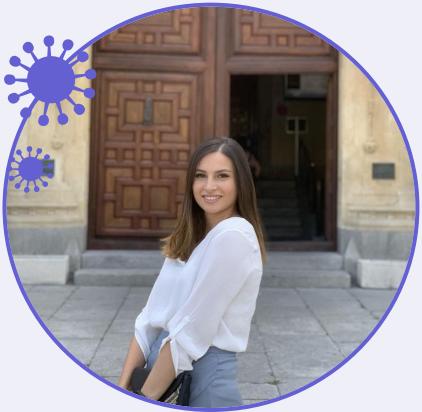


# Como destruir el mundo usando Python y un virus sintético

Helena Gómez Pozo y Marina Moro López





## HELENA GÓMEZ POZO

Bióloga Sanitaria  
QA&RA en industria farmacéutica  
Organización PyConES 2024



## MARINA MORO LÓPEZ

Ingeniera biomédica  
Doctoranda en Biofísica y Bioingeniería  
Secretaria de Python España

# ÍNDICE

**1 INTRODUCCIÓN**

**2 GENÉTICA BÁSICA**

**3 CASO PRÁCTICO**

**A TENER EN CUENTA**

**5 CONCLUSIONES FINALES**

**RONDA DE PREGUNTAS**

?

1

# INTRODUCCIÓN

# Biología sintética

Diseño y creación de nuevos seres vivos o modificación de los existentes para conseguir nuevas funcionalidades



## Medicina

Diseño de vacunas y medicamentos

## Agricultura

Plantas y alimentos modificados

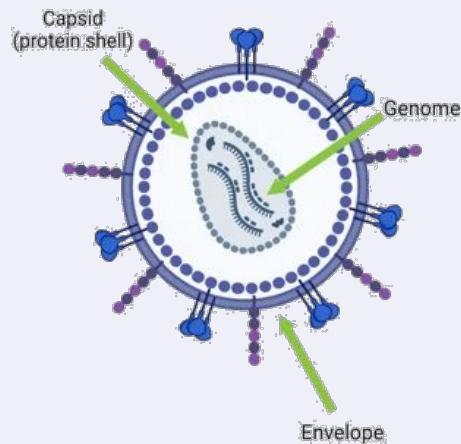
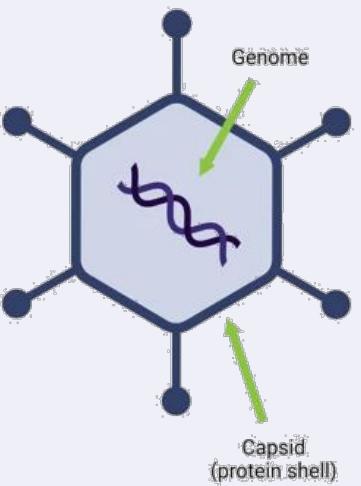
## Industria

