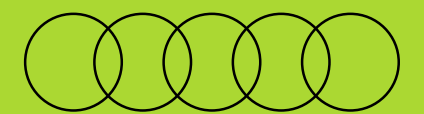
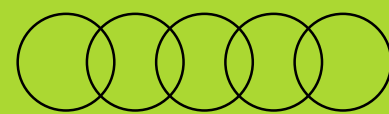




**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

13/03/2024

**“Evaluación del efecto de dos bioabonos de Tilapia (*Oreochromis niloticus*) sobre el crecimiento y rendimiento de dos variedades de lechuga (*Lactuca sativa*) bajo un sistema acuapónico”**



**Autora:**

**Nathaly Torres Rojas**

**Tutor:**

**Ing. Patricio Vaca**

# INTRODUCCIÓN



Esta investigación buscó evaluar dos bioabonos de tilapia (*Oreochromis niloticus*), con el fin de medir el valor nutritivo a través del efecto producido en el crecimiento y rendimiento de dos variedades de lechuga (*Lactuca sativa*) Jade y Batavia.

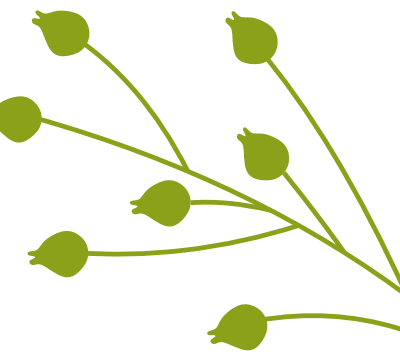
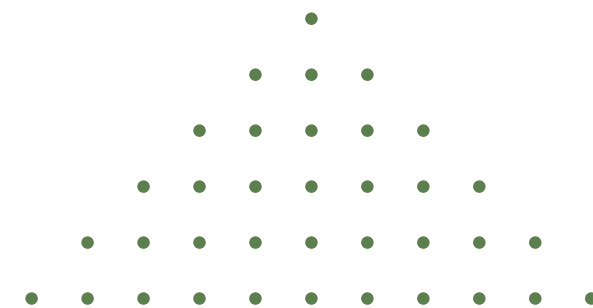
La investigación contempló la implementación de un sistema acuapónico, y las variables de medición fueron: altura de la parte aérea (Ap), longitud de raíz (Lr) y porcentaje de materia seca (% MS).

Se encontrarán diferencias significativas en los tratamientos siendo más representativos los efectos producidos por el bioabono de la tilapia negra en la variedad de lechuga Jade.



# OBJETIVO

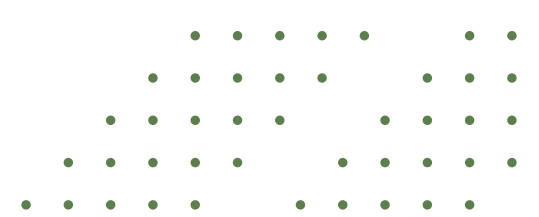
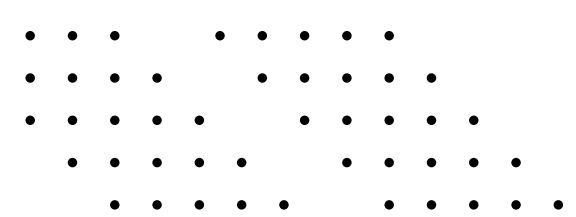
**Evaluar el efecto de dos bioabonos de tilapia (*Oreochromis niloticus*) sobre el crecimiento y rendimiento de dos variedades de lechuga (*Lactuca sativa*) bajo un sistema acuapónico.**



# HIPÓTESIS



**El uso de bioabonos de tilapia en un sistema acuapónico genera cambios en el crecimiento y rendimiento de la lechuga, siendo el tipo de bioabono el que genera estos cambios.**



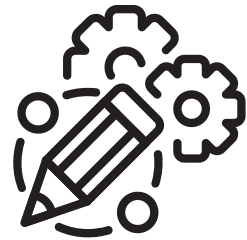
# El concepto de sistema acuapónico



# MATERIALES Y MÉTODOS



El estudio fue realizado en el Cantón La Concordia, desde noviembre 2023 a marzo 2024.



