380	17/02/2021
2	Pfizer/BioNTech	17550	24/02/2021
3	Pfizer/BioNTech	31590	03/03/2021

```
4              Sinovac   20000  06/03/2021
5      Pfizer/BioNTech   73710  10/03/2021
6   Oxford/AstraZeneca   84000  17/03/2021
7      Pfizer/BioNTech   62010  17/03/2021
8      Pfizer/BioNTech   65520  24/03/2021
9      Pfizer/BioNTech   66690  31/03/2021
10     Pfizer/BioNTech   53820  05/04/2021
11             Sinovac  300000  07/04/2021
12             Sinovac  700000  10/04/2021
13     Pfizer/BioNTech   53820  14/04/2021
14     Pfizer/BioNTech   54990  21/04/2021
15  Oxford/AstraZeneca  336000  24/04/2021
16     Pfizer/BioNTech   54990  28/04/2021
17     Pfizer/BioNTech  100620  04/05/2021
```

[12]:
```
from sklearn import preprocessing

number = preprocessing.LabelEncoder()
df['vaccine'] = number.fit_transform(df['vaccine'])
df=df.fillna(-999) # fill holes with default value
Fabricantes = df["vaccine"]
Total = df["total"]
x=[]
y=[]
x=list(Fabricantes)
y=list(Total)
plt.pie(x,labels=y,autopct='%.2f%%')
plt.title("Fabricante de la Vacuna");
```



[13]:
```
Fabricantes = df["vaccine"]
Fecha = df["arrived_at"]
x=[]
y=[]
x=list(Fabricantes)
y=list(Fecha)
plt.bar(x,y)
plt.title("Histograma de vacunas por mes de llegada y fabricante");
```



[14]:
```
#plt.figure(figsize=(9,6))

#plt.hist(df[df['vaccine']== 'Pfizer/BioNTech'].arrived_at.tail(3))
#plt.hist(df[df['vaccine']== 'Sinovac'].arrived_at.tail(2))
#plt.hist(df[df['vaccine']== 'Oxford/AstraZeneca'].arrived_at.tail(1))

#plt.xlabel("Fabricantes")
#plt.ylabel("Fecha")
#plt.title("Histograma de vacunas por mes de llega y fabricante");
#plt.show()
```

1.0.6 Comparacion con otros paises

[15]:
```
import pandas as pd
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
import seaborn as sns
```

[16]:
```
df=pd.read_csv(r"https://raw.githubusercontent.com/Navneetsingh011/
 ↪Analysis-Of-Covid-Pandemic-Vaccination-Country-Wise./main/covidanalysis.csv")
df.head(10)
```

[16]:

	country	iso_code	date	total_vaccinations	people_vaccinated	people_fully_vaccinated	daily_vaccinations_raw	daily_vaccinations	total_vaccinations_per_hundred	people_vaccinated_per_hundred
0	Afghanistan	AFG	2021-02-22	0.0	0.0	NaN	NaN	NaN	0.00	0.00
1	Afghanistan	AFG	2021-02-23	NaN	NaN	NaN	NaN	1367.0	NaN	NaN
2	Afghanistan	AFG	2021-02-24	NaN	NaN	NaN	NaN	1367.0	NaN	NaN
3	Afghanistan	AFG	2021-02-25	NaN	NaN	NaN	NaN	1367.0	NaN	NaN
4	Afghanistan	AFG	2021-02-26	NaN	NaN	NaN	NaN	1367.0	NaN	NaN
5	Afghanistan	AFG	2021-02-27	NaN	NaN	NaN	NaN	1367.0	NaN	NaN
6	Afghanistan	AFG	2021-02-28	8200.0	8200.0	NaN	NaN	1367.0	0.02	0.02
7	Afghanistan	AFG	2021-03-01	NaN	NaN	NaN	NaN	1580.0	NaN	NaN
8	Afghanistan	AFG	2021-03-02	NaN	NaN	NaN	NaN	1794.0	NaN	NaN
9	Afghanistan	AFG	2021-03-03	NaN	NaN	NaN	NaN	2008.0	NaN	NaN

```
   people_fully_vaccinated_per_hundred  daily_vaccinations_per_million  \
0                                  NaN                             NaN
1                                  NaN                            35.0
2                                  NaN                            35.0
3                                  NaN                            35.0
4                                  NaN                            35.0
5                                  NaN                            35.0
6                                  NaN                            35.0
7                                  NaN                            41.0
8                                  NaN                            46.0
9                                  NaN                            52.0

            vaccines                source_name  \
0  Oxford/AstraZeneca  Government of Afghanistan
1  Oxford/AstraZeneca  Government of Afghanistan
2  Oxford/AstraZeneca  Government of Afghanistan
3  Oxford/AstraZeneca  Government of Afghanistan
4  Oxford/AstraZeneca  Government of Afghanistan
5  Oxford/AstraZeneca  Government of Afghanistan
6  Oxford/AstraZeneca  Government of Afghanistan
7  Oxford/AstraZeneca  Government of Afghanistan
8  Oxford/AstraZeneca  Government of Afghanistan
9  Oxford/AstraZeneca  Government of Afghanistan

                                      source_website
0  http://www.xinhuanet.com/english/asiapacific/2…
1  http://www.xinhuanet.com/english/asiapacific/2…
2  http://www.xinhuanet.com/english/asiapacific/2…
3  http://www.xinhuanet.com/english/asiapacific/2…
4  http://www.xinhuanet.com/english/asiapacific/2…
5  http://www.xinhuanet.com/english/asiapacific/2…
6  http://www.xinhuanet.com/english/asiapacific/2…
7  http://www.xinhuanet.com/english/asiapacific/2…
8  http://www.xinhuanet.com/english/asiapacific/2…
9  http://www.xinhuanet.com/english/asiapacific/2…
```

1.0.7 Dejamos solo las columnas que son importantes

[17]:
```
df.drop(columns = 'iso_code', inplace = True)
df.drop(columns = 'daily_vaccinations_raw', inplace = True)
df.drop(columns = 'source_website', inplace = True)
df.drop(columns = 'total_vaccinations_per_hundred', inplace = True)
df.drop(columns = 'people_vaccinated_per_hundred', inplace = True)
df.drop(columns = 'people_fully_vaccinated_per_hundred', inplace = True)
df.drop(columns = 'daily_vaccinations_per_million', inplace = True)
```

[18]:
```
df.isnull().sum()
```

[18]:
```
country                      0
date                         0
total_vaccinations        5331
people_vaccinated         5995
people_fully_vaccinated   7966
daily_vaccinations         235
vaccines                     0
source_name                  0
dtype: int64
```

1.0.8 Llenado de valores de NAN con la media (valores promedio o los valores más comunes en la columna del conjunto de datos)

[19]:
```
df['total_vaccinations'].fillna(df['total_vaccinations'].mean(),inplace= True)
df['people_fully_vaccinated'].fillna(df['people_fully_vaccinated'].
 ↪mean(),inplace= True)
df['daily_vaccinations'].fillna(df['daily_vaccinations'].mean(),inplace= True)
df['people_vaccinated'].fillna(df['people_vaccinated'].mean(),inplace= True)
```

[20]:
```
df.isnull().sum()
```

[20]:
```
country                   0
date                      0
total_vaccinations        0
people_vaccinated         0
people_fully_vaccinated   0
daily_vaccinations        0
vaccines                  0
source_name               0
dtype: int64
```

1.0.9 Cambiar el tipo de datos de la hora desde el objeto hasta la fecha y hora

[21]:
```
df.date
df['date']=pd.to_datetime(df.date)
```

[22]:
```
df.date
```

[22]:
```
0        2021-02-22
1        2021-02-23
2        2021-02-24
3        2021-02-25
4        2021-02-26
              ...
13122    2021-04-17
13123    2021-04-18
13124    2021-04-19
```

```
13125   2021-04-20
13126   2021-04-21
Name: date, Length: 13127, dtype: datetime64[ns]
```

[23]:
```
#Changing date format.
df['date'] = pd.to_datetime(df['date'],format='%y-%m-%d').dt.date

complete_medication=df.groupby('country')['daily_vaccinations'].cumsum()
#cumsum() function is used when we want to compute the cumulative sum force by␣
 ↪increasing addition
```

