



**“El saber de mis hijos  
hará mi grandeza”**

UNIVERSIDAD DE SONORA

LICENCIATURA EN FÍSICA

FÍSICA COMPUTACIONAL I

TEORÍA DEL CAOS

ALEXIS ANDREY MARTÍNEZ PADILLA

PROFESOR CARLOS LÍZARRAGA CELAYA

19 DE MAYO DEL 2017

# 1. Breve Resumen

En ésta actividad se explica en qué consiste la teoría del caos y como representarla gráficamente de tres maneras, utilizando distintos parametros y haciendo comparaciones.

## 2. Teoría del Caos

La rama de las matemáticas que estudia los sistemas dinámicos muy sensibles a las condiciones iniciales se llama teoría del caos. Para Lorenz, el caos es "Cuando el presente determina el futuro, pero la aproximación del presente no determina aproximadamente el futuro". Este tipo de comportamientos se pueden encontrar en muchas ramas de la ciencia, como la meteorología, sociología, ciencias de la computación, biología, economía, y una gran parte de la física.

Dicho modelamiento está dado como:

$$x_{n+1} = rx_n(1 - x_n)$$

Donde  $r$  se le conoce como "Tasa de crecimiento" éste puede tomar valores entre 0 y 4.

Dependiendo de éstos valores, el sistema puede comportarse de maneras muy diferentes:

$0 < r \leq 1$ : La población terminará desapareciendo.

$1 < r \leq 2$ : La población irá tendiendo a  $\frac{r-1}{r}$

$2 < r \leq 3$ : La población se estabilizará en  $\frac{r-1}{r}$ ,  
pero previamente va a fluctuar sobre ese valor.

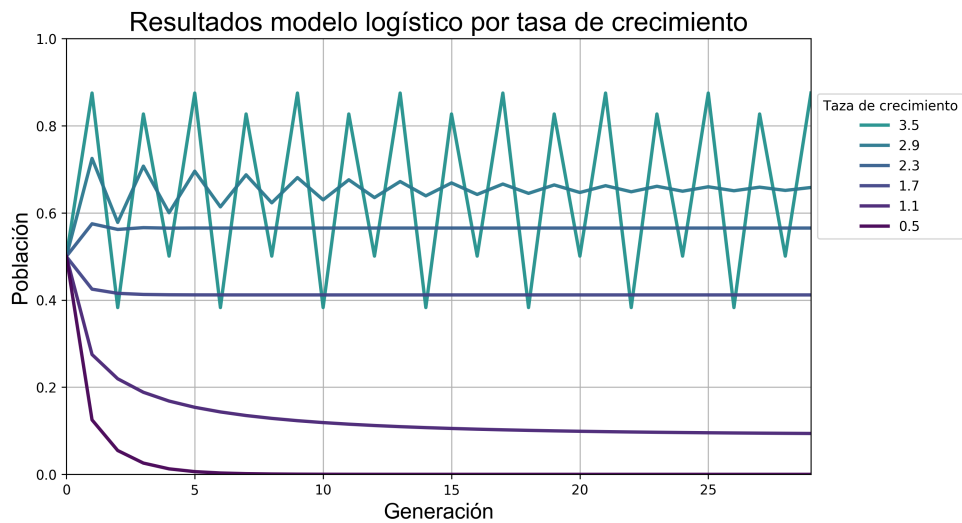
$3 < r \leq 4$ : El comportamiento es muy variado.

### 2.1. Bifurcaciones

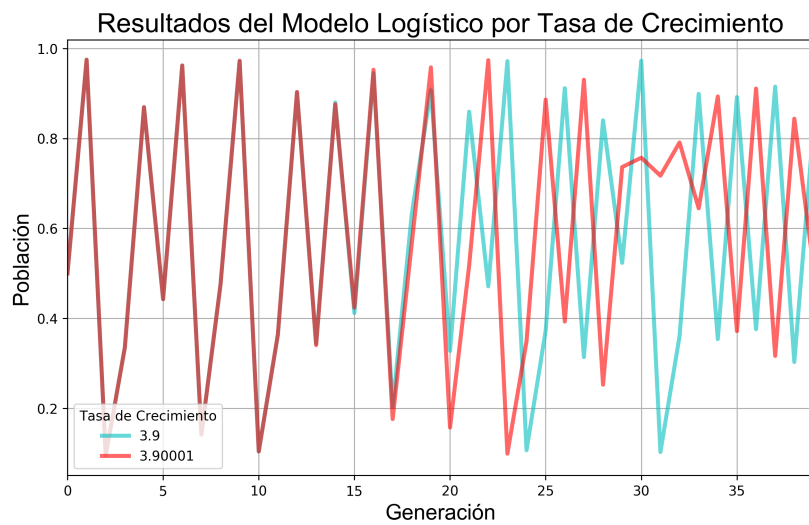
Una bifurcación se da cuando una pequeña variación dentro de los parámetros genera un cambio brusco en el sistema, ya sea dinámico o discreto. Son parte de la teoría del caos.

### 3. Mapeos Logísticos

Utilizando diferentes  $r$  (Tasas de crecimiento) y viéndolo muy generalizadamente tenemos la siguiente gráfica:

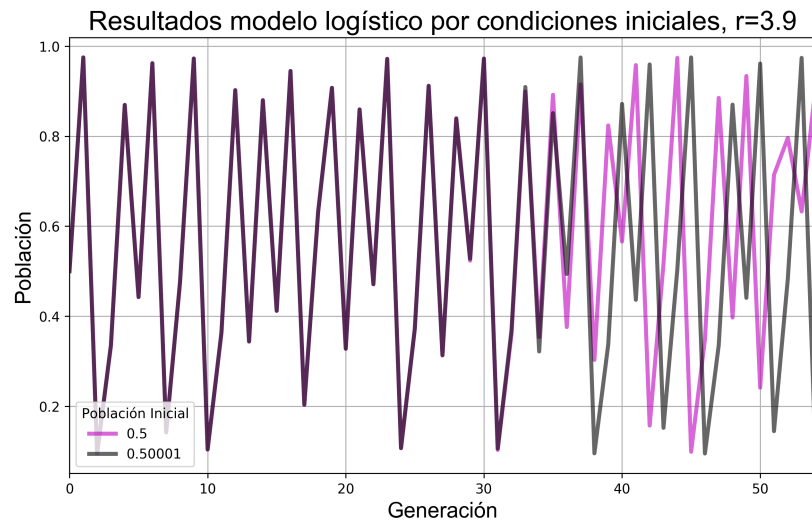


Ahora si se hace una comparación de  $r=3.9$  y una cienmilésima después tenemos como resultado:



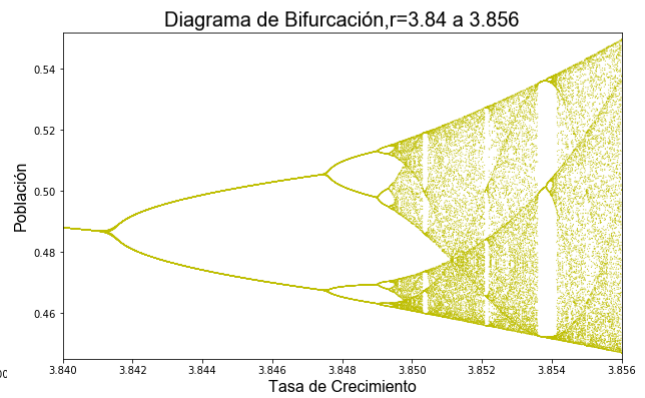
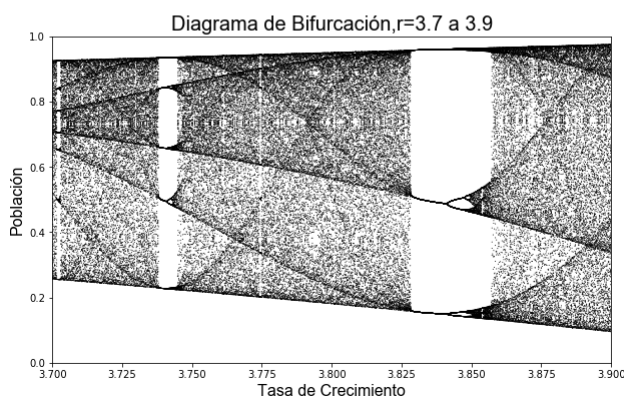
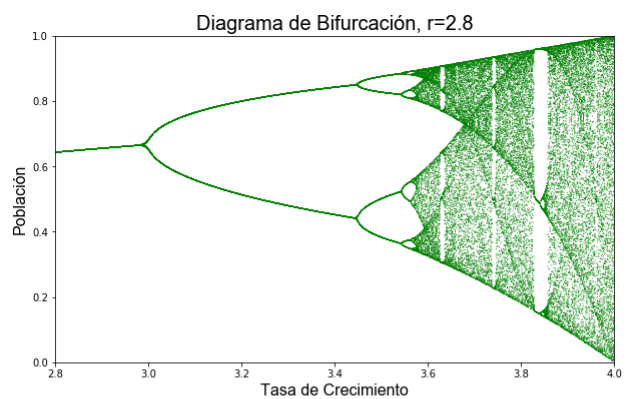
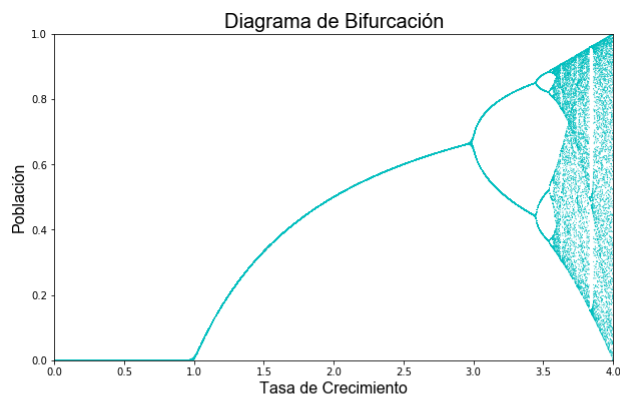
Se puede observar que el inicio fue esencialmente el mismo, pero surge una gran diferencia después.

Ahora haciendo la misma comparación pero en 0.5:



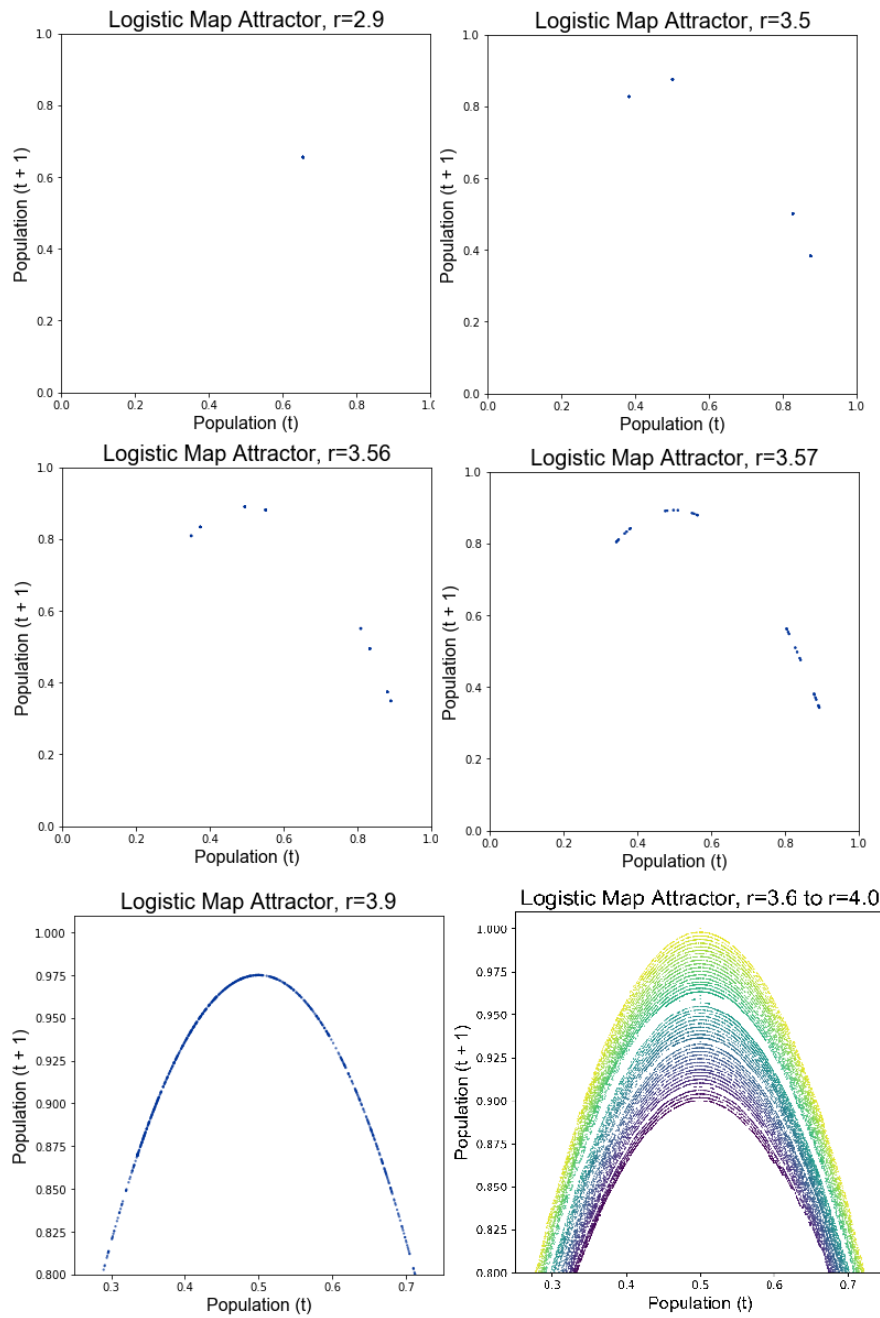
Hay un comportamiento similar, pero no muestra una diferencia tan exagerada.

## 4. Diagramas de Bifurcaciones



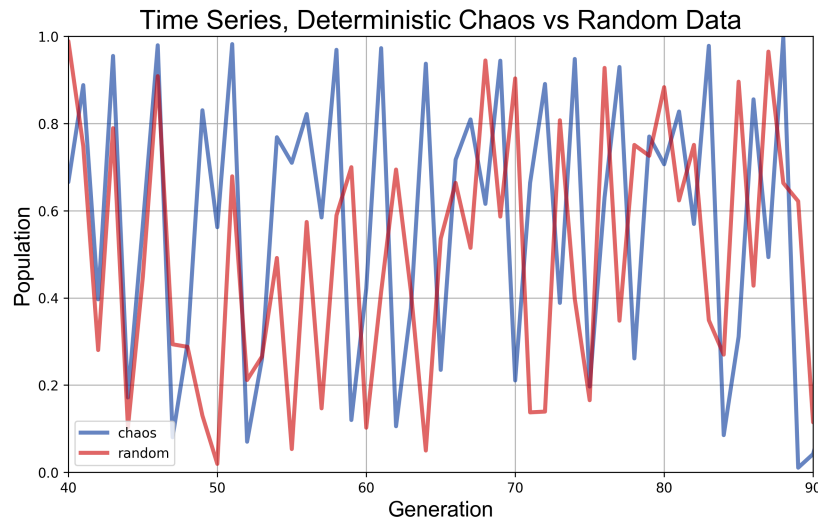
## 5. Mapeo Logístico (Atractor)

Ahora con otro tipo de mapeo logístico.



Notamos como hay un gran cambio de 3.56 a 3.57.

## 6. Cáos Determinista vs. Aleatoriedad



Observamos que tienen algunas similitudes, el caos es increíblemente difícil de predecir, es casi tangencial a lo aleatorio.

## 7. Bibliografía

1. <http://geoffboeing.com/2015/03/chaos-theory-logistic-map/>
2. [https://en.wikipedia.org/wiki/Chaos\\_theory](https://en.wikipedia.org/wiki/Chaos_theory)
3. [https://en.wikipedia.org/wiki/Bifurcation\\_theory](https://en.wikipedia.org/wiki/Bifurcation_theory)
4. [https://en.wikipedia.org/wiki/Logistic\\_map](https://en.wikipedia.org/wiki/Logistic_map)
5. Carlos Lizárraga Celaya; Universidad de Sonora, Departamento de Física.  
[http://computacional1.pbworks.com/w/page/115478932/Actividad%209%20\(2017-1\)](http://computacional1.pbworks.com/w/page/115478932/Actividad%209%20(2017-1))