Combustibles, materiales y medicamentos producidos de forma sostenible

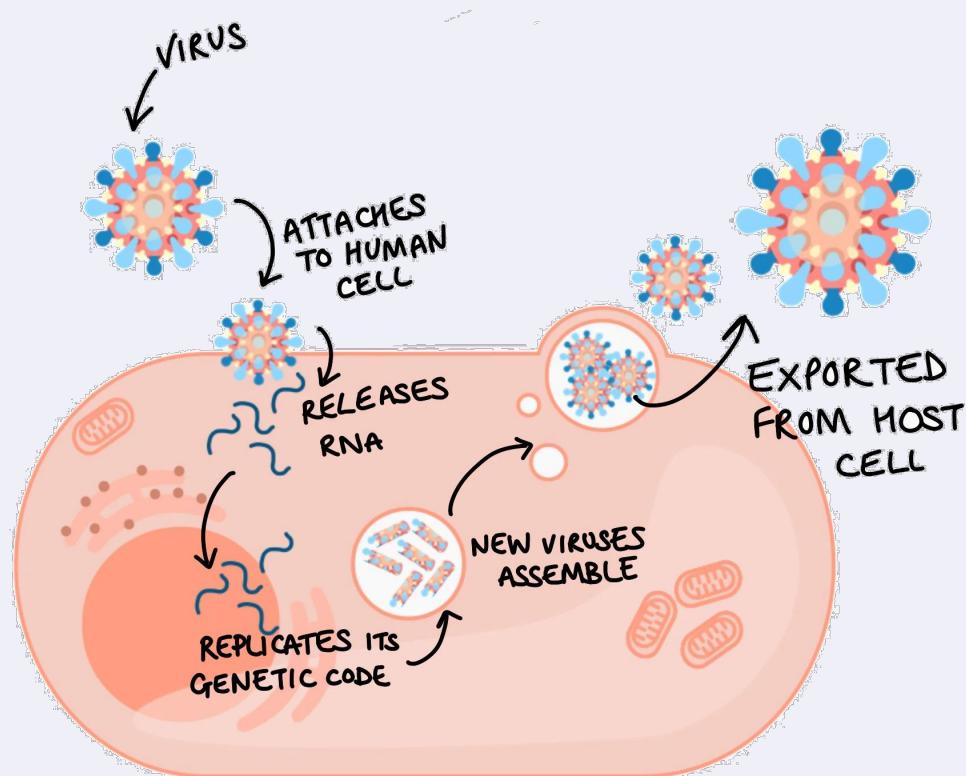
## Medioambiente

Biorremediación

Un virus es un agente infeccioso que sólo puede replicarse en un huésped

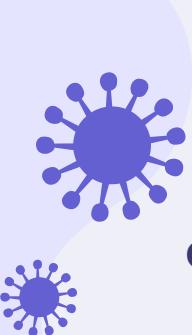


# PROPAGACIÓN DE LOS VIRUS



2

# GENÉTICA BÁSICA



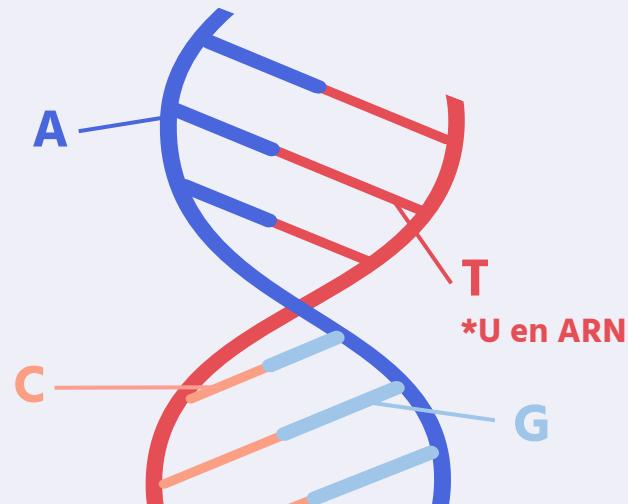
# CONCEPTOS BÁSICOS

**Gen:** segmento de ADN que determina un rasgo

# CONCEPTOS BÁSICOS

**Gen:** segmento de ADN que determina un rasgo

**ADN:** doble hélice de bases (letras)

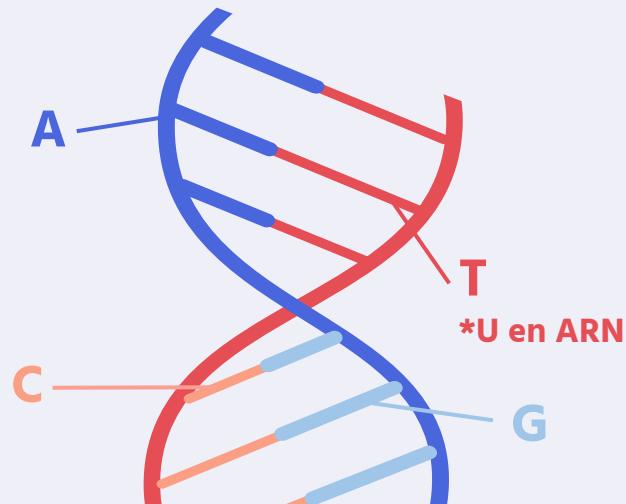


# CONCEPTOS BÁSICOS

**Gen:** segmento de ADN que determina un rasgo

**ADN:** doble hélice de bases (letras)

**ARN:** hélice simple complementaria al ADN



ADN



ARN



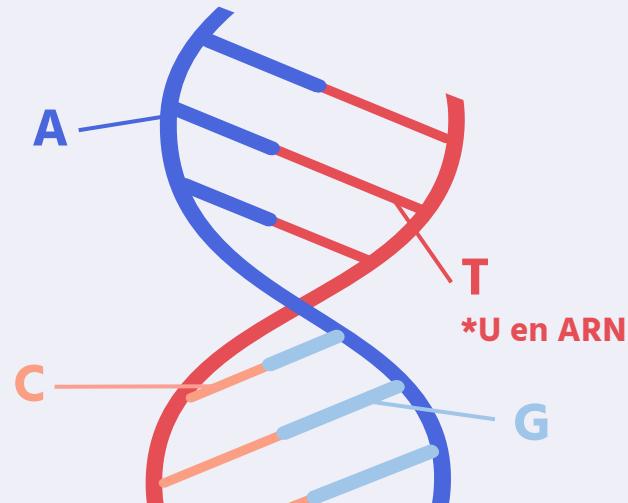
# CONCEPTOS BÁSICOS

**Gen:** segmento de ADN que determina un rasgo

**ADN:** doble hélice de bases (letras)

**ARN:** hélice simple complementaria al ADN

**Mutación:** cambio de una letra o letras



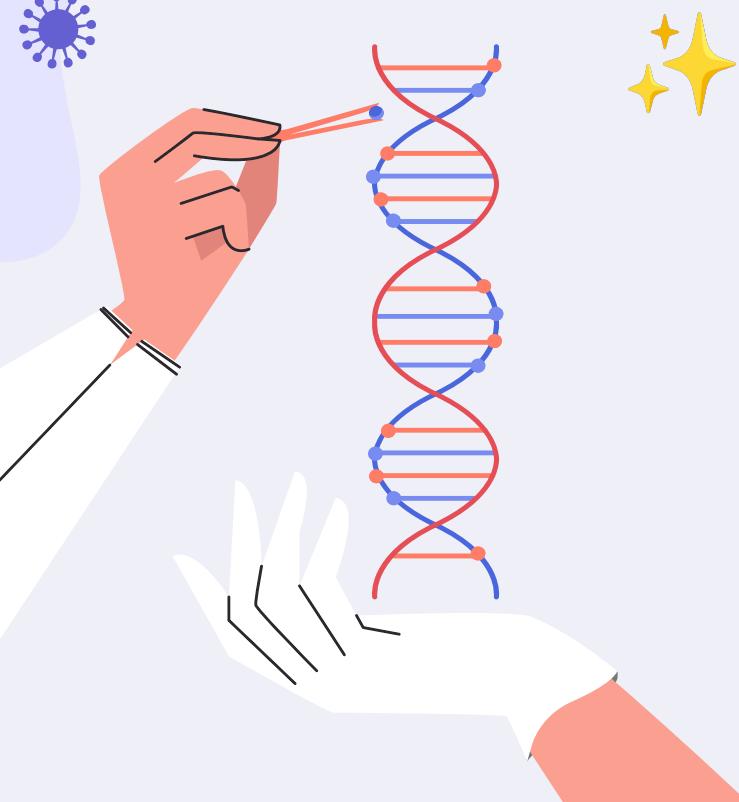
ADN



ARN

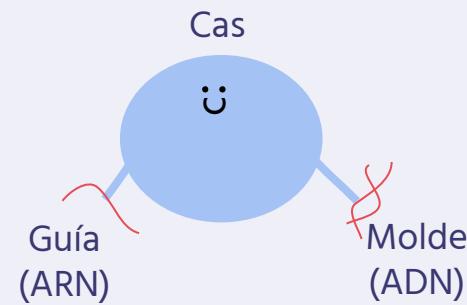


# EDICIÓN GENÉTICA

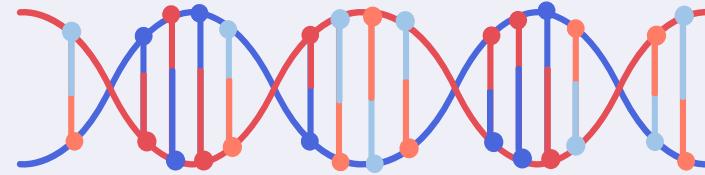
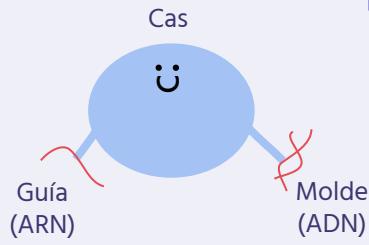


## CRISPR-Cas

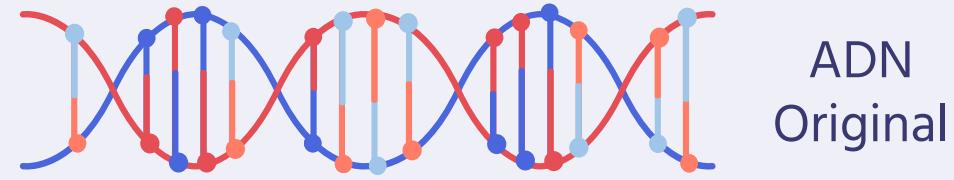
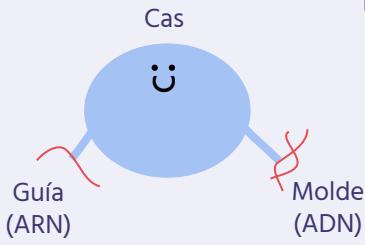
Corta y pega del  
ADN y ARN



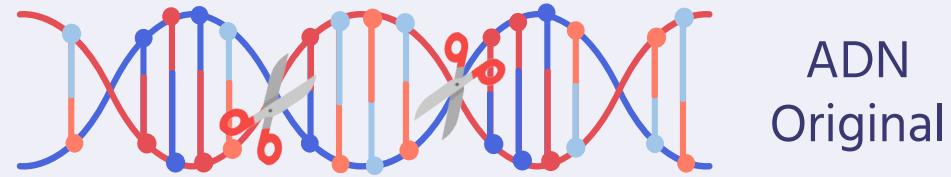
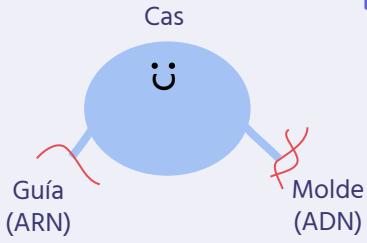
# EDICIÓN GENÉTICA