1.0.10 Se crea una nueva columna sobre la base del país y las vacunas diarias

[24]:
```
complete_medication
```

[24]:
```
0          73498.595641
1          74865.595641
2          76232.595641
3          77599.595641
4          78966.595641
              …
13122     342048.595641
13123     355041.595641
13124     366814.595641
13125     377764.595641
13126     387888.595641
Name: daily_vaccinations, Length: 13127, dtype: float64
```

1.0.11 Agregue una nueva columna "Complete_medication" en el conjunto de datos para obtener resultados más precisos.

[25]:
```
df.insert(5,'Complete_medication',complete_medication)
df.head()
```

[25]:
```
       country        date  total_vaccinations  people_vaccinated  \
0  Afghanistan  2021-02-22        0.000000e+00       0.000000e+00
1  Afghanistan  2021-02-23        4.264439e+06       2.872504e+06
2  Afghanistan  2021-02-24        4.264439e+06       2.872504e+06
3  Afghanistan  2021-02-25        4.264439e+06       2.872504e+06
4  Afghanistan  2021-02-26        4.264439e+06       2.872504e+06

   people_fully_vaccinated  Complete_medication  daily_vaccinations  \
0             1.363965e+06         73498.595641        73498.595641
1             1.363965e+06         74865.595641         1367.000000
2             1.363965e+06         76232.595641         1367.000000
3             1.363965e+06         77599.595641         1367.000000
4             1.363965e+06         78966.595641         1367.000000
```

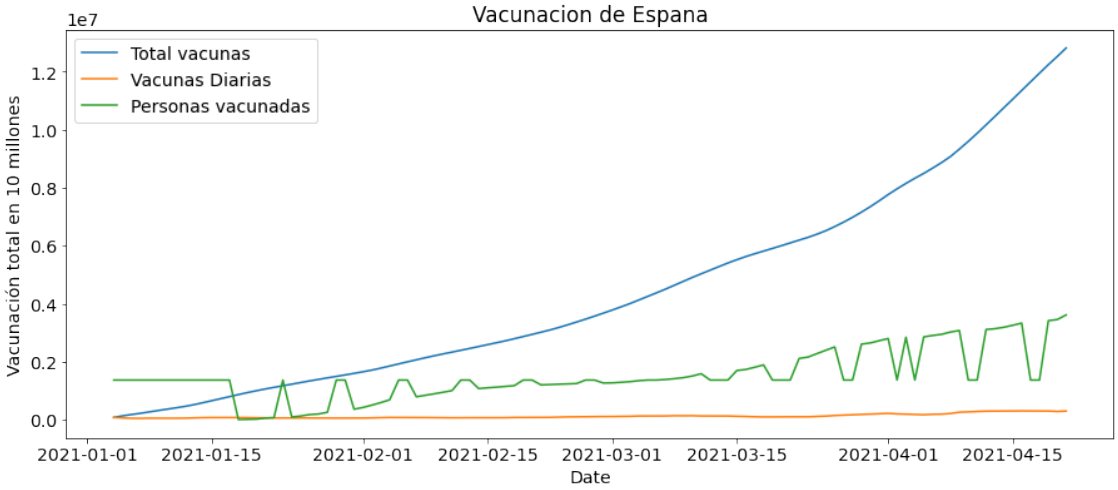
```
              vaccines                source_name
0  Oxford/AstraZeneca  Government of Afghanistan
1  Oxford/AstraZeneca  Government of Afghanistan
2  Oxford/AstraZeneca  Government of Afghanistan
3  Oxford/AstraZeneca  Government of Afghanistan
4  Oxford/AstraZeneca  Government of Afghanistan
```

[26]:
```
print("El total de países presentes en los datos son : ",df['country'].
 ↪nunique())
print("El numero total de vacunas usadas en una empresa particular␣
 ↪es",df['vaccines'].nunique())
print("La duración de los datos es",df['date'].nunique()/30," Months")
print("El número total de dosis de vacunación administradas en todo el mundo␣
 ↪es",
      df.daily_vaccinations.sum())
```

