



Referencias

# Medición del pardeamiento enzimático en el plátano y el aguacate mediante el cambio en la coloración utilizando análisis colorimétrico



Sergio Diaz, Miguel Suárez, Ana Sofía Morales, Luz Raygoza & Daniel Díaz  
Escuela de Ingeniería y Ciencias, Tecnológico de Monterrey, Guadalajara, México

## Abstract

El propósito de este experimento fue investigar la eficiencia de diferentes inhibidores de la enzima Polifenoloxidasas en el plátano y aguacate. El pardeamiento enzimático es una de las reacciones más notables que afectan a la mayoría de frutas, verduras y mariscos. Después de analizar diferentes inhibidores, se decidió usar jugo de arándano comercial, limón y vinagre. Mediante el uso de una cámara y un programa de análisis fotográfico, se comparó el coloramiento del plátano y del aguacate sobre tiempo. El limón fue el que más inhibió la oxidación por el efecto de pH y acción del ácido ascórbico sobre el sustrato.

## Hipótesis

El limón ofrece una mejor inhibición del pardeamiento enzimático en comparación con otros agentes inhibidores caseros.

## Objetivos

- General:**
- Caracterizar el pardeamiento enzimático del plátano y del aguacate y compara la efectividad de distintos posibles inhibidores.
- Específico:**
- Medir el pardeamiento enzimático del plátano y el aguacate mediante el análisis del cambio en la coloración medido con capturas fotográficas.
  - Comparar la inhibición enzimática oxidativa con jugo de limón, vinagre y jugo de arándano comercial.

## Introducción

La pigmentación marrón que se forma al cortar y/o maltratar frutas y verduras se conoce como pardeamiento enzimático, ya que las reacciones iniciales que intervienen en este fenómeno están catalizadas por enzimas oxidasas (Suárez, et al., 2009).

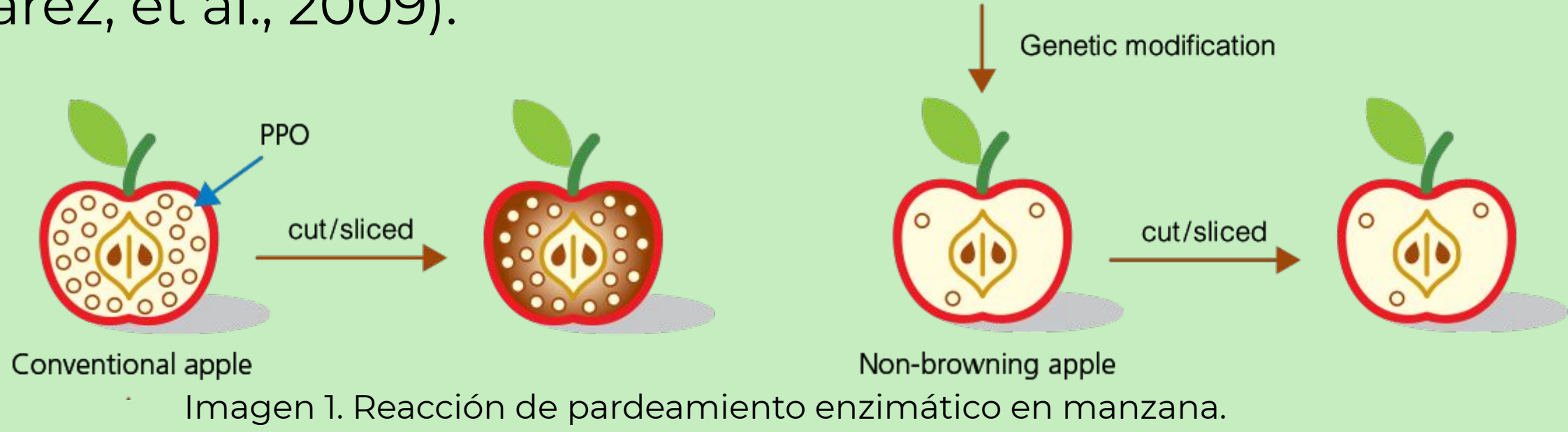


Imagen 1. Reacción de pardeamiento enzimático en manzana.

El pardeamiento enzimático (PE) es una reacción de oxidación en la que interviene como sustrato el oxígeno molecular, catalizado por un tipo de enzimas que se pueden encontrar en prácticamente todos los seres vivos. Estas enzimas son conocidas como polifenol oxidasas (PPO), las cuales catalizan la oxidación de compuestos fenólicos a quinonas, con la consecuente transformación a pigmentos oscuros no deseables (Suárez, et al., 2009). A su vez, producen cambios importantes tanto en la apariencia como en las propiedades organolépticas (Guerrero, 2009).

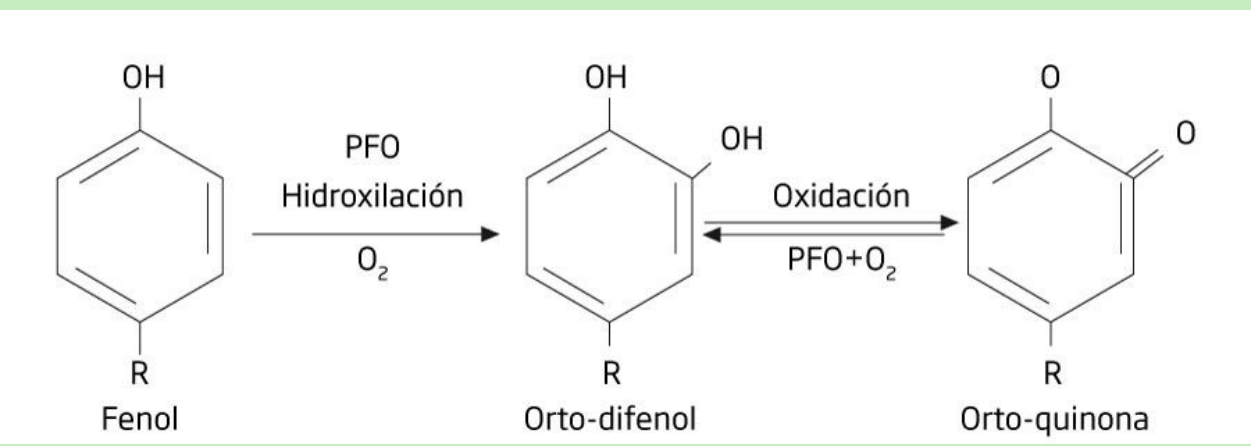


Imagen 2. Reacción de pardeamiento enzimático

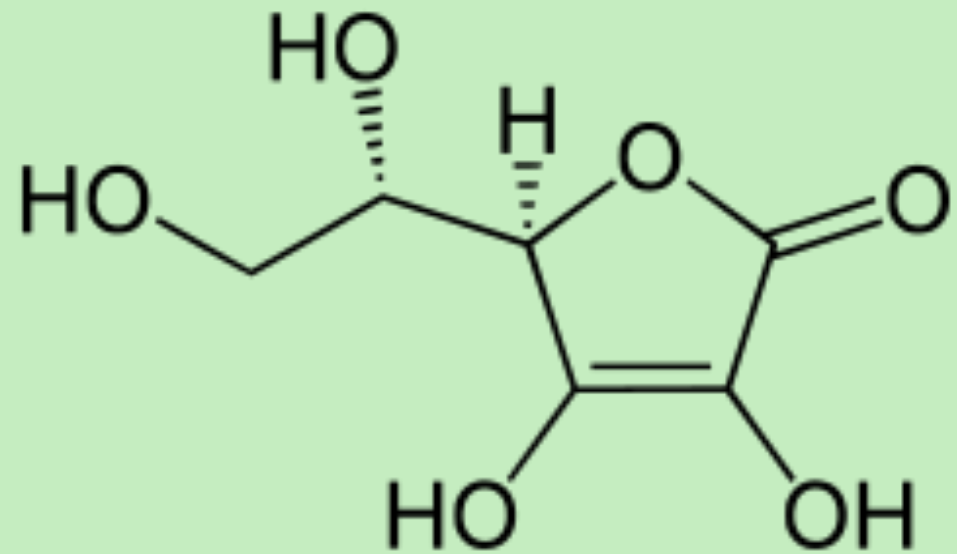


Imagen 3. Molécula de ácido ascórbico

Existen agentes reductores / antioxidantes que ayudan a inhibir las PPO; un ejemplo importante es el ácido ascórbico, el cual reduce las o-quinonas a di-fenoles decolorados. Sin embargo una desventaja de este antioxidante es su efecto temporal, ya que también se consume y no penetra lo suficiente dentro del tejido del alimento.



Imagen 4. Inhibidores utilizados en la experimentación



Imagen 5. Pardeamiento enzimático en frutas

## Materiales y Método

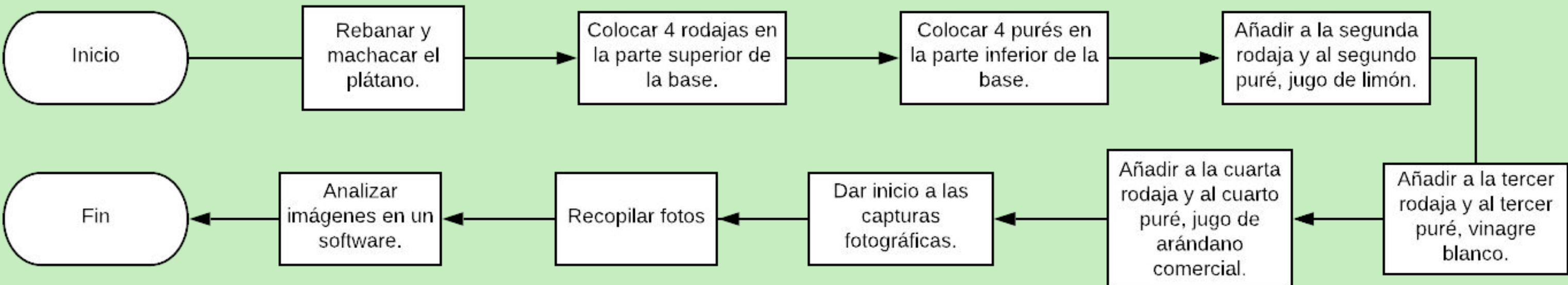


Figura 1. Diagrama de flujo de la metodología

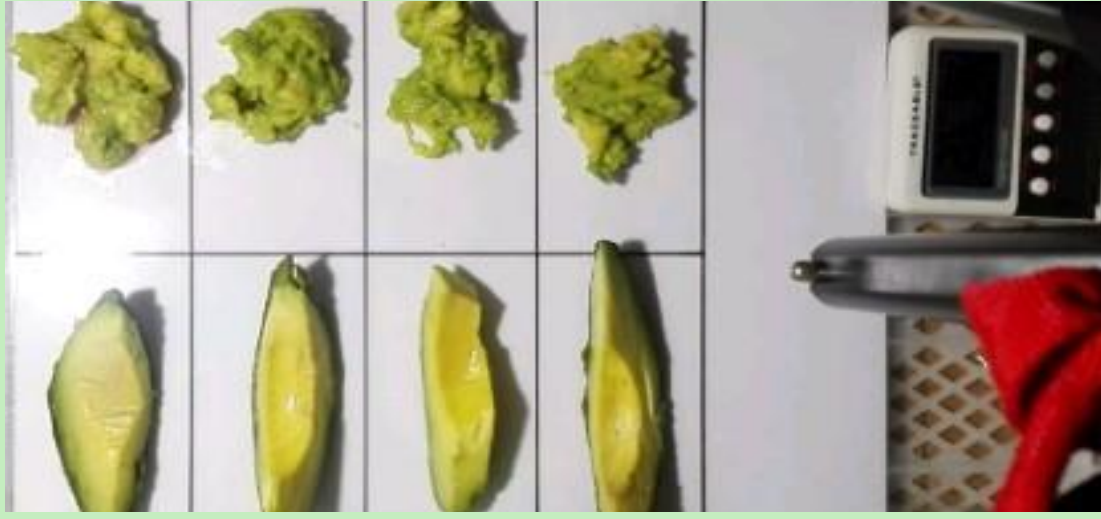


Imagen 6. Experimentación aguacate

- Una foto cada 5 minutos durante 7 horas
  - N=3
  - 21°C
  - Humedad relativa 54
- Materiales**
- Cámara (teléfono celular)
  - Tripie
  - Plátanos
  - Aguacate
  - Base
  - Limón
  - Jugo de arándano
  - Vinagre blanco

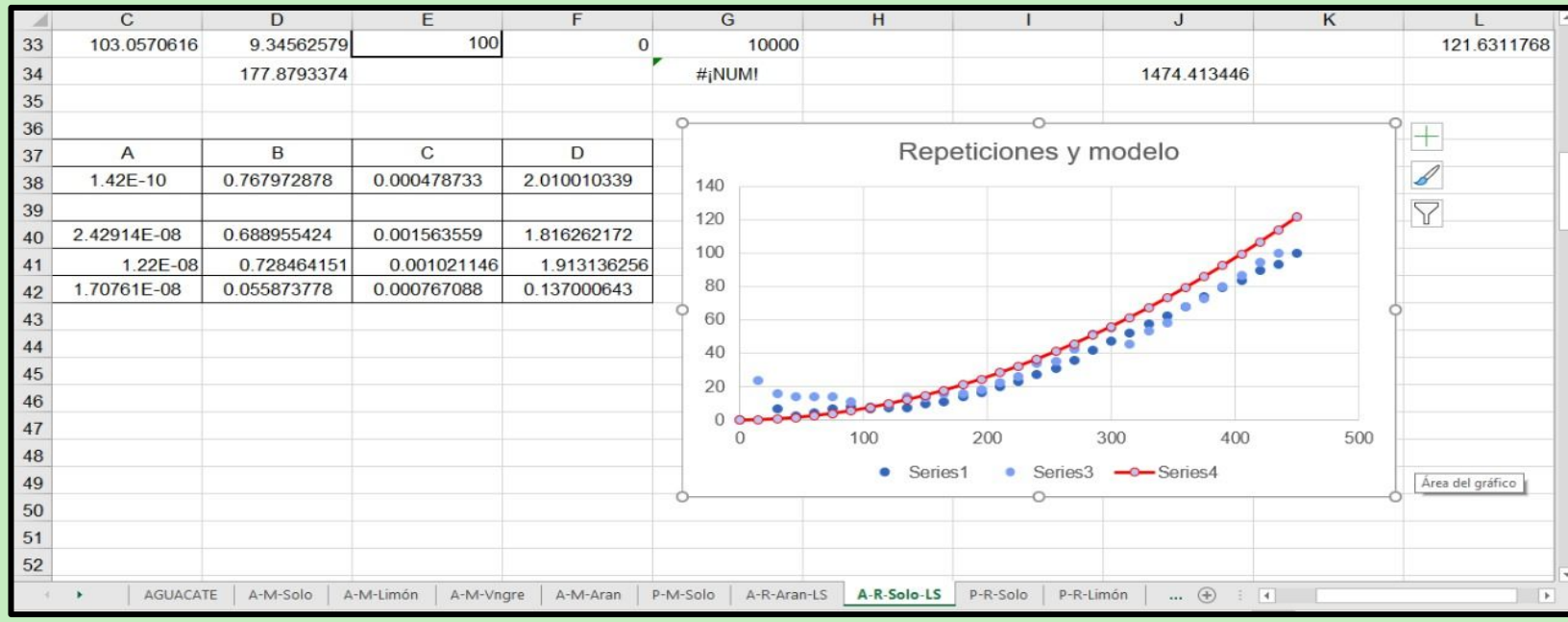
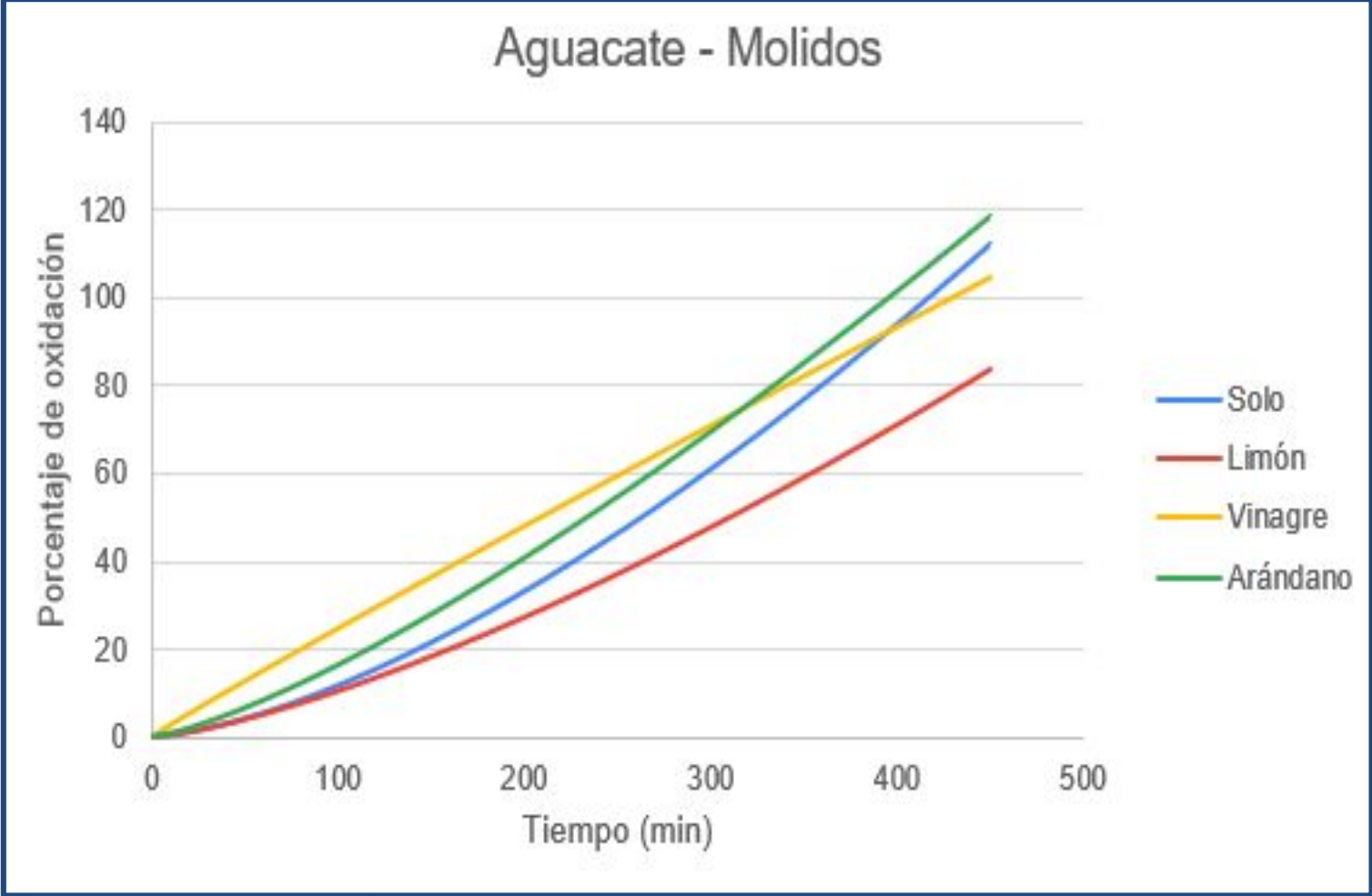


Imagen 7. Análisis de los datos

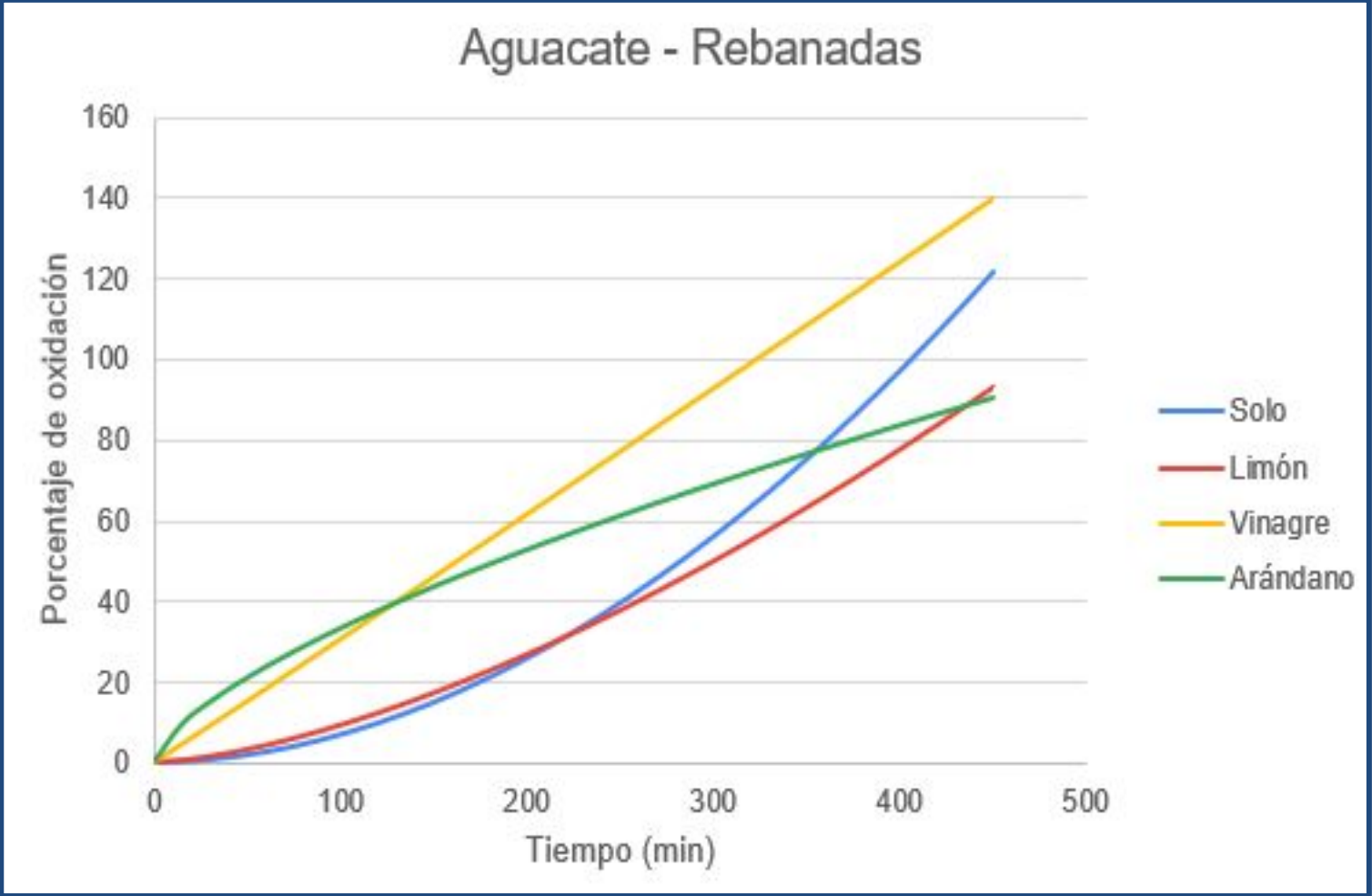
## Resultados



Gráfica 1. Aguacate molido

Experimento	n	A	B	C	D
Solo	2	0.00569 ± 0.002	1.5049 ± 0.051	0.00569 ± 0.002	1.5049 ± 0.051
Limón	2	0.00890 ± 4.69E-03	1.3847 ± 0.107	0.00890 ± 4.69E-03	1.3847 ± 0.107
Vinagre	2	0.14690 ± 0.042	0.96124 ± 8.68E-03	0.14690 ± 0.042	0.96124 ± 8.68E-03
Jugo de arándano	2	0.01895 ± 0.021	1.3171 ± 0.171	0.01895 ± 0.021	0.17093 ± 1.32

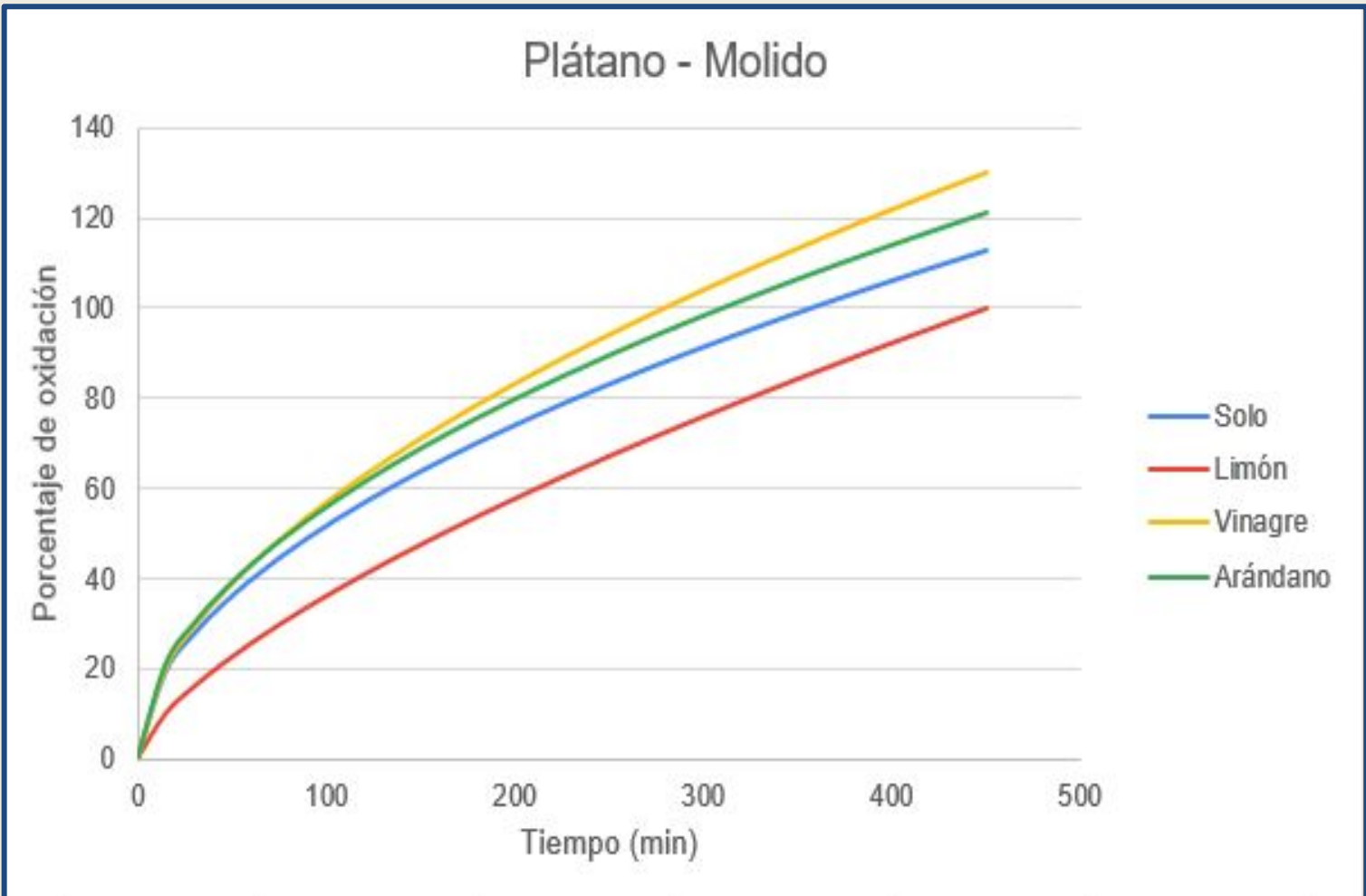
Tabla 1. Datos aguacate molido



Gráfica 2. Aguacate rebanado

Experimento	n	A	B	C	D
Solo	2	1.2216E-08 ± 1.71E-08	0.72846 ± 0.056	0.00102 ± 7.67E-04	1.9131 ± 0.137
Limón	2	0.00680 ± 7.30E-03	1.5314 ± 0.140	1.0459 ± 8.39E-04	1.5644 ± 0.093
Vinagre	2	0.03244 ± 0.046	0.82930 ± 0.160	0.26419 ± 0.117	1.0203 ± 0.110
Jugo de arándano	1	1.036282777	0.670619748	0.520413196	0.652598371

Tabla 2. Datos aguacate rebanado



Gráfica 3. Plátano molido

Experimento	n	A	B	C	D
Solo	2	2.3507 ± 0.494	0.51977 ± 0.038	2.3507 ± 0.494	0.51977 ± 0.038
Limón	4	0.79533 ± 0.341	0.67812 ± 0.069	0.79533 ± 0.341	0.67812 ± 0.069
Vinagre	2	2.2392 ± 0.398	0.55148 ± 0.031	2.2392 ± 0.398	0.55148 ± 0.031
Jugo de arándano	4	2.5947 ± 1.07	0.51538 ± 0.048	2.5947 ± 1.07	0.51538 ± 0.048

Tabla 3. Datos plátano molido

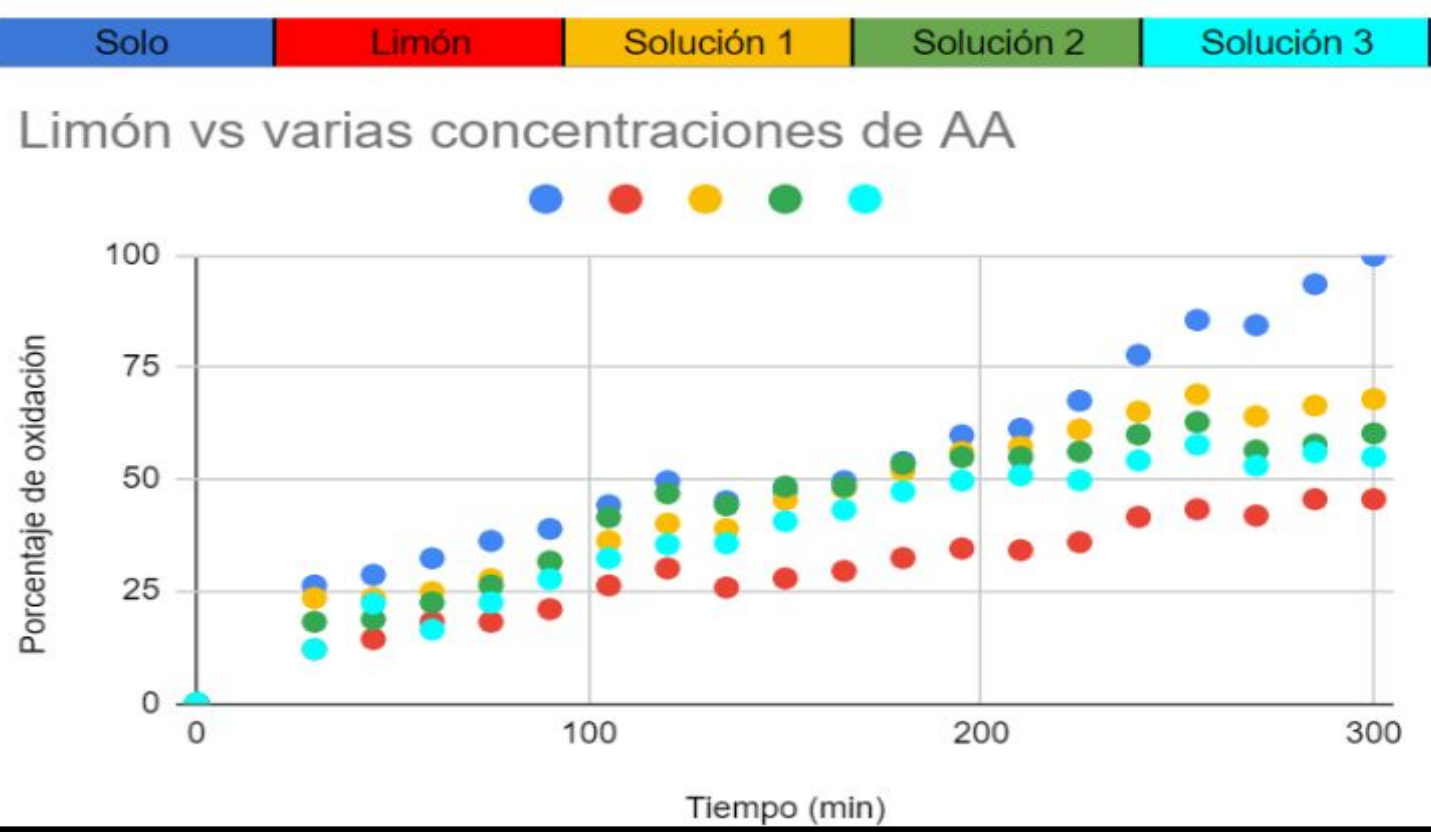


Gráfica 4. Plátano rebanado

Experimento	A	B	C	D
Solo	1.30225 ± 0.877	0.68495 ± 0.041	0.34126 ± 0.042	0.71355 ± 0.45E-04
Limón	0.94732 ± 0.614	0.58295 ± 0.141	0.55054 ± 0.470	0.59726 ± 0.152
Vinagre	1.85859 ± 1.078	0.64510 ± 0.134	1.15041 ± 1.449	0.65436 ± 0.138
Jugo de arándano	1.46174 ± 0.893	0.59189 ± 0.099	1.46174 ± 0.892	0.59189 ± 0.099

Tabla 4. Datos plátano rebanado

## Prueba del ácido ascórbico como inhibidor vs limón



Gráfica 5. Prueba de ácido ascórbico

Limón = 0.0053 M pH= 2-3

Solución 1 = 0.0420 M  
Solución 2 = 0.0841 M  
Solución 3 = 0.1261 M } pH= 4

Aguacate - Rebanadas  
n=1

## Conclusión