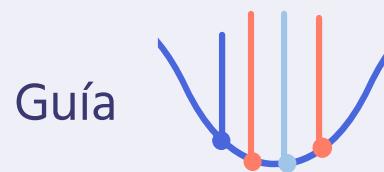
# EDICIÓN GENÉTICA



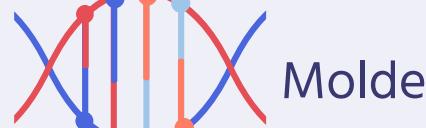
# EDICIÓN GENÉTICA



ADN  
Original

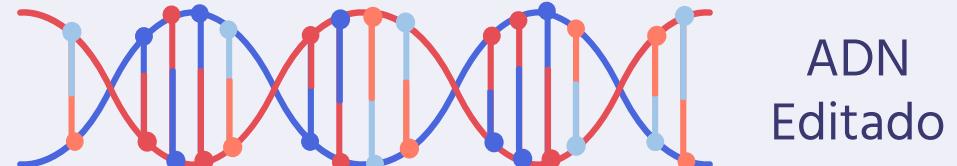
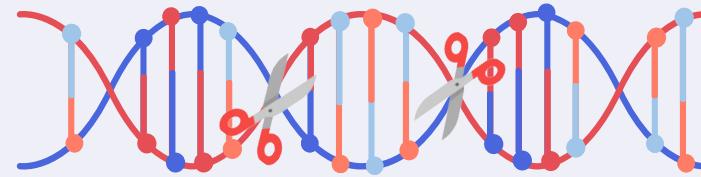
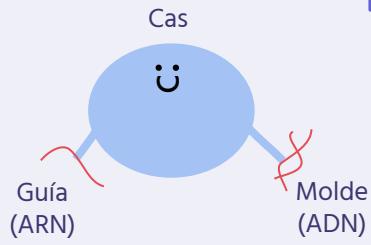


Guía

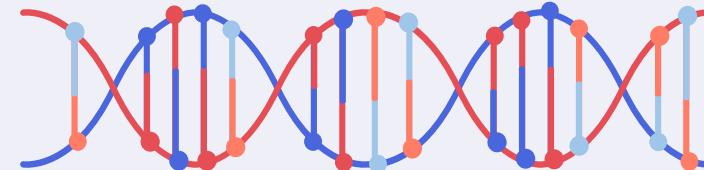
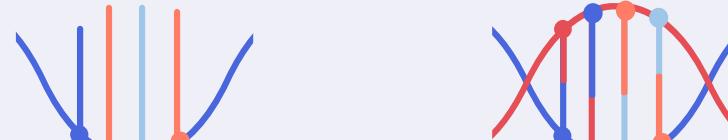
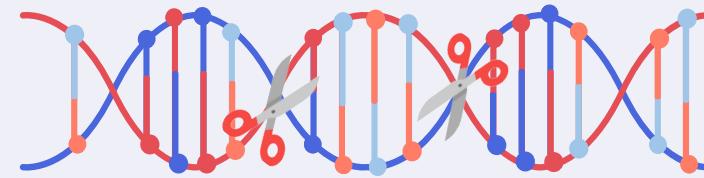
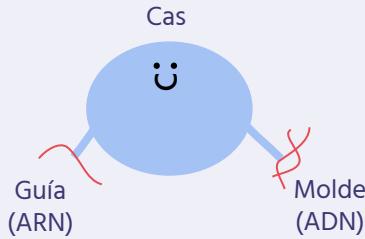


Molde

# EDICIÓN GENÉTICA



# EDICIÓN GENÉTICA



3

# CASO PRÁCTICO

# CASO PRÁCTICO





# PROPAGACIÓN DE LA ENFERMEDAD



Empezamos con un **adenovirus serotipo 41** (gastroenteritis aguda)

1. Damos una **membrana lipídica** para **climas adversos**: genes VP24, GP y VP40 del virus del ébola
2. Damos la habilidad de **infectar vectores** para áreas **calurosas y húmedas** : genes NS1, NS4B y NS5 del virus del dengue
3. Damos **virulencia**: genes VP35, VP30 y L genes del virus del ébola

ncbi.nlm.nih.gov/nuccore/AB728839.1

An official website of the United States government [Here's how you know](#)

# National Library of Medicine

National Center for Biotechnology Information

Log in

Nucleotide  adenovirus 41  Advanced

GenBank

**Human adenovirus 41 DNA, complete genome, strain: SaP3-3F**

GenBank: AB728839.1

[FASTA](#) [Graphics](#)

Go to:

LOCUS AB728839 34179 bp DNA linear VRL 18-DEC-2013

DEFINITION Human adenovirus 41 DNA, complete genome, strain: SaP3-3F.

ACCESSION AB728839

VERSION AB728839.1

KEYWORDS .

SOURCE Human adenovirus 41

ORGANISM [Human adenovirus 41](#)

Viruses; Varidnaviria; Bamfordvirae; Preplasmiviricota;  
Tectiliviricetes; Rowavirales; Adenoviridae; Mastadenovirus; Human  
mastadenovirus F.

REFERENCE 1

AUTHORS Kinumaki,A., Sekizuka,T., Takamizawa,M., Igarashi,T. and Kuroda,M.

TITLE Detection of abundant Human Adenovirus 41 sequences in the feces of

Send to:

Complete Record   
Coding Sequences

Choose Destination   
File   
  
Clipboard   
Collections   
Analysis Tool

Download 1 item.

Format

Show GI

Create File

Sequence shown

W

Sequence

ice Features

ence

ation

Assembly

Protein

Taxonomy

[Log in](#)

Nucleotide

Nucleotide

ebola virus

Advanced

[Search](#)[Help](#)

GenBank ▾

Send to: ▾

[Change region shown](#)[Customize view](#)**Analyze this sequence**[Run BLAST](#)[Pick Primers](#)[Highlight Sequence Features](#)[Find in this Sequence](#)**Articles about the VP30 gene**

Ebola virus VP30 and nucleoprotein interactions modulate viral RNA synthesis [Nat Commun. 2017]

Detection of links between Ebola nucleocapsid and virulence using disorder  $\alpha$  [Mol Biosyst. 2015]

**Zaire ebolavirus strain Ebola\_virus/DRC/Likati/Human/2017/1, complete genome**

GenBank: MH481611.2

[FASTA](#) [Graphics](#)Go to: 

LOCUS MH481611 18898 bp cRNA linear VRL 13-JUL-2018

DEFINITION Zaire ebolavirus strain Ebola\_virus/DRC/Likati/Human/2017/1, complete genome.

ACCESSION MH481611

VERSION MH481611.2

KEYWORDS .

SOURCE Zaire ebolavirus

ORGANISM [Zaire ebolavirus](#)

Viruses; Riboviria; Orthornavirae; Negarnaviricota;  
Haploviricotina; Monjiviricetes; Mononegavirales; Filoviridae;  
Orthoebolavirus; Orthoebolavirus zairensis.

REFERENCE 1 (bases 1 to 18898)

AUTHORS Wawina-Bokalanga,T., Vanmechelen,B., Vergote,V., Marti-Carreras,J.,



Nucleotide

Nucleotide

ebola virus

Advanced

GenBank ▾

**Zaire ebolavirus strain Ebola\_virus/DRC/Likati/Human/**

GenBank: MH481611.2

[FASTA](#) [Graphics](#)Go to: 

LOCUS MH481611 18898 bp cRNA linear VRL 13-JUL-2018

DEFINITION Zaire ebolavirus strain Ebola\_virus/DRC/Likati/Human/2017/1, complete genome.

ACCESSION MH481611

VERSION MH481611.2

KEYWORDS .

SOURCE Zaire ebolavirus

ORGANISM [Zaire ebolavirus](#)

Viruses; Riboviria; Orthornavirae; Negarnaviricota; Haploviricotina; Monjiviricetes; Mononegavirales; Filoviridae; Orthoebolavirus; Orthoebolavirus zairens.