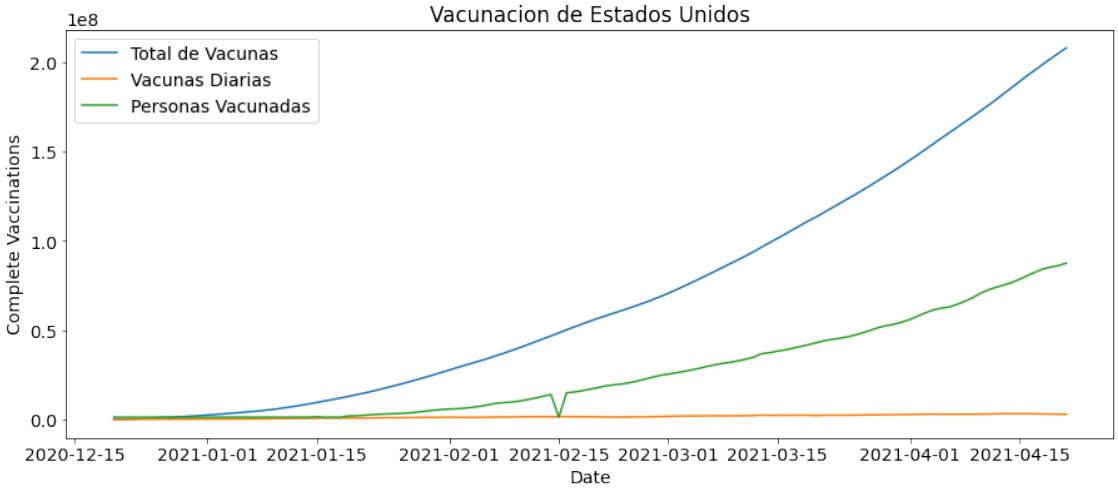
```
El total de países presentes en los datos son :  190
El numero total de vacunas usadas en una empresa particular es 33
La duración de los datos es 4.3  Months
El número total de dosis de vacunación administradas en todo el mundo es
964816064.9755663
```

1.0.12 Análisis y visualización que representan hechos

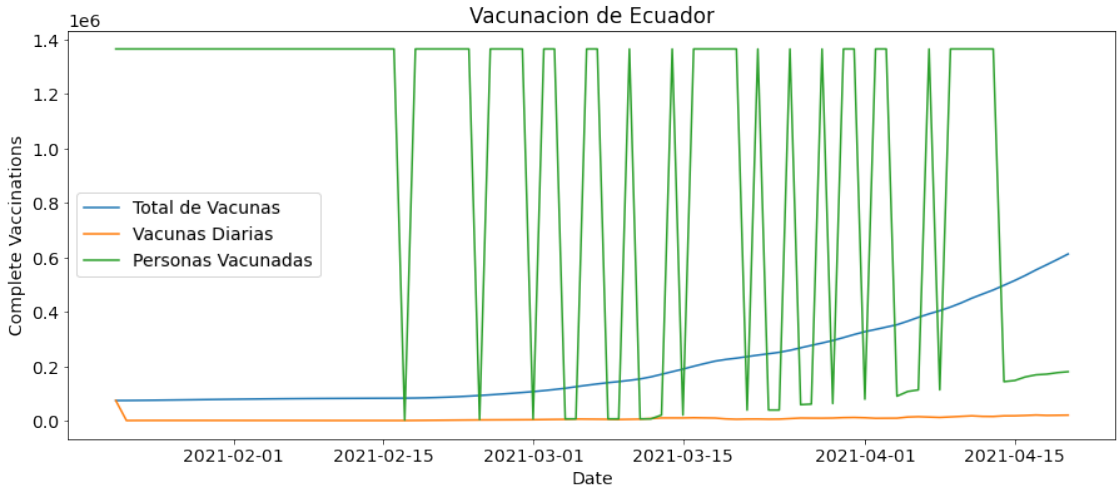
[27]:
```
plt.figure(figsize=(15,6))
plt.plot(df[df['country']=='Spain'].date,df[df['country']=='Spain'].
 ↪Complete_medication);
plt.plot(df[df['country']=='Spain'].date,df[df['country']=='Spain'].
 ↪daily_vaccinations);
plt.plot(df[df['country']=='Spain'].date,df[df['country']=='Spain'].
 ↪people_fully_vaccinated);

plt.xlabel("Date")
plt.ylabel("Vacunación total en 10 millones")

plt.title("Vacunacion de Espana");
plt.legend(['Total vacunas','Vacunas Diarias','Personas vacunadas']);
```



