

# Segundo Proyecto Parcial de Métodos Numéricos

Equipo 2

02 de noviembre del 2021

María Fernanda Gutiérrez Ornelas A01234243

Alfonso Iván Morales Valverde A01562011

Ana Sofia Miranda Jimenez A01631272

Anahi Esquivel Valenzuela A01235160

Sergio Eduardo Trejo Olivas A012422091

Marcela Landero Barraza A01187873

## Resumen

Se realizó la solución de distintos métodos numéricos vistos en clase, tanto de ecuaciones lineales como de ecuación no lineal, por medio de la aplicación de Matlab y excel, esto para problemáticas basadas en el crecimiento bacteriano, en donde en cada uno de los métodos se plantearon diferentes problemas para su resolución.

## Introducción

Una ecuación lineal es una igualdad matemática entre dos expresiones algebraicas, denominadas miembros, en las que aparecen elementos conocidos y desconocidos (denominados variables), y que involucra solamente sumas y restas de una variable a la primera potencia (ecuación lineal, s.f.). Dicho lo anterior se puede aplicar las ecuaciones lineales a distintas áreas, en este proyecto se adaptará al tema de crecimiento bacteriano, el cual se define como el incremento en el número de bacterias, existen varios factores que pueden influir en dicho crecimiento, como: los nutrientes, humedad, temperatura, entre otros, por lo que se utilizarán distintos métodos y teoremas para resolver problemas de crecimiento bacteriano. Así mismo aplicaremos un método de sistemas de ecuaciones no lineales.

## Objetivos

**General:** -Aplicar los métodos vistos en clase en un tema relacionado a la carrera de ingeniería en biotecnología.

**Específicos:** -Aplicar un sistema de ecuaciones lineales como: Cramer, Jacobi, Seidel, eliminación, Gauss Jordan, seleccionando 3 métodos de estos, para la resolución de un problema de crecimiento bacteriano.

-Aplicar un sistema de ecuaciones NO lineales como Newton Raphson, para la resolución de un problema de crecimiento bacteriano.

## Desarrollo (Métodos y teoremas)

**Sistema de ecuaciones NO lineales:** Newton Raphson: El método de Newton-Raphson es un método iterativo para poder encontrar raíces de funciones. Este método en teoría puede hallar raíces de funciones lineales y no lineales (Dominic y Castro, 2017).

**Problema:** La concentración de bacterias en un lago disminuye de acuerdo con la siguiente ecuación:  $c = 75e^{-1.5t} + 2000e^{-0.075t}$ , Determinar el tiempo requerido para que la concentración

de bacterias se reduzca a 15 (Alejandra, H., 2020).

p. 0		-0.079385	$x_{n+1} = x_n - \frac{f(x_n)}{f'(x_n)}$		Donde $f'$ denota la derivada de $f$ .			
n	Pn-1	f(Pn-1)	f'(Pn-1)	Pn	f(Pn)	E	Validacion 1	Validacion 2
1	-0.07938524	13.45413457	-0.45740539	29.33464187	27823.64525826	0.00010000	fracaso	fracaso
2	29.33464187	27823.64525826	2757.57149172	19.24473292	8237.55361989	0.00010000	fracaso	fracaso
3	19.24473292	8237.55361989	1226.54763345	12.52868424	2436.50540152	0.00010000	fracaso	fracaso
4	12.52868424	2436.50540152	546.07589174	8.06684031	719.16259937	0.00010000	fracaso	fracaso
5	8.06684031	719.16259937	243.62277972	5.11488894	211.30144534	0.00010000	fracaso	fracaso
6	5.11488894	211.30144534	109.17560015	3.17945240	61.46757500	0.00010000	fracaso	fracaso
7	3.17945240	61.46757500	49.40246714	1.93525683	17.48361767	0.00010000	fracaso	fracaso
8	1.93525683	17.48361767	22.84719799	1.17001561	4.70848670	0.00010000	fracaso	fracaso
9	1.17001561	4.70848670	11.12690326	0.74685325	1.08995641	0.00010000	fracaso	fracaso
10	0.74685325	1.08995641	6.15448879	0.56975382	0.15881141	0.00010000	fracaso	fracaso
11	0.56975382	0.15881141	4.39238119	0.53359771	0.00610898	0.00010000	fracaso	fracaso
12	0.53359771	0.00610898	4.05576585	0.53209147	0.00001043	0.00010000	fracaso	fracaso
13	0.53209147	0.00001043	4.04191280	0.53208889	0.00000000	0.00010000	fracaso	fracaso
14	0.53208889	0.00000000	4.04188907	0.53208889	0.00000000	0.00010000	fracaso	fracaso
15	0.53208889	0.00000000	4.04188907	0.53208889	0.00000000	0.00010000	fracaso	fracaso

Metodo Newton Raphson	
Ejemplo 1	$f(x) = 75e^{-1.5x} + 2075e^{-0.075x}$
	$f' = -112.5e^{(-1.5x)} - 155.625e^{(-0.075x)}$

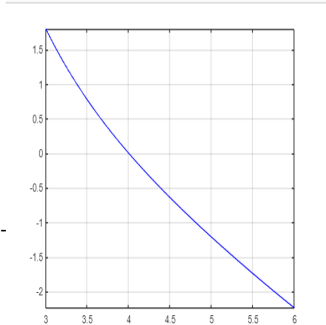
-0.679385	454.099649
-0.679385	420.203840
-0.279385	386.308031
-0.079385	352.412222
-0.079385	318.518413
-0.679385	284.620605
-0.479385	250.724796
-0.279385	216.828987
-0.079385	182.933178
-0.679385	149.037970
-0.679385	115.141561
-0.479385	81.245762
-0.279385	47.348943
-0.079385	13.454135
0.120615	-20.441874
0.320615	-54.337483
0.520615	-88.233292
0.720615	-122.129101

Excel:

```

• Matlab:
• %1.- Encontrar a y b
• clear, clc, close all
• C=15;
• syms t real
• f=75*exp(-1.5*t)+20*exp(-0.075*t)-15;
• fplot(f,[3,6], 'color','b')
• grid on
• a=3.8; b=4.0;
• Es=0.005;
• fd=diff(t);
• x(1)=a;
• %Formula interactiva
• for i=2:10000
•     %Metodo de Newton Raphson
•     % x(i+1)=xi-f(xi)/f'(xi)
•     x(i)=x(i-1)-subs(f,(x(i-1)))/subs(fd,x(i-1))
•     %Criterio de error absoluto
•     E=abs(x(i)-x(i-1));
•     if E<Es
•         break
•     end
• end
• %Mostrar resultados
• fprintf('El tiempo requerido para la disminuci3n de concentraci3n de bacterias es de %0.3f',x(i))

```

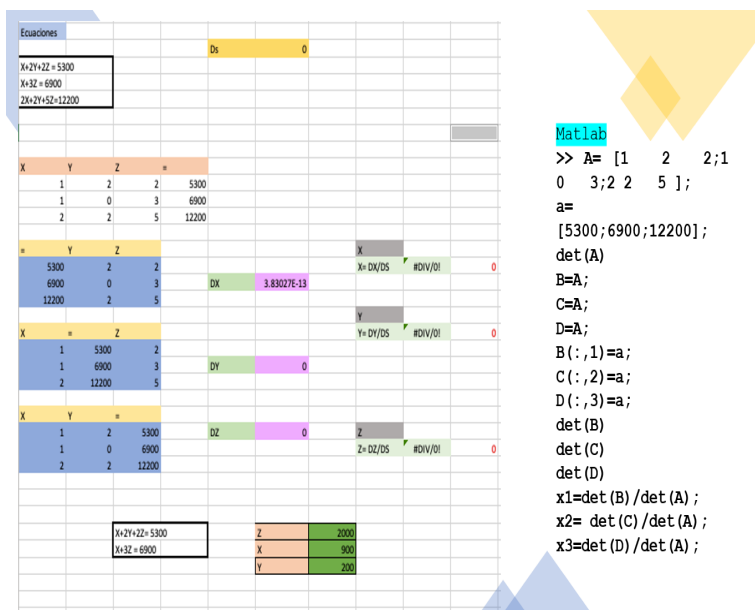


Conclusi3n: En conclusi3n se pudo utilizar el m3todo de Newton Raphson en un problema de crecimiento bacteriano, obteniendo como resultado que el tiempo requerido para la disminuci3n de concentraci3n de bacterias es de 4.002 y la gr3fica mostrada anteriormente, as3 mismo se pudo realizar el procedimiento en excel.

## Regla de Cramer

### Problema:

Tres especies bacterianas diferentes se cultivan en un plato y se alimentan de tres nutrientes. Cada individuo de la especie I consume una unidad de cada uno de los primeros y segundos nutrientes y 2 unidades del tercer nutriente. Cada individuo de la especie II consume 2 unidades del primer nutriente y 2 del tercer nutriente. Cada individuo de la especie III consume 2 unidades del primer nutriente, 3 unidades del segundo nutriente y 5 unidades del tercer nutriente. Si al cultivo se le dan 5300 unidades del primer nutriente, 6900 unidades del segundo nutriente y 12,200 unidades del tercer nutriente, ¿Cu3nto crecimiento bacteriano de cada especie se pueden mantener para que se consuman todos los nutrientes?



## Conclusión:

Al realizar una comparación uno a uno entre la resolución del problema con dos diferentes métodos de resolución (Excel/ Matlab), se obtienen los resultados en 0 correspondientes a las variables X,Y,Z. De igual manera, al realizar el despeje correspondiente a las variables se obtienen los resultados del crecimiento bacteriano correspondiente a las unidades de sustrato bacteriológico usado.

## Método Jacobi

El método de Jacobi es un método iterativo, usado para resolver sistemas de ecuaciones lineales; consiste en construir una sucesión convergente definida interactivamente, donde el límite es la solución del problema.

**Problema:** Una fábrica de quesos desea someter a pruebas sus cultivos de *Penicillium roqueforti* con el objetivo de reducir el tiempo de incubación del cultivo para introducirlo al queso con mayor rapidez; en busca de un cultivo con el menor tiempo de duplicación y mayor crecimiento exponencial para sus quesos se cultiva in vitro en tres placas petri con diferentes tratamientos, la misma cepa hasta llegar a una concentración de  $1 \times 10^9$  UFC/gr: el tratamiento 1 consiste en 3 dosis del f.c. A (factor de crecimiento), 1 dosis del f.c. B y 2 dosis del f.c. C; el tratamiento 2 consiste en 2 dosis del f.c. A (factor de crecimiento), 3 dosis del f.c. B y 2 dosis del f.c. C y el tratamiento 3 consiste en 1 dosis del f.c. A (factor de crecimiento), 2 dosis del f.c. B y 3 dosis del f.c. C. A las 24 horas de incubación se hizo un conteo celular de los tratamientos y se obtuvieron 370 UFC en la placa con tratamiento 1, 420 UFC en la placa con tratamiento 2 y 290 UFC en placa con tratamiento 3, ¿Qué factor de crecimiento tiene mayor influencia en el crecimiento bacteriano de *P. roqueforti*?



The image shows a comparison between a manual calculation in Excel and a MATLAB script for solving a system of linear equations using the Gauss-Jordan method.

**Excel Spreadsheet:**

	x	y	b
F1	3	1	370
F2	2	5	420

**Iteration 1:**

	x	y	b
F1	-13	0	-1430
F2	6	5	-2

**Iteration 2:**

	x	y	b
F1	-13	0	-1430
F2	0	2	-690

**DIVIDIMOS**

	x	y	b
F1	3.25	0	357.5
F2	0	1	-345

**MATLAB Code:**

```

fi=input('Ingresa la cantidad de filas: ');
co=input('Ingresa la cantidad de columnas: ');

for i=1:co
    for j=1:fi
        fprintf('Fila: %d\n', j)
        fprintf('Columna: %d\n', i)
        re=input('Numero de fila y columna: ');
        a(j,i)=re;
        j=j+1;
    end
    i=i+1;
end
a
pause
for i=1:co-1
    a(i,:)=a(i,:)/a(i,i);
    for j=i+1:fi
        a(j,:)=a(j,:)-a(i,:)*a(j,i);
        j=j+1;
    end
    a
    pause
end
i=i+1;
a
pause
end
for i=fi:-1:2
    for j=i-1:-1:1
        a(j,:)=a(j,:)-a(i,:)*a(j,i);
        j=j-1;
    end
    a
    pause
end
i=i-1;
a
pause
end
fprintf('resultado\n');
  
```

**Conclusión:** Este método, no nos permite determinar de manera eficiente el crecimiento bacteriano, ya que su objetivo principal es calcular matrices inversas para llegar a una matriz diagonal, esto lo podemos corroborar mediante el cotejamiento de los resultados obtenidos tanto en excel como en matlab y que nos demuestre lo discordante que son.

## Referencias

Ecuación lineal. (s.f.). Recuperado de Ecuación lineal - MiProfe.com