REFERENCE 1 (bases 1 to 18898)

AUTHORS Wawina-Bokalanga,T., Vanmechelen,B., Vergote,V., Marti-Carreras,J.,

CDS

```
/gene="VP30"
8475..9341
/gene="VP30"
/codon_start=1
/product="minor nucleoprotein"
/protein_id="AWU50988.1"
/translation="MEASYERGRPRAARQHSRDGHDDHVRARSSRENYRGEYRQSR
ASQVRVPTVFHKRVEPLTVPPAKDICTLKKGFLCDSSFCKKDHQLESSTDRELL
LIARKTCGSVEQQLNITAPKDSRLANPTAADDFFQQEEGPKITLLTLIKTAEHWARQDIR
TIEDSKRLALLTLCAVNTRKFSKSQSLLCETHLRREGLGQDQAEPVLEVYQLRHSDK
GGSFEALWQQWDQRSLIMFITAFLNIALQLPCESSAVVSGLRTLPQSDNEEASTN
PGTCSWSDEGTP"
```

gene

10311..11066

/gene="VP24"
10311..11066

```
/gene="VP24"
/codon_start=1
/product="membrane-associated protein VP24"
/protein_id="AWU50989.1"
/translation="MAKATGRYNLISPKKDLEKGVVLSDLCNFVLVSQTIQGWKVYAG
IEFDVTIKGMALLHLRKNTDFAPAWSMTRNLFPHLFQNPNSTIESPLWALRVILAAGI
QDQLIDQSLIEPLAGALGLISDWLTTNTNHFNMRTQRVKEQLSLKMLSIRSNILKF
INKLDALHVNYNGLSSIEIGTQNHTIIITRNMGFVLEQPDFKSAMNRKKPGPAK
FSLLEHESTLKAFTQGSSTRMQSLILEFNSSLAI"
```

11547..18185

/gene="I"

11547..18185

/gene="L"

/codon\_start=1

/product="polymerase"

/protein\_id="AWU50987.2"

```
/translation="MATQHTQYPDARLSSPIVLQCDLVTRACGLYSSYSLNPQLRN
KLPHIYRLKYDVTVTKFLSDPVATLPIDFIVPILLKALSGNGFCPVERPRCQQFLDE
IIKTYTMQDALFLKYYLKNVGAQEDCVDDHFQEKLSSIQGNEFLHQMFWWYDLAILTR
RGRLNRGNNSRSTWFVHDDLIDILGYGDYVFWKIPISMLPLNTQGIPHAAMDWYQASFV
```

Detection of links between Ebola nucleocapsid and virulence using disorder  $\alpha$  [Mol Biosyst. 2015]

9721 atttttctg cttcaagggtt tgaggaggt gtttgttatt ggctattgtt atattacaat  
9781 caataacaag ctgtaaaaaa tattgttctt gtttaagag gttagattgtg accggaaatg  
9841 ctaaactaat gataagatt aatgcggagg tctgataaga ataaacccctt ttattcagat  
9901 taggccccaa gagggattct tcattcttctt ttagcaaagt actatttcag ggtgtccaa  
9961 ttagtgacac atcttttagc tgatatacg tcgcccctga gatacgctac aaaagtgtct  
10021 ctaagctaaa ttggctgtt cacatctcat acattgtatt aggggcaata atctctaatt  
10081 gaacttagcc gttttaaatt tagtgatcaa atctgggcta actccaccag gtcaactcca  
10141 ttggctgaaa agaattctac ctacaacgaa catcactttg agcgcctca caattaaaaaa  
10201 ataggaacgt cgttccaaca atcgagcgc a ggttcaag gttgaattga gagtgtctag  
10261 acaaaaaat atcgatactc cagataccaa gcaagacgtc agaaaaaaacc atggctaaag  
10321 ctacgggacatcataatcgccca aaaaggacatc ggagaaaaggg gttgtcttaa  
10381 ggcacctctg taacttctttaatcgcccaaa ctattcagggtt tattgggctg  
10441 gtatttggtt tgatgtgact cacaaggaa tggccctattt gcatacgatc aaaactaatg  
10501 actttggccc tgcattggtca atgacaaggaa atcttcttcc tcattttttt caaaatccga  
10561 attcccaaat tgaatcacccg ctgtgggcat tgagagtcat ctttcgcagca gggatacagg  
10621 accagctgtat tgaccatgtct ttgattgaac ctttcgcagg agcccttggtt ctgatctg  
10681 atggctgtc aacaactaat actaaccatt tcaacatcgac aacacaacgt gtcaaggAAC  
10741 aatttggccct aaaaatgctg tcgttgcattt gatcaaatat tctcaagttt attaacaat  
10801 tggatgtctt acatgtcgatc aactacaacg gattgttgcattt ctttcgcagg agcccttggtt  
10861 aaaatcatac aatcatcata actcgaaacta acatgggttt tctgggtggag ctccaaagAAC  
10921 ccgcacaaatc ggcaatgaac cgcagaacgc ctggccggc aaaaattttcc ctcccttcatt  
10981 agtccacactt gaaaggatc acacaaggat ctttcgcacacgt aatgcacaaatg ttgattcttg  
11041 aatttaatag ctcttctgtt atctaattaa ggtggataac ttcatattga gctaactcat  
11101 atatgtgtac tcaatagttt tttgttgcattt tttgtgttgcattt tttatcgatc tataaggat  
11161 ataaataaaat actatctttt ctgtatattttt ttgttgcattt tttatcgatc tataaggat  
11221 ggcacccatc aatgttgcacac ctttcgcattt accaggactc agaattccctt aaataagaga  
11281 ttctaaatc acatcatataga attgttttat tatatgttata agcattttt caccaggaaat  
11341 cttatataactt aatgtttttt ttgttgcattt tttatcgatc tataaggat  
11401 gattctatattt attactaact ctatactcgatc aatggatcattt agataaggtag attaagaaaa  
11461 aaggccgttggg aagatgttataa aaaaactgtttt attgggtttt tccgtgtttt agatgtt  
11521 gtttggaaatcc ttcccttgcattt tttatcgatc tttatcgatc tttatcgatc  
11581 gtttgcatttcc accaattgtt tttttttttt ttgttgcattt tttatcgatc tttatcgatc  
11641 attatcatatc ctcccttgcatttcc accaattgtt tttttttttt ttgttgcattt tttatcgatc

10311..11066  
/gene="VP24"

Details

Display: FASTA

GenBank

Help

```
from tkinter.filedialog import askopenfile

def main():

    print('Please select the file with the virus you want to modify')
    virus_file = askopenfile(mode='r')
    virus_seq = virus_file.readlines()[1:]
    virus_seq = ''.join(virus_seq).replace('\n', '')
```

DNA  
marinamorolopez / synvirus-pycones24

```
mutated_virus_file.close()
```

```
guide_file = open('GUIDE.txt', 'w')
guide_file.write(DNA_to_RNA(DNA_guide))
guide_file.close()
```

```
mold_file = open('MOLD.txt', 'w')
mold_file.write(mold)
mold_file.close()
```

```
from tkinter.filedialog import askopenfile

def main():

    print('Please select the file with the virus you want to modify')
    virus_file = askopenfile(mode='r')
    virus_seq = virus_file.readlines()[1:]
    virus_seq = ''.join(virus_seq).replace('\n', '')

    DNA_guide, mutated_virus_seq, mold = knock_in(virus_seq)

    mutated_virus_file = open('MUTATED_SEQUENCE.txt', 'w')
    mutated_virus_file.write(mutated_virus_seq)
    mutated_virus_file.close()

    guide_file = open('GUIDE.txt', 'w')
    guide_file.write(DNA_to_RNA(DNA_guide))
    guide_file.close()

    mold_file = open('MOLD.txt', 'w')
    mold_file.write(mold)
    mold_file.close()
```

```
from tkinter.filedialog import askopenfile

def main():

    print('Please select the file with the virus you want to modify')
    virus_file = askopenfile(mode='r')
    virus_seq = virus_file.readlines()[1:]
    virus_seq = ''.join(virus_seq).replace('\n', '')

    DNA_guide, mutated_virus_seq, mold = knock_in(virus_seq)

    mutated_virus_file = open('MUTATED_SEQUENCE.txt', 'w')
    mutated_virus_file.write(mutated_virus_seq)
    mutated_virus_file.close()

    guide_file = open('GUIDE.txt', 'w')
    guide_file.write(DNA_to_RNA(DNA_guide))
    guide_file.close()

    mold_file = open('MOLD.txt', 'w')
    mold_file.write(mold)
    mold_file.close()

def DNA_to_RNA(DNA_guide):

    RNA_guide = ""
    for base in DNA_guide:
        if base == "T":
            RNA_guide += "A"
        elif base == "A":
            RNA_guide += "U"
        elif base == "C":
            RNA_guide += "G"
        elif base == "G":
            RNA_guide += "C"
```

```
def knock_in(virus_seq):

    print('Please select the file with the gene you want to add to the virus')
    added_gene_file = askopenfile(mode='r')
    added_gene_seq = added_gene_file.readlines()[1:]
    added_gene_seq = ''.join(added_gene_seq).replace('\n', '')

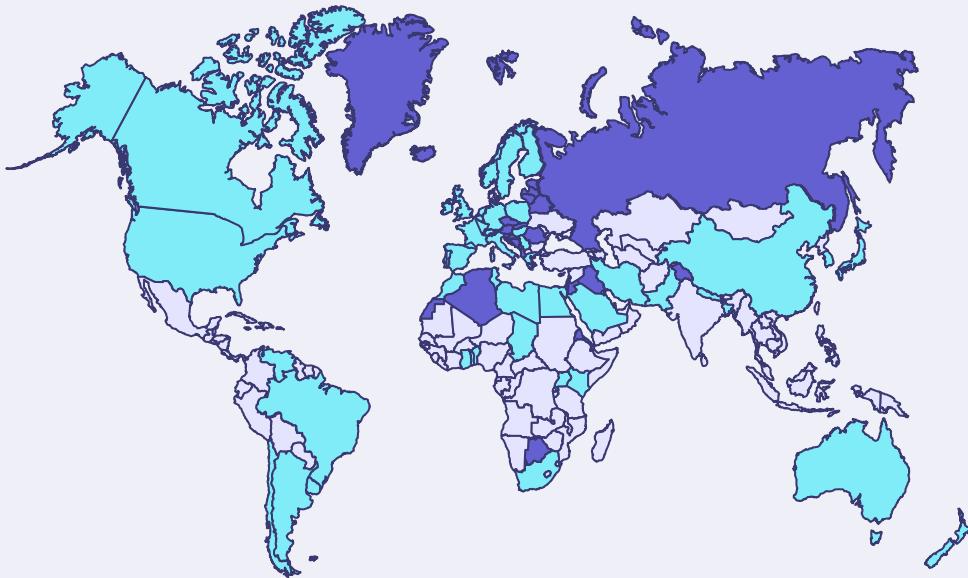
    mutation_position = int(input("Introduce the numeric position where you want to enter the new gene (e.g. 1, 25, 203): "))
    while mutation_position <= 0:
        print('Invalid input. Introduce positive number. ')
        mutation_position = int(input("Introduce the numeric position where you want to enter the new gene (e.g. 1, 25, 203): "))

    DNA_guide = virus_seq[mutation_position-25:mutation_position+25]
    mutated_virus_seq = virus_seq[:mutation_position] + added_gene_seq + virus_seq[mutation_position:]
    mold = virus_seq[mutation_position-25:mutation_position] + added_gene_seq + virus_seq[mutation_position:mutation_position+25]

    return DNA_guide, mutated_virus_seq, mold
```



# PROPAGACIÓN DE LA ENFERMEDAD



Empezamos con un **adenovirus serotipo 41** (gastroenteritis aguda)

1. Damos una **membrana lipídica** para **climas adversos**: genes VP24, GP y VP40 del virus del ébola
2. Damos la habilidad de **infectar vectores** para áreas **calurosas y húmedas** : genes NS1, NS4B y NS5 del virus del dengue
3. Damos **virulencia**: genes VP35, VP30 y L genes del virus del ébola

Ejemplo con Python: añadimos el gen VP24 del virus del ébola para darle una **membrana lipídica** para **climas adversos**  
(posición 29.937 de av41)

Fragmento original del adenovirus 41

TCATCCAAATCTGCCTAACATCACCTCAGTGTGCTACAACGAGATAAACAGTGGGTATG  
CTTTACTTTAAATGGTCAGCGAACCGGGAAAACCTTTACCCACCCACCGCTGTATTT  
GCTACATAACTGAACAATAAAATCATTGCAGGCACAATCTTCGCAATTCTTTTCCAGATG  
AAACGAGCCAGACTTGAAGATGACTTCAACCCCGTCTACCCTTACGAACACTACAATCCCCTT  
GACATCCCATTATTACACCCCCGTTGCCTCCTCCAACGGCTTGCAAGAAAAACCTCCGGGA  
GTCCTCAGCCTGAAATACACTGATCCACTTACAACCAAAAAACGGGGCTTAACCTTAAACTG

Gen VP24 del virus del ébola

ATGGCTAAAGCTACGGGACGATAACATCTAATATGCCAAAAAGGACCTGGAGAAAGGGGTT  
GTCTTAAGCGACCTCTGTAACTTCTTAGTTAGCCAAACTATTCAAGGGTGGAAAGGTTATTGG  
GCTGGTATTGAGTTGATGTGACTCACAAAGGAATGGCCCTATTGCATAGACTGAAAACTAAT  
GACTTTGCCCTGCATGGTCAATGACAAGGAATCTCTTCCTCATTTATTCAAATCCGAAT  
TCCACAATTGAATCACCGCTGTGGCATTGAGAGTCATCCTGCAGCAGGGATAACAGGACCAG  
CTGATTGACCAGTCTTGATTGAACCTTAGCAGGAGCCCTGGTCTGATCTGATTGGCTG  
CTAACAAACTAATACTAACCATTTCAACATGCGAACACAAACGTGTCAAGGAACAATTGAGCCTA  
AAAATGCTGTCGTTGATTGATCAAATATTCTCAAGTTATTAAACAAATTGGATGCTCTACAT  
GTCGTGAACCTACAACGGATTGTTGAGCAGTATTGAAATTGGAACCTAAAATCATAACATC  
ATAACTCGAACTAACATGGGTTTCTGGTGGAGCTCCAAGAACCCGACAAATCGGCAATGAAC  
CGCAAGAAGCCTGGCCGGAAAATTTCCTCCTCATGAGTCCACACTGAAAGCATTACA  
CAAGGATCCTCGACACGAATGCAAAGTTGATTCTGAATTAAAGCTCTTGCTATCTAA

Ejemplo con Python: añadimos el gen VP24 del virus del ébola para darle una **membrana lipídica** para **climas adversos**  
(posición 29.937 de av41)

Fragmento original del adenovirus 41

TCATCCAAATCTGCCAACATCACCTCAGTGTGCTACAACGAGATAAACAGTGGGTATG  
CTTTACTTTAAATGGTCAGCGAACCGGGAAAACCTTTACCCACCCACCGCTGTATTT  
GCTACATAACTGAACAATAAAATCATTGCAGGCACAATCTCGCATTCTTTCCAGATG  
AAACGAGCCAGACTTGAAGATGACTTCAACCCGTCTACCCTACGAACACTACAATCCCCTT  
GACATCCCATTATTACACCCCCGTTGCCTCCAACGGCTTGCAAGAAAAACCTCCGGGA  
GTCCTCAGCCTGAAATACACTGATCCACTTACAACCAAAAACGGGGCTTAACCTTAAACTG

Guía (ARN)

UAGAAGCGUAAAGAAAAAAAGGUUCUACUUUGCUCGGUCUGAACUUCUACU

# Fragmento original del adenovirus 41

## Gen VP24 del virus del ébola

### Molde (ADN)

TCATCCAAATCTGCCTAACATCACCTCAGTGTGCTACAACGAGATAAACAGTGGGTATG  
CTTTTACTTTAAATGGTCAGCGAACCGGGAAACCTTTCACCCACCCACCGCTGTATTT  
GCTACATAACTGAACAATAAAATATTGCAAGGCACAATCTCGATTCTTTCCAGATG  
AAACGAGGCCAGACTTGAAGATGACTCAACCCCCTACCCCTACGAACACTACAATCCCCTT  
GACATCCCATTATTACACCCCCGTTGCCTCTCCAACGGCTTGCAAGAAAAACCTCCGGGA  
GTCCTCAGCCTGAAATACACTGATCCACTTACAACCAAAACGGGGCTTAACCTAAAATG  
ATGGCTAAAGCTACGGGACGATAACAATCTAATATGCCCAAAAGGACCTGGAGAAAGGGTT  
GTCTTAAGCGACCTCTGTAACTTCTTAGTTAGCCAACACTATTCAAGGGTGGAAAGGTTATTGG  
GCTGGTATTGAGTTGATGTGACTCACAAGGAATGGCCCTATTGATAGACTGAAAACTAAT  
GACTTGGCCCTGCATGGTCAATGACAAGGAATCTTTCTCATTTATTCAAATCGAAT  
TCCACAATTGAATCACCCTGTGGGCATTAGAGTCATCCTGCAGCAGGGATACAGGACCAG  
CTGATTGACCAAGTCTTGATTGAACCCCTAGCAGGAGCCCTGGTCTGATCTGATTGGCTG  
CTAACAACTAATACTAACCATTCACATGCGAACACAACGTGTCAAGGAACAATTGAGCTA  
AAAATGCTGCGTTGATTGATCAAATATTCTCAAGTTATAACAAATTGGATGCTACAT  
GTCGTGAACCTACAACGGATTGTTGAGCAGTTGAAATTGGAACTCAAATCATACAATCATC  
ATAACTCGAACTAACATGGGTTTCTGGTGGAGCTCCAAGAACCGACAATCGGCAATGAAC  
CGCAAGAAGCCTGGGCCGGAAAATTTCCTCCTCATGAGTCCACACTGAAAGCATTACA  
CAAGGATCCTGACACGAATGCAAAGTTGATTCTGAATTAAATAGCTCTTGTATCTAA  
  
ATCTTCGATTTCTTTTTCCAGAATGGCTAAAGCTACGGGACGATACAATCTAATATGCC  
CAAAAAGGACCTGGAGAAAGGGGTTGCTTAAGCGACCTGTAACTTCTTAGTTAGCCAAC  
TATTCAAGGGTGGAAAGGTTATTGGCTGGTATTGAGTTGATGTGACTCACAAGGAATGGC  
CCTATTGATAGACTGAAAACTAATGACTTGCCTGCATGGTCAATGACAAGGAATCTCTT  
TCCTCATTATTCAAATCGAATTCCACAAATTGAATCACCCTGTGGCATTGAGAGTCAT  
CCTTGCAGCAGGGATACAGGACCAGCTGATTGACCAAGTCTTGATTGAACCCCTAGCAGGAGC  
CCTTGGTCTGATCTGATTGGCTGCTAACAACTAATACTAACCATTCACATGCGAACACA  
ACGTGTCAAGGAACAATTGAGCTAAAATGCTGCGTTGATTGATCAAATATTCTCAAGTT  
TATTAACAAATTGGATGCTTACATGTCGTGAACTACAACGGATTGAGCAGTATTGAAAT  
TGGAACCTAAATCATACAATCATCAACTCGAACACTAACATGGGTTTCTGGTGGAGCTCCA  
AGAACCGACAATCGGCAATGAACCGCAAGAACGCTGGGCCGGAAAATTTCCTCCTCA  
TGAGTCCACACTGAAAGCATTACACAAGGATCCTGACACGAATGCAAAGTTGATTCTGA  
ATTTAATAGCTCTTGTATCTAAATGAAACGAGCCAGACTTGAAGATGA

# Fragmento original del adenovirus 41

## Gen VP24 del virus del ébola

### Molde (ADN)

TCATCCAAATCTCGCTAACATCACCTCAGTGTGCTACAACGAGATAAACAGTGGGTATG  
CTTTTACTTTAAATGGTCAGCGAACCGGGAAACCTTTCACCCACCCACCGCTGTATTT  
GCTACATAACTGAACAATAAAATATTGCAGGCACAATCTCGATTCTTTCCAGATG  
AAACGAGGCCAGACTTGAAGATGACTCAACCCCCTACCGCTTGCAAGAAAAACCTCCGGGA  
GACATCCCATTATTACACCCCCGTTGCCTCTCAACGGCTTGCAAGAAAAACCTCCGGGA  
GTCCTCAGCCTGAAATACACTGATCCACTTACAACCAAAACGGGGCTTAACCTAAAATG  
ATGGCTAAAGCTACGGGACGATAACAATCTAATATGCCCAAAAGGACCTGGAGAAAGGGGTT  
GTCTTAAGCGACCTCTGTAACTTCTTAGTTAGCCAACATATTCAAGGGGTGGAAGGTTATTGG  
GCTGGTATTGAGTTGATGTGACTCACAAGGAATGGCCCTATTGCATAGACTGAAAACTAAT  
GACTTGGCCCTGCATGGTCATGACAAGGAATCTTTCTCATTTATTCAAATCGAAT  
TCCACAATTGAATACCGCTGTGGGCATTAGAGTCATCCTGCAGCAGGGATACAGGACCAG  
CTGATTGACCAAGTCTTGATTGAACCCCTAGCAGGAGCCCTGGTCTGATCTGATTGGCTG  
CTAACAACTAACTAACCATTCACATGCGAACACAACGTGTCAAGGAACAATTGAGCTA  
AAAATGCTGCGTTGATTGATCAAATATTCTCAAGTTATTAAACAAATTGGATGCTACAT  
GTCGTGAACTACAACGGATTGTTGAGCAGTTGAAATTGGAACCTCAAATCATACAATCATC  
ATAACTCGAACTAACATGGGTTTCTGGTGGAGCTCCAAGAACCGACAATCGGAATGAAC  
CGCAAGAAGCCTGGGCCGGCAAATTTCCCTCTCATGAGTCCACACTGAAAGCATTTACA  
CAAGGATCCTGACACGAATGCAAAGTTGATTCTGAATTAAATAGCTCTTGTATCTAA  
ATCTTCGACATTCTTTTCCAGAATGGCTAAAGCTACGGGACGATACAATCTAATATGCC  
CAAAAAGGACCTGGAGAAAGGGGTTGCTTAAGCGACCTGTAACTTCTTAGTTAGCCAAC  
TATTCAAGGGGTGGAAGGTTATTGGGCTGGTATTGAGTTGATGTGACTCACAAGGAATGGC  
CCTATTGCATAGACTGAAAACTAATGACTTGCCTGCATGGTCATGACAAGGAATCTTT  
TCCTCATTATTCAAATCGAATTCCACAAATTGAATCACCGCTGGCATTGAGAGTCAT  
CCTTGCAGCAGGGATACAGGACCAGCTGATTGACCAGTCTTGATTGAACCCCTAGCAGGAGC  
CCTTGGCTGATCTGATTGGCTGCTAACAACTAATACTAACCATTCACATGCGAACACA  
ACGTGTCAAGGAACAATTGAGCTAAAATGCTGCGTTGATTGATCAAATATTCTCAAGTT  
TATTAAACAAATTGGATGCTTACATGTCGTGAACTACAACGGATTGAGCAGTATTGAAAT  
TGGAACCTAAATCATACAATCATCAACTCGAACACTAACATGGGTTTCTGGTGGAGCTCCA  
AGAACCGACAATCGGCAATGAACCGCAAGAACGCTGGGCCGGCAAATTTCCCTCTCA  
TGAGTCCACACTGAAAGCATTACACAAGGATCCTGACACGAATGCAAAGTTGATTCTGA  
ATTTAAATAGCTCTTGTATCTAAATGAAACGAGCCAGACTTGAAGATGA



# Fragmento original del adenovirus 41

## Gen VP24 del virus del ébola

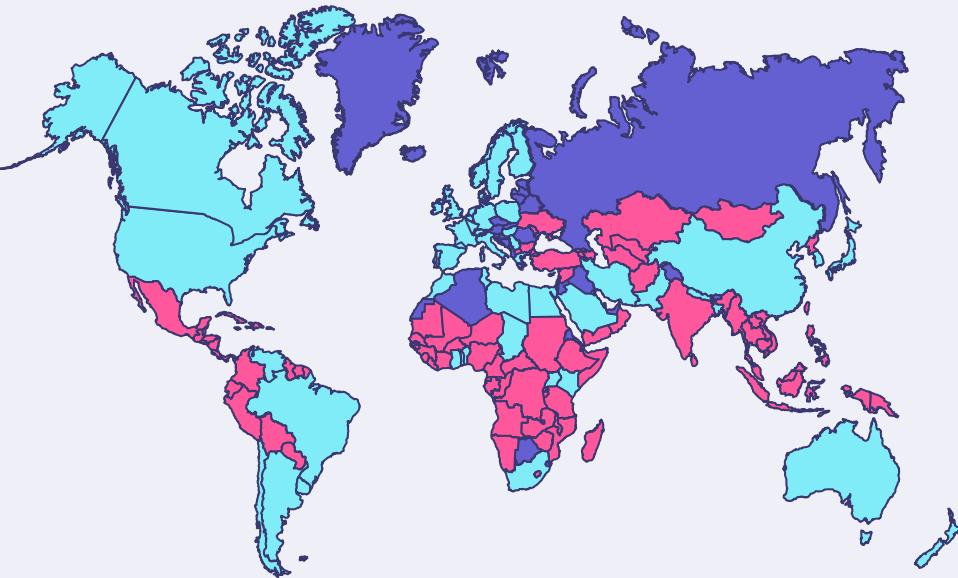
### Adenovirus 41 mutante

TCATCCAAATCTGCCAACATCACCTCAGTGTGCTACAACGAGATAAACAGTGGGTATG  
CTTTTACTTTAACATGGTCAGCGAACCGGGAAAACCTTTCACCCACCCACCGCTGTATTT  
GCTACATAACTGAACAATAAAATCATTCAGGCACAATCTCGCATTCTTTTCCAGATG  
AAACGAGCCAGACTGAAGATGACTTCACCCCCGCTACCCCTACGAACACTACAATCCCCT  
GACATCCCATTATTACACCCCCGTTGCCCTCCAACGGCTTGAAGAAAAACCTCCGGGA  
GTCCTCAGCTGAAATACACTGATCCACTACAACCAAAACGGGGCTTAACCTTAAACTG  
ATGGCTAAAGCTACGGGACGATAACATCTAATATGCCCAAAAGGACCTGGAGAAAGGGTT  
GTCTTAAGCGACCTCTGTAACCTTAGCTAGCCAAACTATTCAAGGGGTGGAAGGTTATTGG  
GCTGGTATTGAGTTGATGTGACTCACAAAGGAATGGCCCTATTGCATAGACTGAAAACTAAT  
GACTTGCCTGCATGGCAATGACAAGGAATCTTCTCTATTCAAAATCCGAAT  
TCCACAATTGAATCACCCTGTTGGCATTGAGAGTCATCTTGAGCAGGGATACAGGACAG  
CTGATTGACAGTCTTGATTGAACCCCTAGCAGGAGCCCTGGTCTGATCTGATTGGCTG  
CTAACAACTAATACTAACCATTTAACATGCGAACACAACGTTCAAGGAACAATTGAGCCTA  
AAAATGCTGTCGTTGATTGATCAAATATTCTCAAGTTATTAAACAAATTGGATGCTCTACAT  
GTCGTGAACACAAACGGATTGTTGAGCAGTATTGAAATTGGAACCTCAAATCATACAATCATC  
ATAACTCGAACTAACATGGGTTCTGGTGGAGCTCAAGAACCCGACAAATGGCAATGAAC  
CGCAAGAAGCTGGCCGGAAATTCCCTCTCATGAGTCCACACTGAAAGCATTACA  
CAAGGATCCTGACACGAATGCAAAGTTGATTCTGAATTAAAGCTCTTGTATCTAA

TCATCCAAATCTGCCAACATCACCTCAGTGTGCTACAACGAGATAAACAGTGGGTATG  
CTTTTACTTTAACATGGTCAGCGAACCGGGAAAACCTTTCACCCACCCACCGCTGTATTT  
GCTACATAACTGAACAATAAAATCATTCAGGCACAATCTCGCATTCTTTTCCAGAAT  
GGCTAAAGCTACGGGACGATAACATCTAATATGCCCAAAAGGACCTGGAGAAAGGGTTGT  
CTTAAGCGACCTCTGTAACCTTAGCTAGCCAAACTATTCAAGGGTGGAGGTTATTGGGC  
TGGTATTGAGTTGATGTGACTCACAAAGGAATGGCCCTATTGCATAGACTGAAAACTAATGA  
CTTTCCTGCATGGCAATGACAAGGAATCTTCTCTATTCAAAATCCGAATC  
CACAATTGAATCACCCTGTTGGCATTGAGAGTCATCTTGAGCAGGGATACAGGACAGCT  
GATTGACAGTCTTGATTGAACCCCTAGCAGGAGCCCTGGTCTGATCTGATTGGCTGCT  
AACAACTAATACTAACCATTTAACATGCGAACACAACGTTCAAGGAACAATTGAGCCTAA  
AATGCTGTCGTTGATTGATCAAATATTCTCAAGTTATTAAACAAATTGGATGCTCATGT  
CGTGAACACTAACCGGATTGTTGAGCAGTATTGAAATTGGAACCTCAAATCATACAATCATC  
AACTCGAACTAACATGGGTTCTGGTGGAGCTCAAGAACCCGACAAATGGCAATGAACCG  
CAAGAAGCCTGGCCGGAAATTCCCTCTCATGAGTCCACACTGAAAGCATTACACA  
AGGATCCTGACACGAATGCAAAGTTGATTCTGAATTAAAGCTCTTGTATCTAATG  
AAACGAGCCAGACTGAAGATGACTTCACCCCCGCTACCCCTACGAACACTACAATCCCCT



# PROPAGACIÓN DE LA ENFERMEDAD



Empezamos con un **adenovirus serotipo 41** (gastroenteritis aguda)

1. Damos una **membrana lipídica** para **climas adversos**: genes VP24, GP y VP40 del virus del ébola
2. Damos la habilidad de **infectar vectores** para áreas **calurosas y húmedas** : genes NS1, NS4B y NS5 del virus del dengue
3. Damos **virulencia**: genes VP35, VP30 y L genes del virus del ébola



# PROPAGACIÓN DE LA ENFERMEDAD



Empezamos con un **adenovirus serotipo 41** (gastroenteritis aguda)

1. Damos una **membrana lipídica** para **climas adversos**: genes VP24, GP y VP40 del virus del ébola
2. Damos la habilidad de **infectar vectores** para áreas **calurosas y húmedas** : genes NS1, NS4B y NS5 del virus del dengue
3. Damos **virulencia**: genes VP35, VP30 y L del virus del ébola

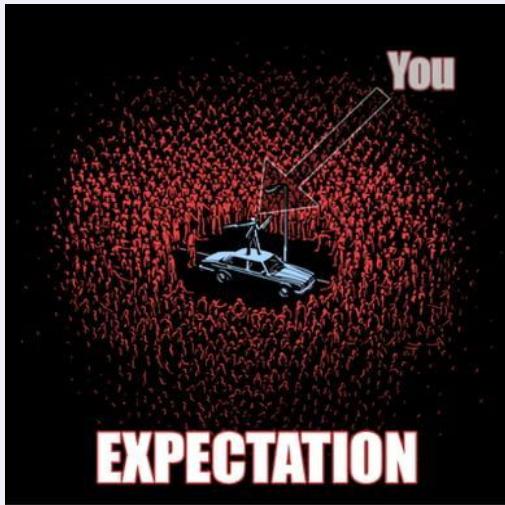
4

# A TENER EN CUENTA

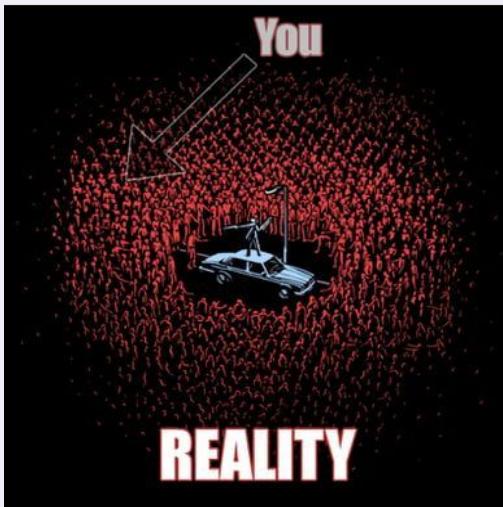
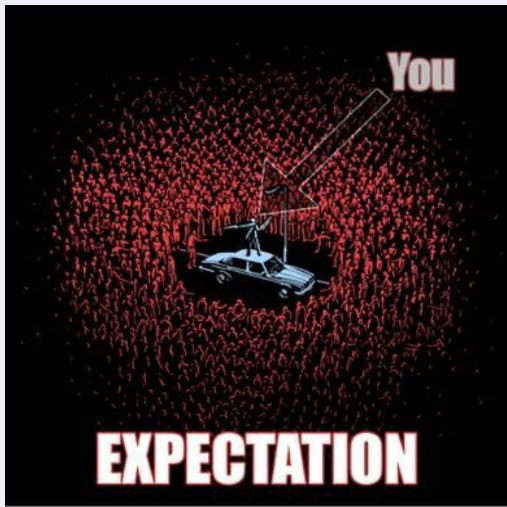
# LA CRUDA REALIDAD



# LA CRUDA REALIDAD

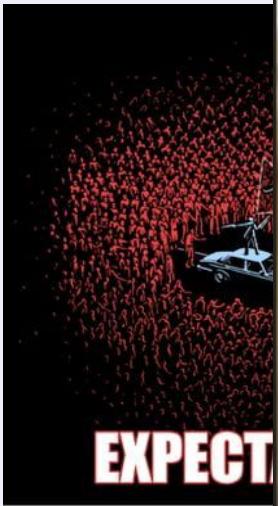


# LA CRUDA REALIDAD



LA CRUDA REALIDAD

NOT FUNNY



# LA CRUDA REALIDAD



# LA CRUDA REALIDAD



## FALTA DE CONOCIMIENTO

No todo es lo que parece ser

Todavía hay cosas por descubrir

# LA CRUDA REALIDAD



## FALTA DE CONOCIMIENTO

No todo es lo que parece ser

Sistemas complejos no compartimentados

Todavía hay cosas por descubrir

## IMPREVISIBILIDAD

La biología tiene sus propios caminos



# LA CRUDA REALIDAD



## FALTA DE CONOCIMIENTO

No todo es lo que parece ser

Todavía hay cosas por descubrir

Sistemas complejos no compartimentados



## LEGALIDAD

Mejor... no...

## IMPREVISIBILIDAD

La biología tiene sus propios caminos



El protocolo de Ginebra y la ONU vigilan

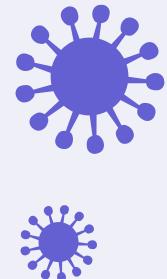
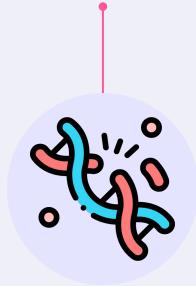


**¿Y QUÉ  
PODEMOS  
HACER?**



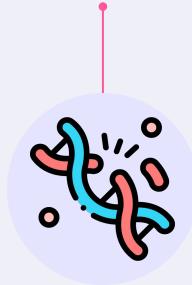
# ¿Y QUÉ PODEMOS HACER?

CORRECCIÓN  
GENÉTICA



# ¿Y QUÉ PODEMOS HACER?

CORRECCIÓN  
GENÉTICA



CÉLULAS  
CAR-T



# ¿Y QUÉ PODEMOS HACER?

CORRECCIÓN  
GENÉTICA



TRATAMIENTO  
DE VIRUS



CÉLULAS  
CAR-T



# ¿Y QUÉ PODEMOS HACER?

CORRECCIÓN  
GENÉTICA



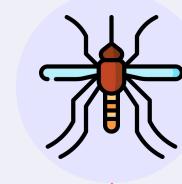
TRATAMIENTO  
DE VIRUS



CÉLULAS  
CAR-T



ENFERMEDADES  
INFECCIOSAS



# ¿Y QUÉ PODEMOS HACER?



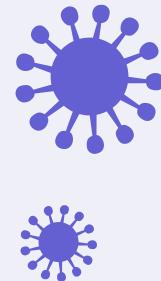
***“Diseño de vacunas  
contra el cáncer con  
Python”***



# ¿Y QUÉ PODEMOS HACER?



***“Diseño de vacunas  
contra el cáncer con  
Python”***



5

# CONCLUSIONES FINALES

# CONCLUSIONES FINALES



## BIOLOGÍA SINTÉTICA

Diferentes  
aplicaciones

# CONCLUSIONES FINALES



## BIOLOGÍA SINTÉTICA

Diferentes  
aplicaciones

## EDICIÓN GENÉTICA

CRISPR-Cas puede  
usarse para crear y  
modificar genomas

# CONCLUSIONES FINALES



## BIOLOGÍA SINTÉTICA

Diferentes  
aplicaciones



## EDICIÓN GENÉTICA

CRISPR-Cas puede  
usarse para crear y  
modificar genomas



## DESATAR EL CAOS

Podemos crear un  
“ser vivo a la carta”

# CONCLUSIONES FINALES



## BIOLOGÍA SINTÉTICA

Diferentes  
aplicaciones



## EDICIÓN GENÉTICA

CRISPR-Cas puede  
usarse para crear y  
modificar genomas



## DESATAR EL CAOS

Podemos crear un  
“ser vivo a la carta”



## TENER EN CUENTA

*“With great power  
comes great  
responsibility”*



# ¡Gracias!



[helengopo@gmail.com](mailto:helengopo@gmail.com) | [marinamorolopez@es.python.org](mailto:marinamorolopez@es.python.org)



[@HelenaGomezPz](https://twitter.com/HelenaGomezPz) | [@marinamorolopez](https://twitter.com/marinamorolopez)



[Helena Gómez Pozo](https://www.linkedin.com/in/helena-gómez-pozo-1134a8170/) | [Marina Moro López](https://www.linkedin.com/in/marina-moro-lopez-16a8111a/)



[marinamorolopez](https://github.com/marinamorolopez) / [synvirus-pycones24](https://github.com/synvirus-pycones24)



**PyConES**  
VIGO