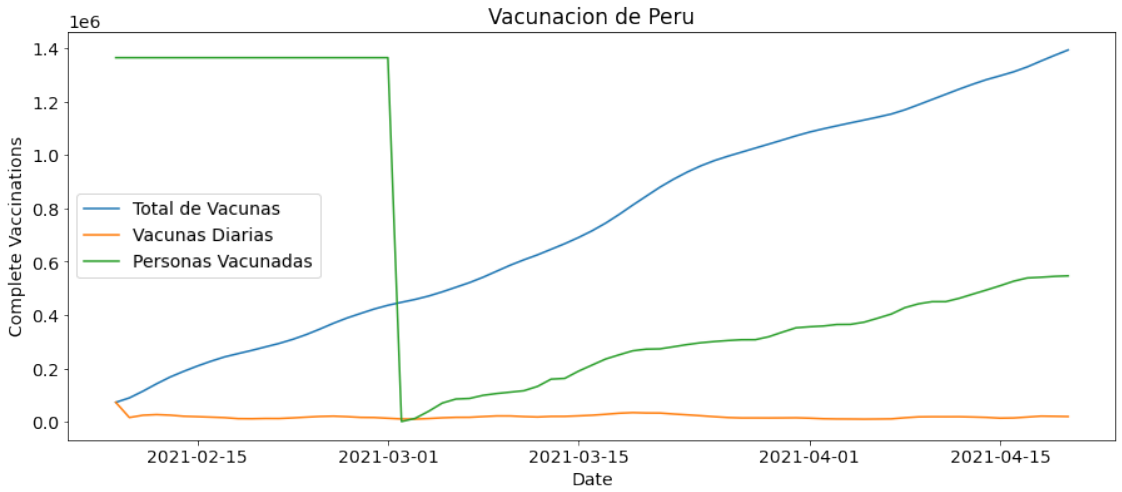
[28]:
```
plt.figure(figsize=(15,6))
plt.plot(df[df['country']=='United States'].date,df[df['country']=='United␣
 ↪States'].Complete_medication);
plt.plot(df[df['country']=='United States'].date,df[df['country']=='United␣
 ↪States'].daily_vaccinations);
plt.plot(df[df['country']=='United States'].date,df[df['country']=='United␣
 ↪States'].people_fully_vaccinated);

plt.xlabel("Date")
plt.ylabel("Complete Vaccinations")

plt.title("Vacunacion de Estados Unidos");
plt.legend(['Total de Vacunas','Vacunas Diarias','Personas Vacunadas']);
```