Se utilizó un diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA) con submuestras

TRATAMIENTO	TIPO DE BIOABONO	VARIEDAD DE LECHUGA	BLOQUES	UE
Tratamiento 1	Bioabono tilapia roja	Batavia	4	5
		Jade	4	5
Tratamiento 2	Bioabono tilapia negra	Batavia	4	5
		Jade	4	5

# MATERIALES Y MÉTODOS

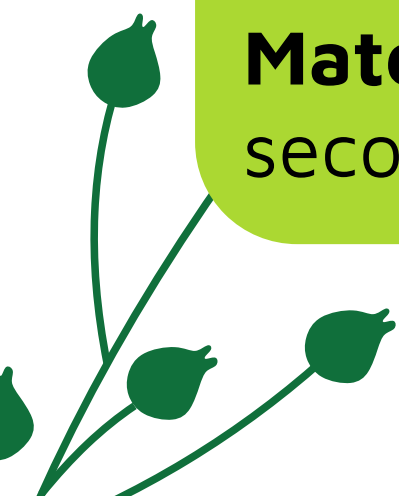
## Variables a medir

**Altura de la Planta (cm).** Se midió la altura de plantas ( $A_p$ ) de lechuga desde la base hasta el ápice.

**La longitud de la Raíz.** Se midió la longitud de las raíces ( $L_r$ ) de las plantas de lechuga

**Material verde.** Se pesó las hojas y las raíces frescas de cada una de las plantas

**Materia seca.** Se determinó porcentaje de la MS a partir del peso seco de las hojas y raíz de las plantas



# Diseño y planificación de la estructura general del sistema acuapónico

**Construcción del invernadero**

**Dimencionamiento del sistema acuopónico**

**Construcción del sistema acuopónico**





## PERIODO DE MEDICIÓN DE LAS PLANTAS



Los datos fueron tomados cada semana (7 días) ,  
evaluando la altura y longitud de raíz.

El porcentaje de materia seca se realizó justo a la cosecha, a  
los 35 días desde la siembra.



# ANÁLISIS DE DATOS

Para el análisis de los datos se organizó la información por bloques y submuestras

Se procesó los datos mediante el empleo del software estadístico INFOSTAT V.2017

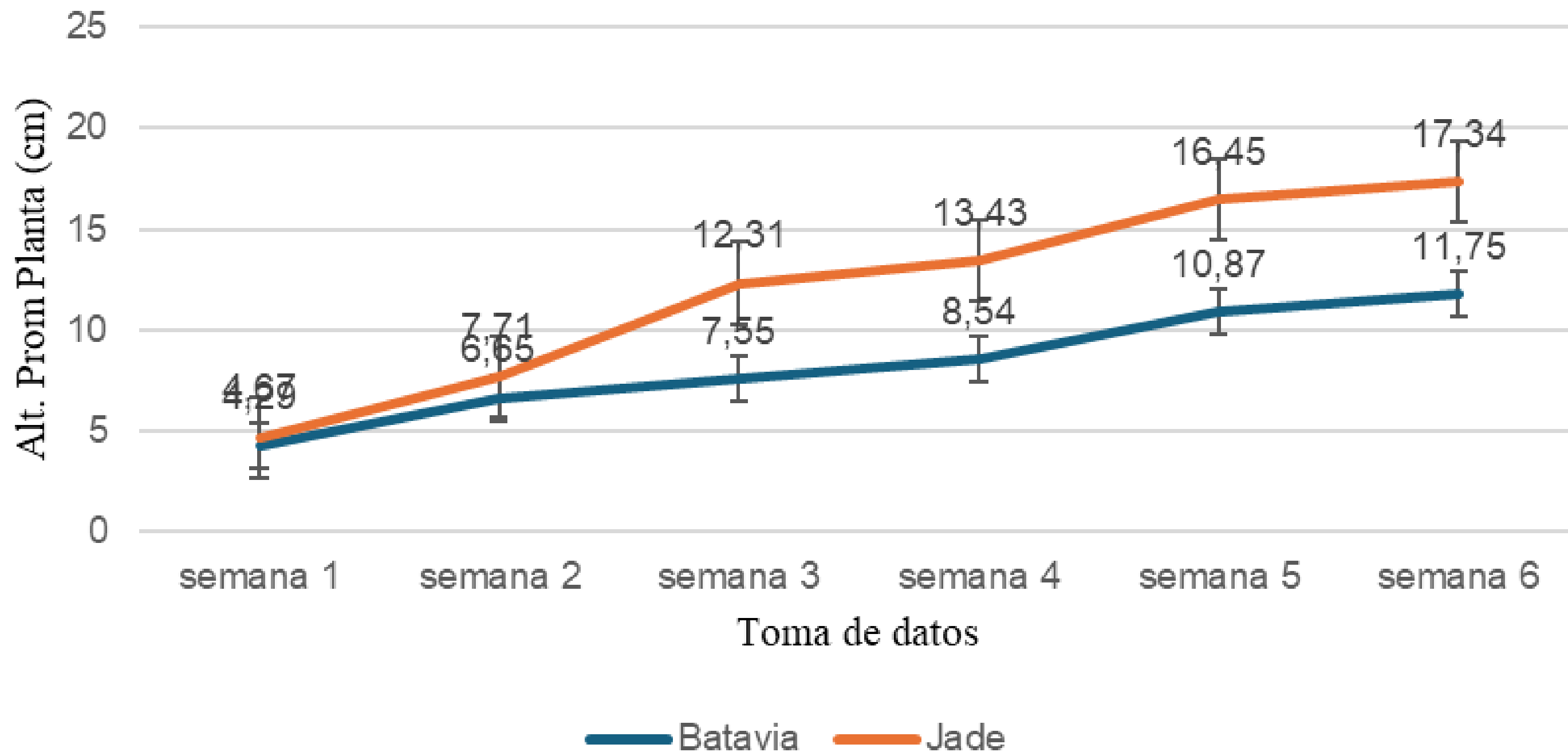
Se evaluaron las diferencias estadísticas significativas de las variables en estudio mediante el análisis de la varianza en el ANOVA.

Habiendo obtenido diferencias significativas se emplearon estadísticos de ajuste como la prueba de Tukey para evaluar las diferencias entre las medias de los tratamientos.

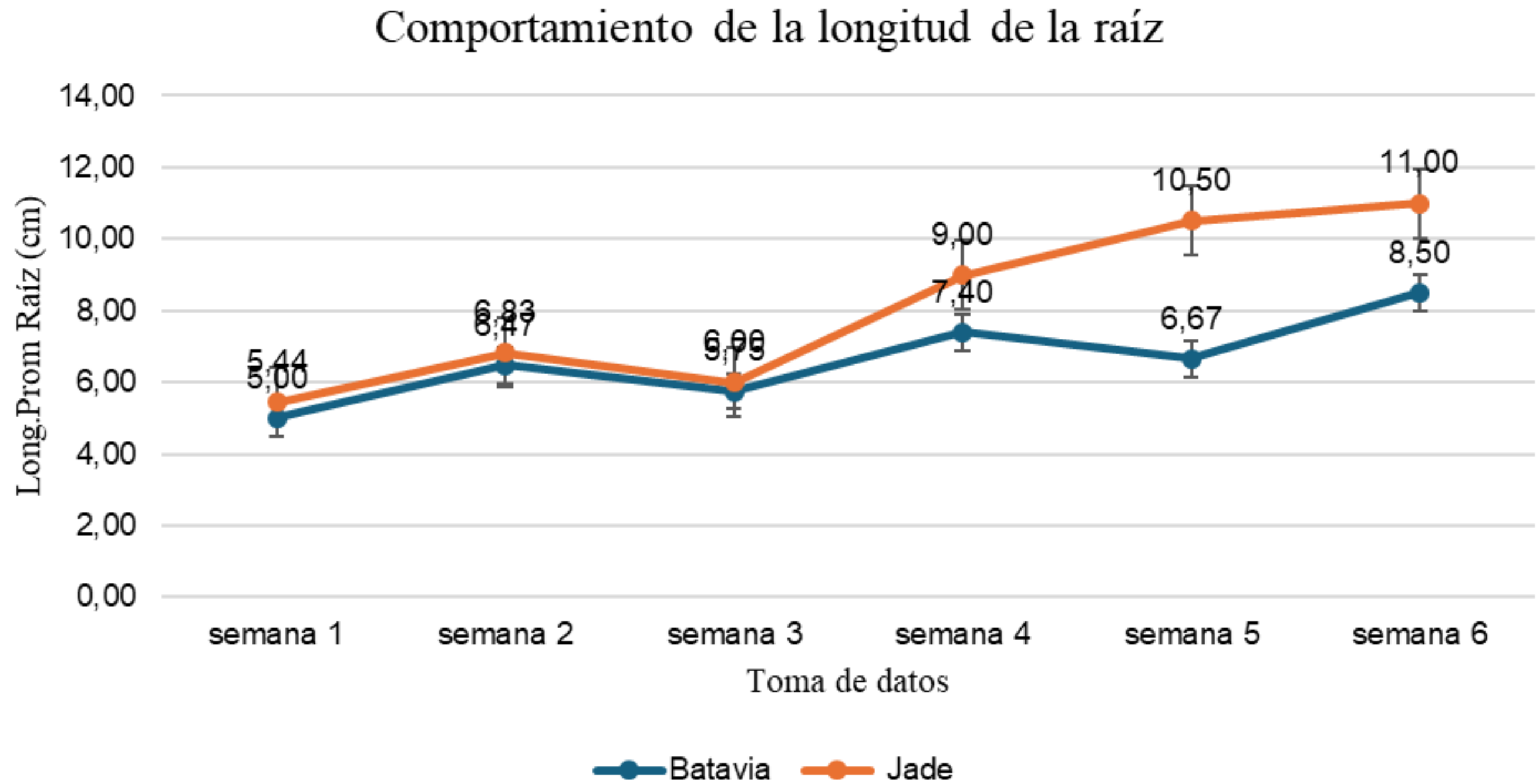


# ALTURA DE PLANTA

Comportamiento del crecimiento de la planta



# LONGITUD DE RAÍZ

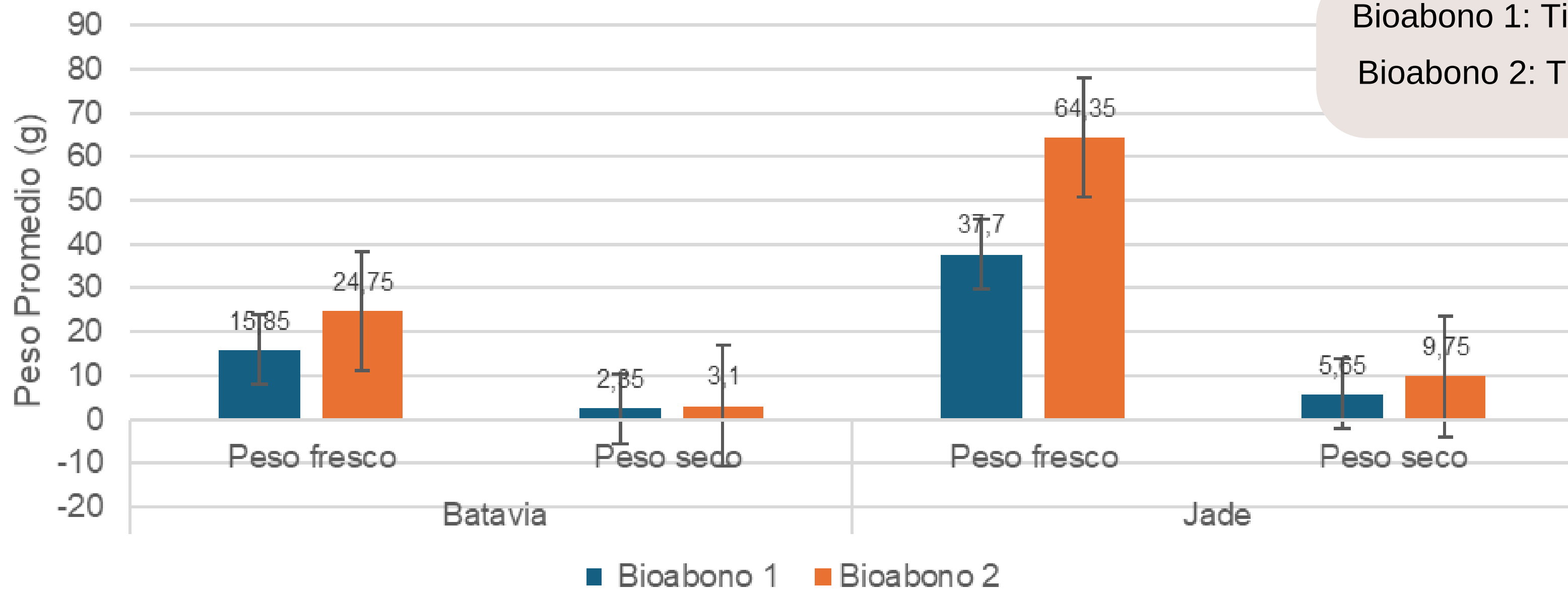


# ANOVA PESO PROMEDIO MS (HOJAS)

FV	gl	Variedad lechuga Batavia		Variedad Lechuga Jade	
		CM	p-Valor	CM	p-Valor
Bloque	3	3	0,8368	2,43	0,0206
Tratamiento	1	792,1	<0,0001	5,63	0,0059
Submuestra	4	14,85	0,2558	0,28	0,7881
Error	31	10,58		0,64	
Total	39				

# PESO PROMEDIO (HOJAS)

## Peso Promedio Material Vegetal (Hojas)



Bioabono 1: Tilapia roja  
Bioabono 2: Tilapia negra

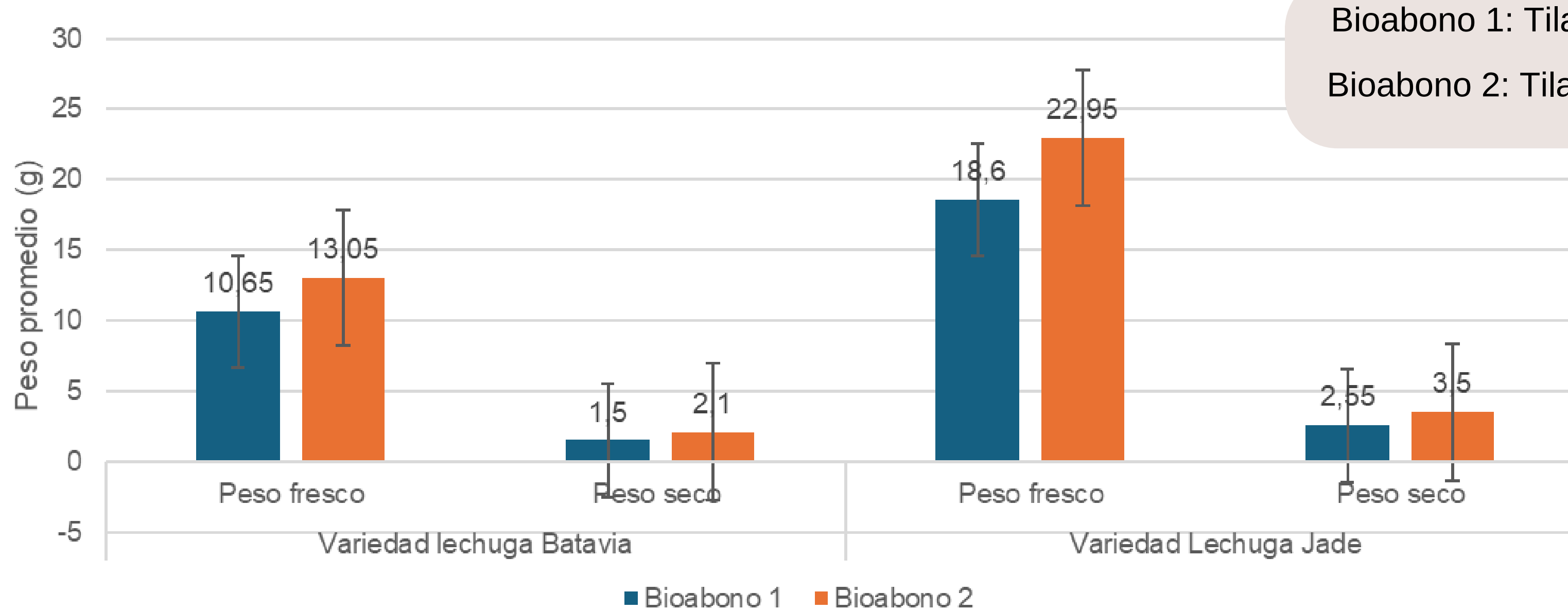
# ANOVA PESO PROMEDIO MS (RAÍZ)

Raíz	Variedad lechuga Batavia				Variedad Lechuga Jade	
	FV	gl	CM	p-Valor	CM	p-Valor
Bloque		3	1,77	0,4413	0,47	0,2776
Tratamiento		1	57,6	<0,0001	3,6	0,003
Submuestra		4	3,71	0,1288	0,16	0,7583
Error		31	1,19		0,35	
Total		39				



# PESO PROMEDIO (RAÍZ)

Peso promedio Material Vegetal (Raíz)



Bioabono 1: Tilapia roja  
Bioabono 2: Tilapia negra

# ANÁLISIS DE AGUA (Bioabono tilapia negra)

Parámetro	Unidad	Contenido	Interpretación
CE	dS/m	0,31	Normal(Sin Restricciones en el uso)
TSD	mg/l	196,00	Normal(Sin Restricciones en el uso)
Ca	mg/l	27,78	Normal(Sin Restricciones en el uso)
Mg	mg/l	7,01	Normal(Sin Restricciones en el uso)
Na	mg/l	17,64	Normal(Sin Restricciones en el uso)
K	mg/l	12,74	Puede Causar Restricción en el uso
CO <sub>3</sub>	mg/l	0,00	Normal(Sin Restricciones en el uso)
HCO <sub>3</sub>	mg/l	0,00	Normal(Sin Restricciones en el uso)
Cl	mg/l	0,00	Normal(Sin Restricciones en el uso)
SO <sub>4</sub>	mg/l	0,00	Normal(Sin Restricciones en el uso)
NO <sub>3</sub>	mg/l	0,00	Normal(Sin Restricciones en el uso)
Fe	mg/l	0,00	Normal(Sin Restricciones en el uso)
B	mg/l	0,00	Normal(Sin Restricciones en el uso)
pH		6,70	Normal (Sin Restricciones)
RAS	(meq/l) <sup>1/2</sup>	0,77	Normal(Sin Restricciones en el uso)
Dureza	mg/l	98	Moderadamente Dura

Calcio: 55,56 Kg/ha  
 Magnesio: 14,02 Kg/ha  
 Sodio: 35,28 Kg/ha  
 Potasio: 25,48 kg/ha

# ANÁLISIS DE AGUA (Bioabono tilapia roja)

Parámetro	Unidad	Contenido	Interpretación
CE	dS/m	0,24	Normal(Sin Restricciones en el uso)
TSD	mg/l	151,00	Normal(Sin Restricciones en el uso)
Ca	mg/l	20,20	Normal(Sin Restricciones en el uso)
Mg	mg/l	5,49	Normal(Sin Restricciones en el uso)
Na	mg/l	14,64	Normal(Sin Restricciones en el uso)
K	mg/l	13,08	Puede Causar Restricción en el uso
CO <sub>3</sub>	mg/l	0,00	Normal(Sin Restricciones en el uso)
HCO <sub>3</sub>	mg/l	0,00	Normal(Sin Restricciones en el uso)
Cl	mg/l	0,00	Normal(Sin Restricciones en el uso)
SO <sub>4</sub>	mg/l	0,00	Normal(Sin Restricciones en el uso)
NO <sub>3</sub>	mg/l	0,00	Normal(Sin Restricciones en el uso)
Fe	mg/l	0,00	Normal(Sin Restricciones en el uso)
B	mg/l	0,00	Normal(Sin Restricciones en el uso)
pH		6,70	Normal (Sin Restricciones)
RAS	(meq/l) <sup>1/2</sup>	0,74	Normal(Sin Restricciones en el uso)
Dureza	mg/l	73	Moderadamente Dura

Calcio: 40,40 Kg/ha  
 Magnesio: 10,98 Kg/ha  
 Sodio: 29,28 Kg/ha  
 Potasio: 26,16 kg/ha

# ANÁLISIS COSTO BENEFICIO PARA VARIEDAD JADE

Para el análisis del costo beneficio se consideró la inversión inicial, suplementos alimenticios, y costos adicionales (alevines, plántulas) para la puesta en marcha del proyecto

<b>Rubro</b>	<b>Valor total</b>
Inversion inicial	\$358,26
Costos adicionales	\$75,05
<b>Costo total</b>	<b>\$433,31</b>

## Costos estimados

1 m<sup>2</sup> = 32 plantas  
1 hectárea = 32.000  
planta  
Costo \$US/planta  
= 0,03

# Costo beneficio

Ingresos estimados

<b>BIOABONO</b>	<b>INGRESOS JADE</b>	<b>COSTOS Y GASTOS</b>	<b>RENTABILIDAD JADE</b>
Tilapia Negra	\$296	\$120	\$176

C/B=1,46

Estos resultados sugieren que la combinación más rentable es la variedad de lechuga Jade con el bioabono de Tilapia Negra. Considerando un sistema de rotación de 5 meses, tiene la rentabilidad más alta en comparación con las otras combinaciones.

# CONCLUSIÓN Y DISCUSIÓN

De acuerdo con los resultados del ANOVA, se observa una diferencia significativa en el peso promedio seco a la cosecha en la variedad Batavia para las hojas ( $p$ -valor=0,0001) y para las raíces ( $p$ -valor= 0,0001) y en la variedad Jade para las hojas ( $p$ -valor=0,0059) y para las raíces ( $p$ -valor=0,003)

Al analizar los valores promedio de altura, se observa que el tratamiento con bioabono de tilapia Negra resultó con alturas más altas para la variedad Batavia ( $A_p=11,75$  cm) y para la Jade ( $A_p=17,34$  cm) en comparación con el tratamiento con tilapia Roja

Los resultados de la prueba de Tukey son consistentes con los hallazgos de Somerville *et al.*, (2022), donde se encontrarán diferencias significativas en la altura de las plantas de lechuga entre diferentes variedades y períodos de crecimiento.

El análisis de costo beneficio para la combinación del tratamiento 2 (Tilapia negra) con la variedad de lechuga Jade, representó un  $C/B=1,46$  lo que indica que el sistema es rentable pudiendo generar mayores ingresos a la economía familiar.



GRACIAS