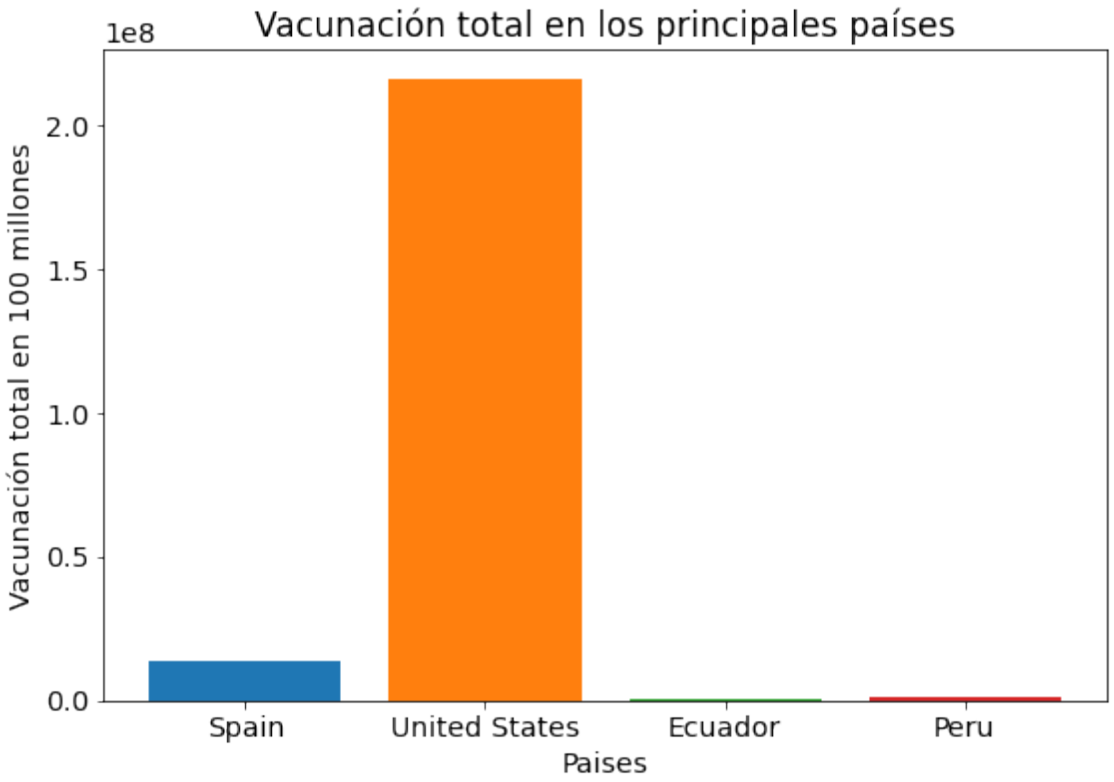
[29]:
```
plt.figure(figsize=(15,6))
plt.plot(df[df['country']=='Ecuador'].date,df[df['country']=='Ecuador'].
 ↪Complete_medication);
plt.plot(df[df['country']=='Ecuador'].date,df[df['country']=='Ecuador'].
 ↪daily_vaccinations);
plt.plot(df[df['country']=='Ecuador'].date,df[df['country']=='Ecuador'].
 ↪people_fully_vaccinated);

plt.xlabel("Date")
plt.ylabel("Complete Vaccinations")

plt.title("Vacunacion de Ecuador");
plt.legend(['Total de Vacunas','Vacunas Diarias','Personas Vacunadas']);
```



[30]:
```
plt.figure(figsize=(15,6))
plt.plot(df[df['country']=='Peru'].date,df[df['country']=='Peru'].
 ↪Complete_medication);
plt.plot(df[df['country']=='Peru'].date,df[df['country']=='Peru'].
 ↪daily_vaccinations);
plt.plot(df[df['country']=='Peru'].date,df[df['country']=='Peru'].
 ↪people_fully_vaccinated);

plt.xlabel("Date")
plt.ylabel("Complete Vaccinations")

plt.title("Vacunacion de Peru");
plt.legend(['Total de Vacunas','Vacunas Diarias','Personas Vacunadas']);
```

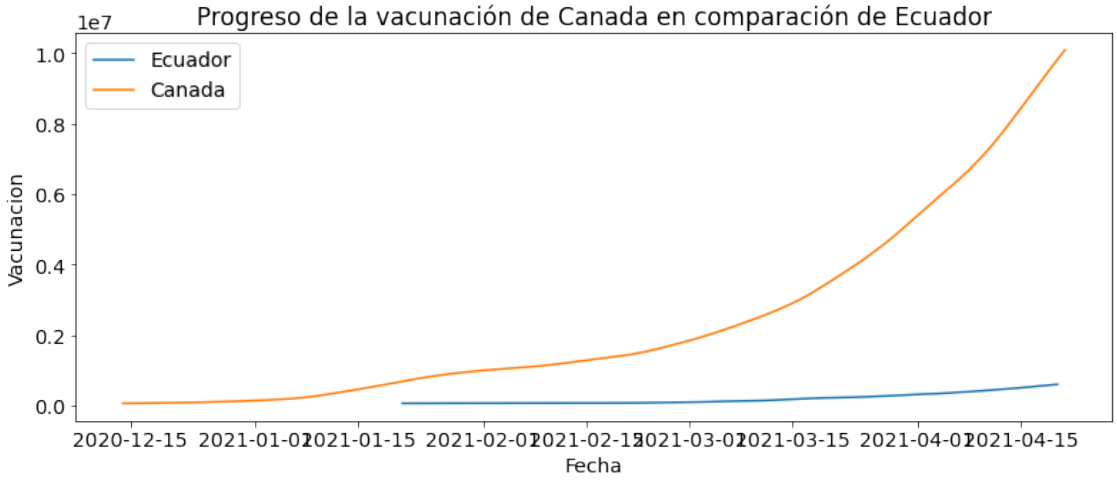


[31]:
```
plt.figure(figsize=(9,6))

plt.bar(df[df['country']=='Spain'].country.tail(1),df[df['country']=='Spain'].
 ↪total_vaccinations.tail(1));
plt.bar(df[df['country']=='United States'].country.
 ↪tail(1),df[df['country']=='United States'].total_vaccinations.tail(1));
plt.bar(df[df['country']=='Ecuador'].country.
 ↪tail(1),df[df['country']=='Ecuador'].total_vaccinations.tail(1));
plt.bar(df[df['country']=='Peru'].country.tail(1),df[df['country']=='Peru'].
 ↪total_vaccinations.tail(1));

plt.title("Vacunación total en los principales países");

plt.xlabel("Paises");
plt.ylabel("Vacunación total en 100 millones");
```



1.0.13 Comparacion de Ecuador y las otros Paises

[32]:
```
plt.figure(figsize=(13,5))
plt.plot(df[df['country']=='Ecuador'].date,df[df['country']=='Ecuador'].
 ↪Complete_medication);
plt.plot(df[df['country']=='Canada'].date,df[df['country']=='Canada'].
 ↪Complete_medication);



plt.xlabel("Fecha")
plt.ylabel("Vacunacion")

plt.title("Progreso de la vacunación de Canada en comparación de Ecuador");
plt.legend(['Ecuador','Canada']);
```



1.0.14 Uso del Metodo Polinomial

[ ]:
```
clasificador = df[df['people_vaccinated'] != 0]
#print(clasificador)
ndf1=clasificador[['country','dosis_total']]
#print(ndf1)
x=np.arange(1,len(ndf1)+1,1) # arreglo primer dia
y=np.array(ndf1.values[:,1], dtype='float')

xpol=x
ypol=y
polndf1=ndf1
#Vacunados
fun1 = np.poly1d(np.polyfit(xpol, ypol, 6))
print(fun1)
y_pred=fun1(xpol)
plt.title('Vacunados ')
plt.plot(xpol, ypol, "green",linewidth=5.0 ,label='Datos Reales' )
plt.plot(xpol, y_pred, c='r',linewidth=4.0 ,label='Regresion Polinomica')
plt.legend()
plt.show()
```

1.0.15 Cual tiene una mejor predicción

La Mejor Prediccion la tiene el modelo polinomial, debido a que se ajusta al comportamiento de los datos obtenidos

1.0.16 Ventajas y desventajas de los modelos

- Modelo Lineal:

  - Fácil de entender y explicar, lo que puede ser muy valioso para las decisiones de negocios. Es rápido de modelar y es particularmente útil cuando la relación a modelar no es extremadamente compleja y no tiene mucha información. Es menos propenso al sobreajuste.
  - No se puede modelar relaciones complejas. No se pueden capturar relaciones no lineales sin transformar la entrada, por lo que tienes que trabajar duro para que se ajuste a funciones no lineales. Puede sufrir con valores atípicos.

- Modelo Exponencial
  - Es muy usada para predecir la evolucion de un virus.
  - Se aleja de los datos conforme pasa el tiempo

- Modelo Polinomico
  - Es el que mejor se ajusta a los datos obtenidos.
  - Conforma aumenta el grado de prediccion y el numero de datos se hace mas complejo su calculo.

- Modelo Logaritmico
  - Es muy usada por su simplicidad y eficacia Es mejor cuando se usan atributos acorde a su salida
  - Imposibilidad de resolver directamente problemas no lineales. No se ajusta correctamente a los datos

[ ]: