



FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y  
AMBIENTALES  
INGENIERÍA AGROPECUARIA



**TEMA:** “EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO Y CALIDAD NUTRICIONAL DEL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum*), Var. SUPER CHOLA, BAJO APLICACIONES DE BIOL MEJORADO, COMUNIDAD SAN LUIS DE AGUALONGO, PARROQUIA SAN JUAN DE ILUMÁN, CANTÓN OTAVALO”.

**Autor:** Araque Luis

**Director:** Ing. Miguel Gómez, MSc.

**Asesores:**

Dra. Julia Prado

Ing. Marcelo Albuja, MSc.

Ing. Doris Chalampunte, MSc.



IBARRA – ECUADOR

2019

Contactos:

E-mail: [luisaraque-77@Hotmail.com](mailto:luisaraque-77@Hotmail.com)

Teléfono: 0939761452

**UTN**  
IBARRA - ECUADOR

**Vive,  
sueña,  
construye**

# ANTECEDENTES



En el mundo, representa el cuarto alimento básico después del arroz, trigo y el maíz, ya que contiene un alto contenido nutricional, disminuye el hambre, contribuye a la seguridad alimentaria, además de generar empleo directa o indirectamente

En el Ecuador, ocupa el séptimo cultivo de mayor importancia, con un consumo per cápita es de 22 kg/año. La provincia con mayor producción es Carchi representando un promedio de 35% de la producción nacional.



La fertilización, una de las actividades nacionales agrícolas mas utilizadas en la producción, causando contaminación ambiental, uso de recursos no renovables y disminuyendo la fertilidad de suelos.

# PROBLEMA



Su producción esta ligada al uso de descomunal de fertilizantes químicos



Contaminación ambiental, disminución de poblaciones microbianas del suelo, flora y fauna, provoca toxicidad al suelo. Generando limitaciones en la nutrición de las plantas y afectando las funciones fisiológicas.



Estudios realizados demuestran que mas del 50% de nitrógeno es aplicado en la siembra o Retape, haciendo el usos excesivo e inmediato de fertilizantes químicos



El desconocimiento y los beneficios del biol como fertilizante y estimulante en plantas.

**OBJETIVO GENERAL:** Evaluar el rendimiento y calidad nutricional del cultivo de papa (*Solanum tuberosum L.*), variedad superchola, bajo aplicaciones de biol mejorado

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1.- evaluar el efecto del biol en la calidad de la producción de la papa
- 2.- Determinar el contenido nutricional de los tubérculos de papa bajo los tratamientos en estudio.
- 3.- Analizar la relación beneficio/costo de los tratamientos en estudio.

### **Ho:**

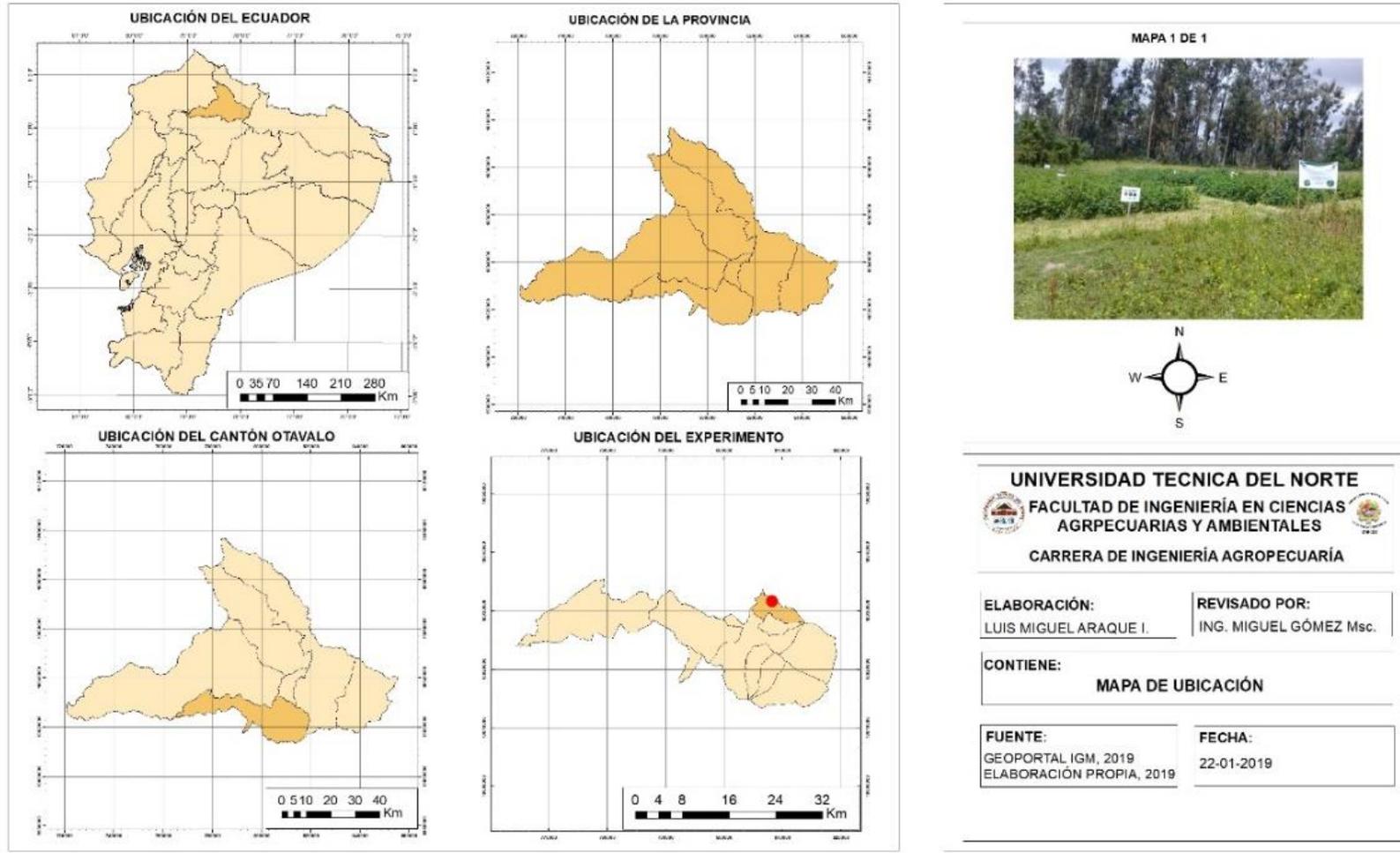
La aplicación de biol con lodos lácteos no influye en el rendimiento y la calidad nutricional de los tubérculos.

### **Ha:**

La aplicación de biol con lodos lácteos influye en el rendimiento y la calidad nutricional de los tubérculos.

# CARACTERIZACIÓN DE ÁREA DE ESTUDIO

“EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO Y CALIDAD NUTRICIONAL DEL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum*), Var. *SUPER CHOLA*, BAJO APLICACIONES DE BIOL MEJORADO, COMUNIDAD SAN LUIS DE AGUALONGO, PARROQUIA SAN JUAN DE ILUMÁN, CANTÓN OTAVALO”.



## Ubicación geográfica

Provincia: Imbabura

Cantón: Otavalo

Comunidad: San Luis  
de Agualongo

Altitud: 2400 msnm

## Características Climáticas

Temperatura: 10°C a 14°C

Precipitación: 750 a 1250 mm

# MATERIALES, EQUIPOS E INSUMOS

## Material experimental



## Insumos



## Materiales



## Materiales de oficina



# Análisis estadístico

Tabla 6. *Análisis de varianza (ADEVA) de un Diseño de Bloques Completamente al Azar.*

Fuentes de variación		Grados de libertad
Bloques	$(r - 1)$	2
Tratamientos	$(t - 1)$	2
E. experimental	$(t - 1)(r - 1)$	4
Total	$(t \times r) - 1$	8



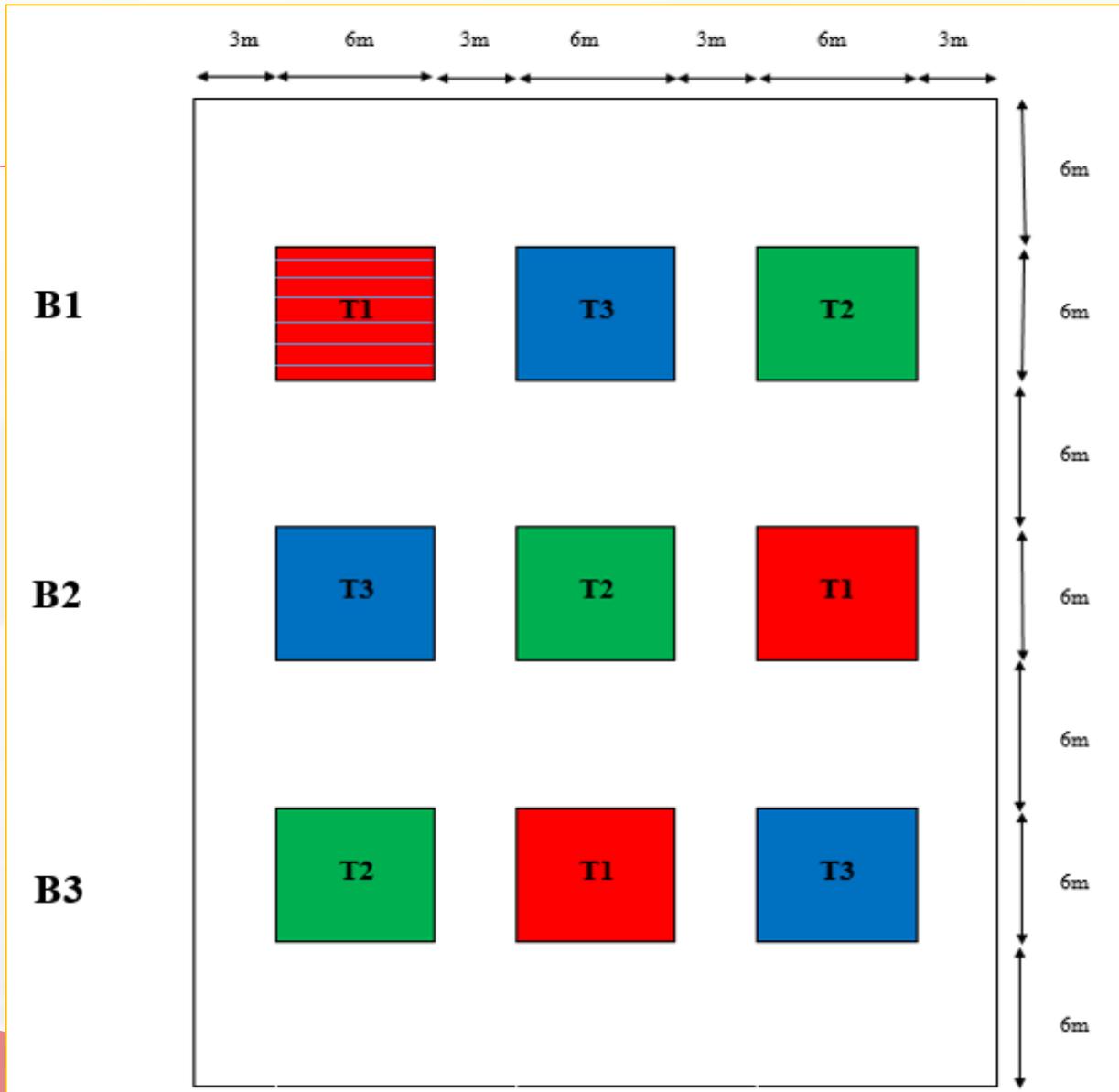
# Tratamientos en estudio

Tabla 5. *Descripción de los tratamientos en estudio*

Tratamientos	Descripción
T1	Biol estándar + compost -150 kg N ha <sup>-1</sup> (foliar y drench)
T2	Biol mejorado con lodos lácteos + compost -150 kg N ha <sup>-1</sup> (foliar y drench)
T3 (Testigo)	Fertilización química -150 kg N ha <sup>-1</sup>



# DISEÑO DE LA UNIDAD EXPERIMENTAL



Diseño de bloques completos al azar (DBCA)

## Área experimental

- Bloques: 3
- Tratamientos: 3
- Total, de Unidades Experimentales: 9
- Largo: 6m
- Ancho: 6m
- Área total:  $36\text{m}^2$  (6m x 6m)
- Área total del ensayo: 1 260 $\text{m}^2$

## Característica de la Unidad Experimental:

- Área total de la unidad experimental:  $36\text{m}^2$  (6 m x 6 m)
- Número de plantas por unidad experimental: 90
- Densidad de siembra: 1m entre surco x 0.40 entre planta

# Variables en estudio

Variables

Rendimiento

Categorización  
de tubérculos

Peso de materia  
fresca y seca de  
tubérculos

% de  
emergencia

Análisis bromatológico  
de tubérculos

Beneficio-costo



# Variables

Rendimiento kg/ha



Categorización de tubérculos



# Variables

## Peso de materia fresca y seca de tubérculos



A



B



C



D

# Variables

**% de emergencia**



**análisis bromatológico  
de tubérculos**



**Relación  
beneficio/costo**



# MANEJO ESPECIFICO DEL ENSAYO.

## ELABORACIÓN DEL BIOL

103 L de agua



1.25 L de melaza



50 kg L de estiércol



2 L de leche



4 kg de ceniza



Almacenamiento



Filtración de biol



Fermentación



34 L de lodo láctico



# DELIMITACIÓN DE PARCELAS



# LABORES CULTURALES

Siembra



Rascadillo



Fertilización



Aporque



Control fitosanitario



Cosecha



**Vive,  
sueña,  
construye**

# RESULTADOS Y DISCUSIÓN



# RENDIMIENTO kg/ha

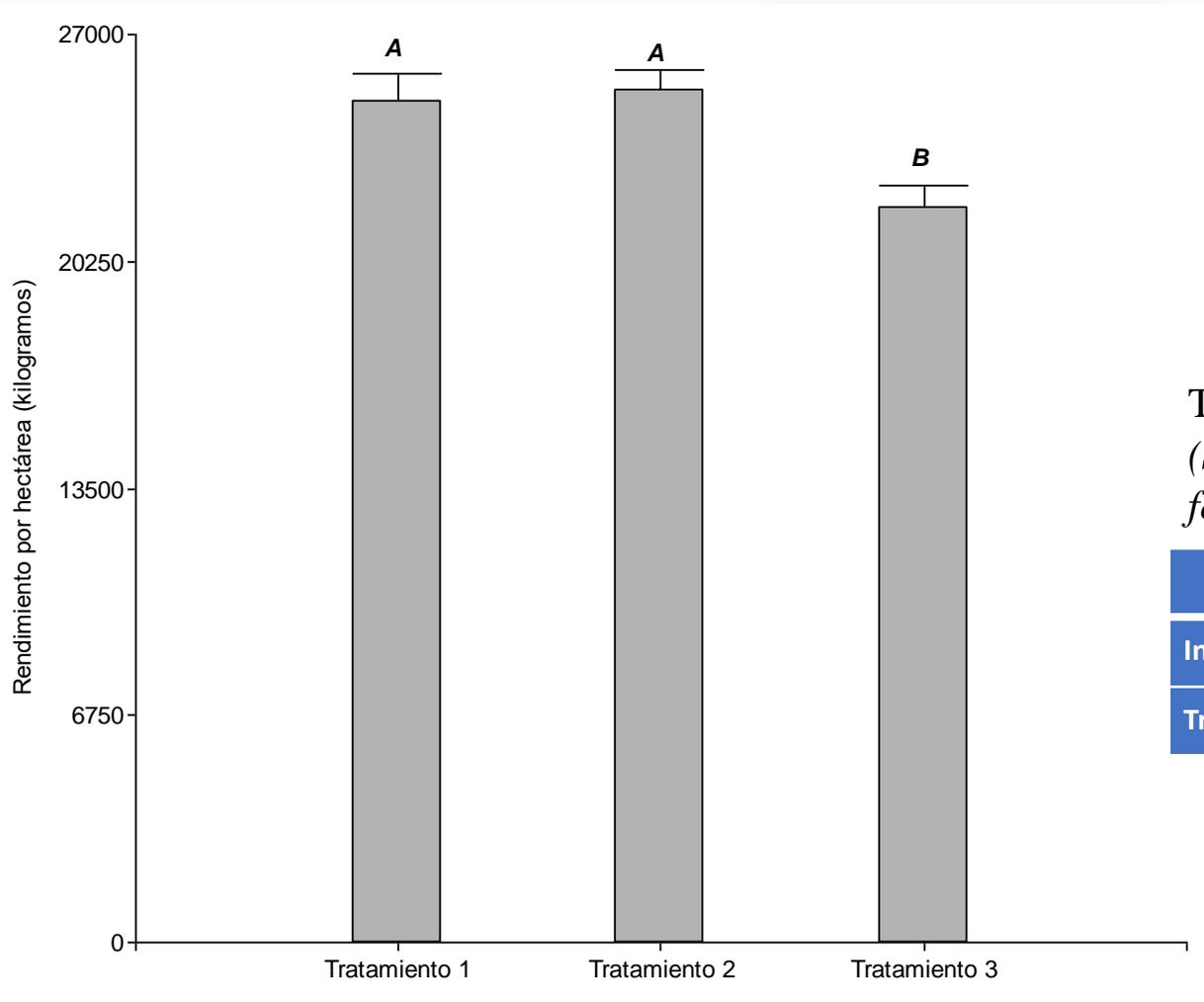


Figura 22. Rendimiento en kg por hectárea del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) var. Superchola cultivada bajo tres fuentes de fertilización.

Tabla 8. ADEVA para la variable rendimiento en cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) var. Superchola cultivada bajo tres fuentes de fertilización.

F.V.	GL	GL e	Valor-F	Valor-P
Intercept	1	4	1620.57	<0.0001
Tratamiento	2	4	20.37	<0.0080

# CATEGORIZACIÓN DE TUBÉRCULOS

## NÚMERO DE TUBÉRCULOS POR CATEGORÍA POR PLANTA

Tabla 9. ADEVA para la variable Número de tubérculos por categoría por planta en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) var. Superchola bajo tres fuentes de fertilización.

F.V.	GL	GL e	Valor-F	Valor-P
Tratamiento	2	21	3.59	0.1025
Categoría	3	21	35.69	<0.0001
Tratamiento*Categoría	6	21	13.38	<0.0001

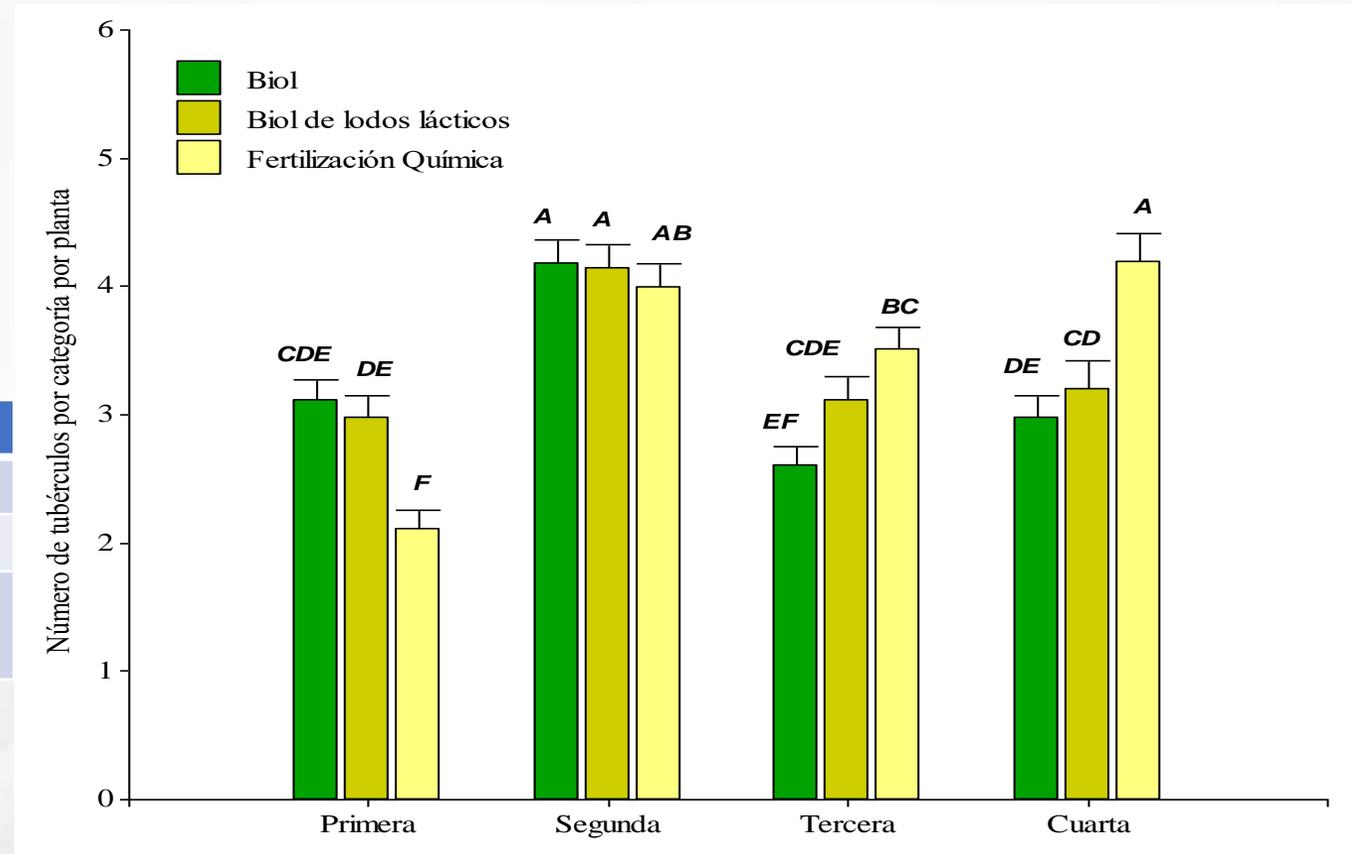


Figura 23. Número de tubérculos por categoría por planta en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) var. Superchola bajo tres fuentes de fertilización.

# CATEGORIZACIÓN DE TUBÉRCULOS

## PESO DE TUBÉRCULOS POR CATEGORÍA POR PLANTA

Tabla 10. ADEVA para la variable *Peso de tubérculos por categoría por planta en el cultivo de papa (Solanum tuberosum) var. Superchola bajo tres fuentes de fertilización.*

F.V.	GL	GL e	Valor-F	Valor-P
Tratamiento	2	21	23.12	<0.0001
Categoría	3	21	172.38	<0.0001
Tratamiento*Categoría	6	21	8.74	<0.0001

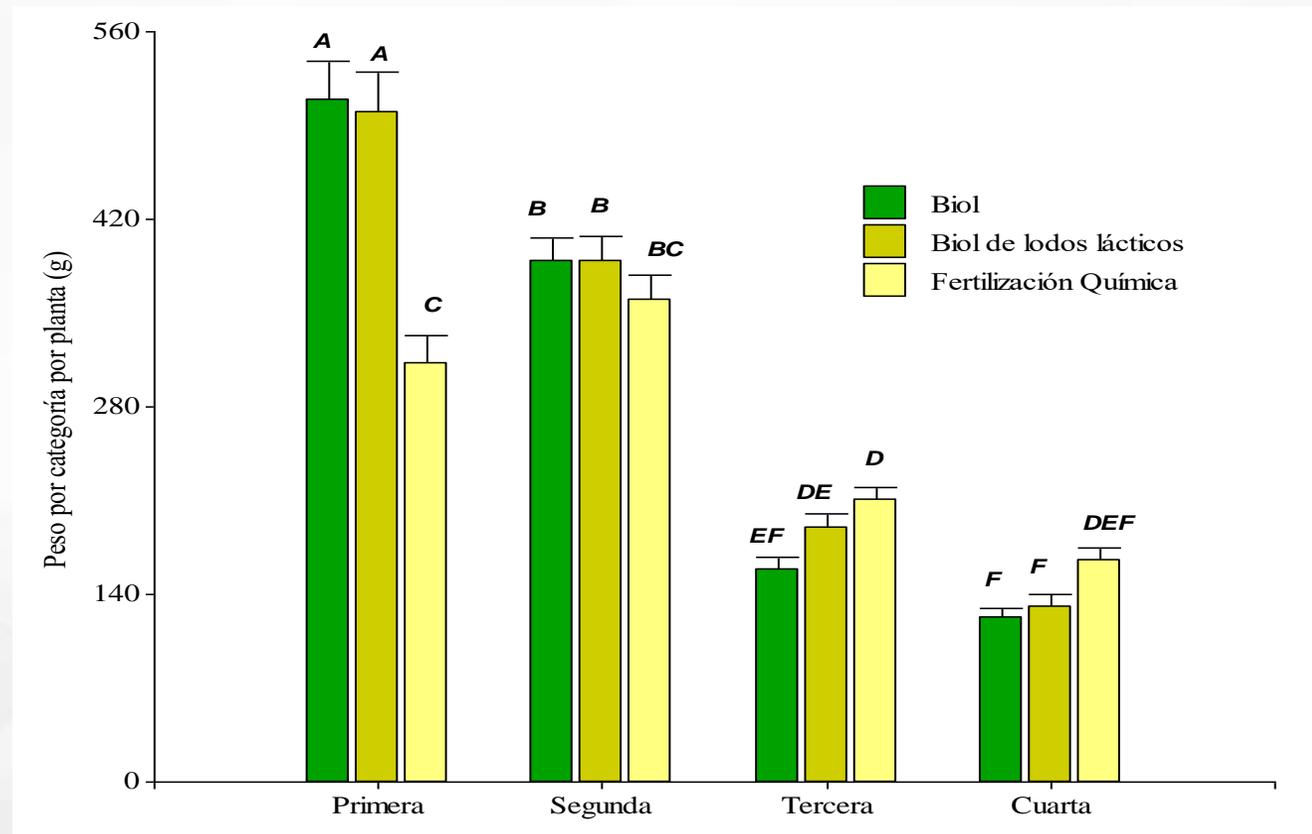


Figura 24. Peso de tubérculos por categoría por planta en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) var. Superchola bajo tres fuentes de fertilización.

# PESO DE MATERIA FRESCA Y SECA DE TUBÉRCULOS

Tabla 11. ADEVA para la variable *Peso de materia fresca y seca de tubérculos en el cultivo de papa (Solanum tuberosum) var. Superchola bajo tres fuentes de fertilización.*

F.V.	GL	GL e	Valor-F	Valor-P
P.F.T	2	40	1.63	<0.2081
P.S.T	2	40	4.58	<0.0161

Nota: P.F.T.= Peso Fresco de tubérculos; P.S.T.= Peso Seco de tubérculos.

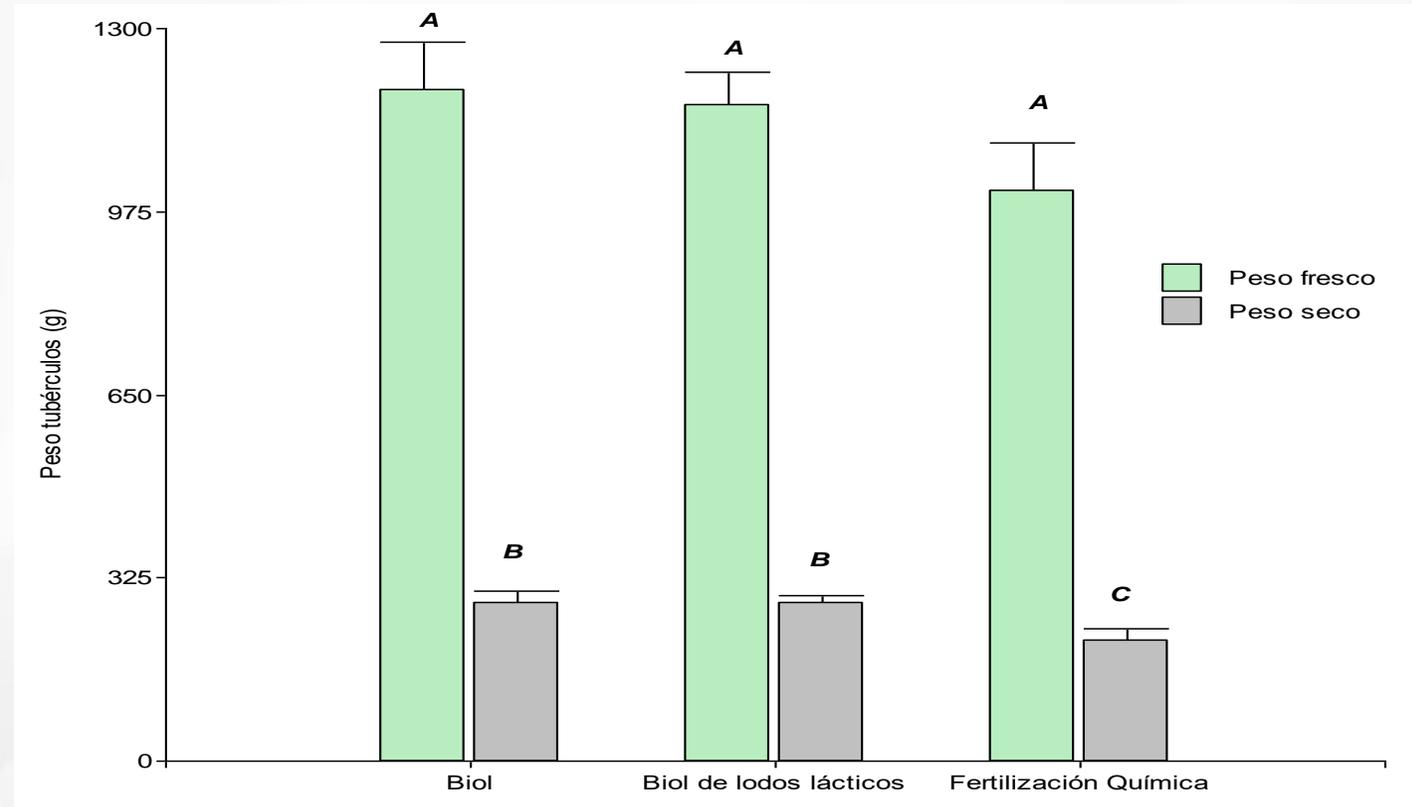


Figura 25. Peso de materia seca de tubérculos en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) var. Superchola bajo tres fuentes de fertilización.

# PORCENTAJE DE EMERGENCIA

Tabla 12. ADEVA para la variable Porcentaje de Emergencia en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) var. Superchola bajo tres fuentes de fertilización.

F.V.	GL	GL e	Valor-F	Valor-P
Días	4	163	153.82	<0.0001
Tratamiento	2	163	28.10	<0.0001
Días*Tratamiento	8	163	5.83	<0.0001

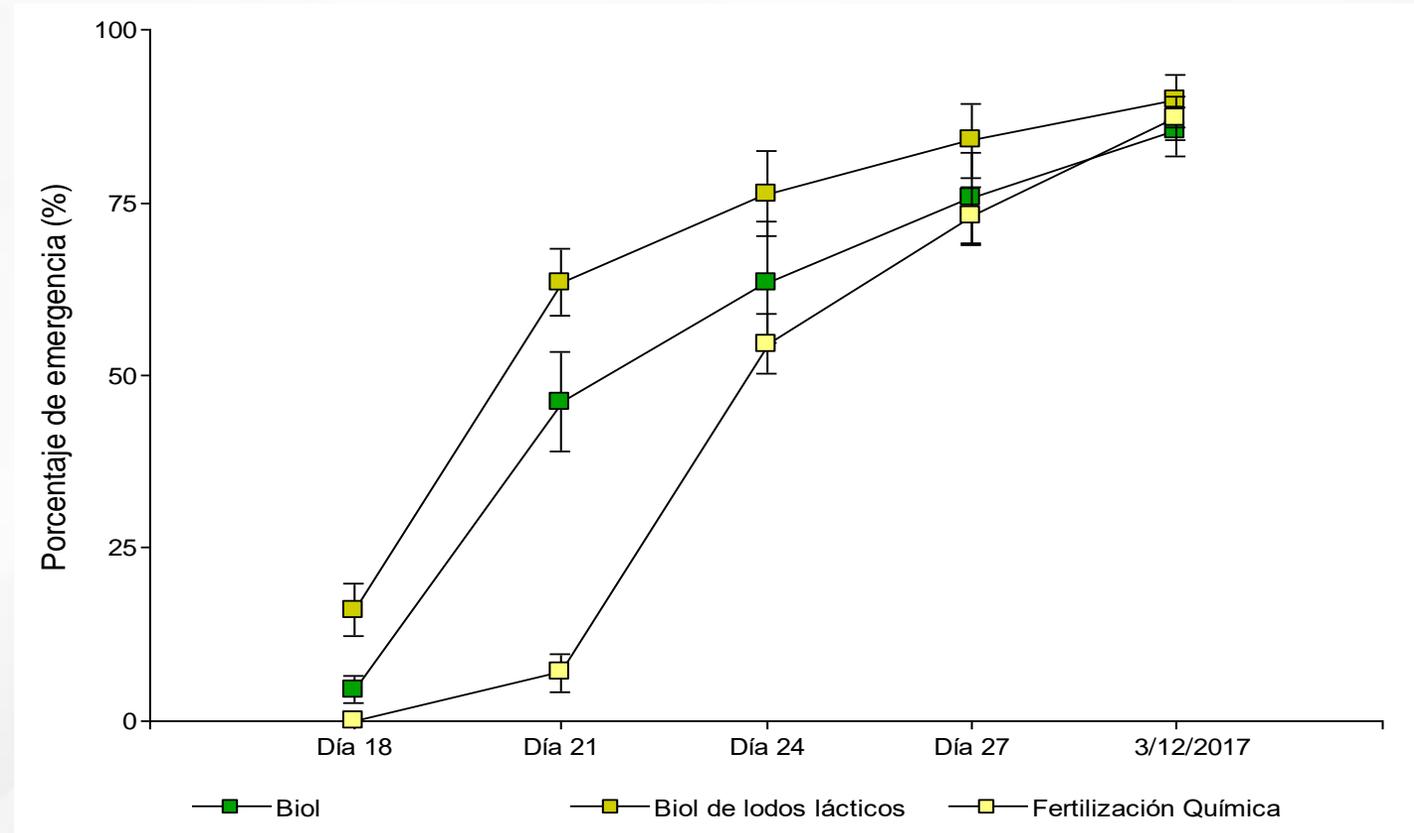


Figura 26. Porcentaje de Emergencia en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) var. Superchola bajo tres fuentes de fertilización.

# ANÁLISIS BROMATOLÓGICO

Tabla 13. Valores P resultantes de los ADEVAS de las variables obtenidas por análisis bromatológico de tubérculos en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) var. Superchola bajo tres fuentes de fertilización.

Tratamientos	T1	T2	T3	Valor-P
* Humedad (%)	74.20 B	75.15 AB	76.69 A	<0.0398 s
° Proteína (%)	8.18 B	9.97 B	12.85 A	<0.0203 s
* Carotenoides (µg β-caroteno/g)	4.78 A	5.76 A	5.38 A	0.6415 ns
* Polifenoles (mg/100 g)	6.49 C	7.87 B	9.77 A	<0.0012 s
° Ca (%)	0.04 A	0.03 A	0.03 A	0.1451 ns
° P (%)	0.27 A	0.27 A	0.27 A	0.9391 ns
° Mg (%)	0.10 A	0.11 A	0.11 A	0.4187 ns
° K (%)	2.05 A	2.13 A	2.13 A	0.0912 ns
° Na (%)	0.01 A	0.01 A	0.01 A	0.6400 ns
° Cu (ppm)	1.67 A	2.00 A	2.33 A	0.3265 ns
° Fe (ppm)	40.33 A	41.67 A	43.00 A	0.8916 ns
° Mn (ppm)	4.33 B	5.00 AB	6.00 A	<0.0434 s
° Zn (ppm)	12.00 A	14.33 A	15.00 A	0.1177 ns

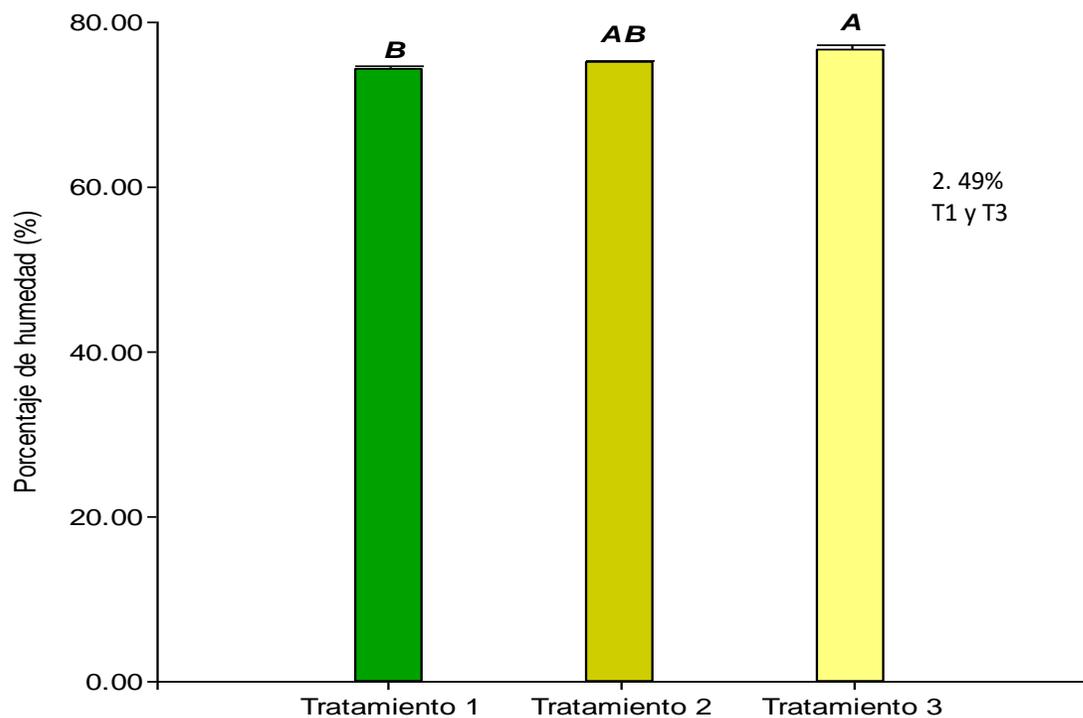
Nota: ns = no significativo; s = significativo; \* Concentración en peso fresco; ° Concentración en peso seco.

# ANÁLISIS BROMATOLÓGICO

## PORCENTAJE DE HUMEDAD

Tabla 14. ADEVA para el Porcentaje de humedad en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) var. Superchola bajo tres fuentes de fertilización.

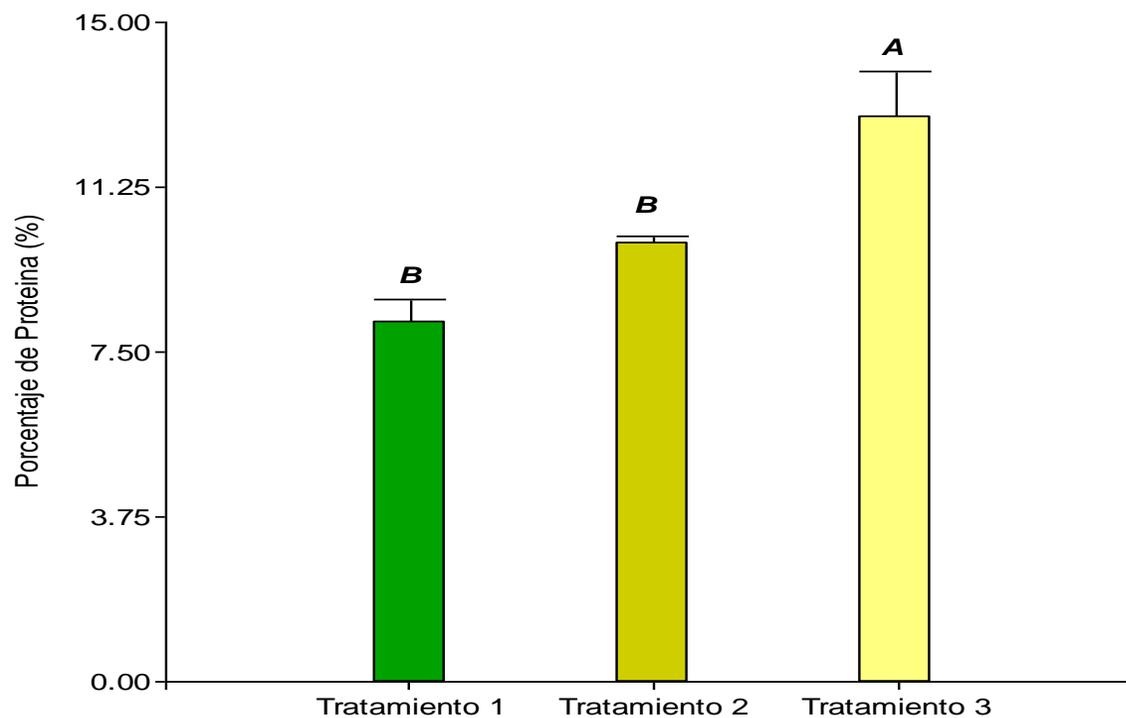
F.V.	GL	GL e	Valor-F	Valor-P
Intercept	1	4	86288.83	<0.0001
Tratamiento	2	4	8.02	<0.0398



## PORCENTAJE DE PROTEÍNA

Tabla 15. ADEVA para el Porcentaje de proteína de tubérculos en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) var. Superchola bajo tres fuentes de fertilización.

F.V.	GL	GL e	Valor-F	Valor-P
Intercept	1	4	695.05	<0.0001
Tratamiento	2	4	12.04	<0.0203

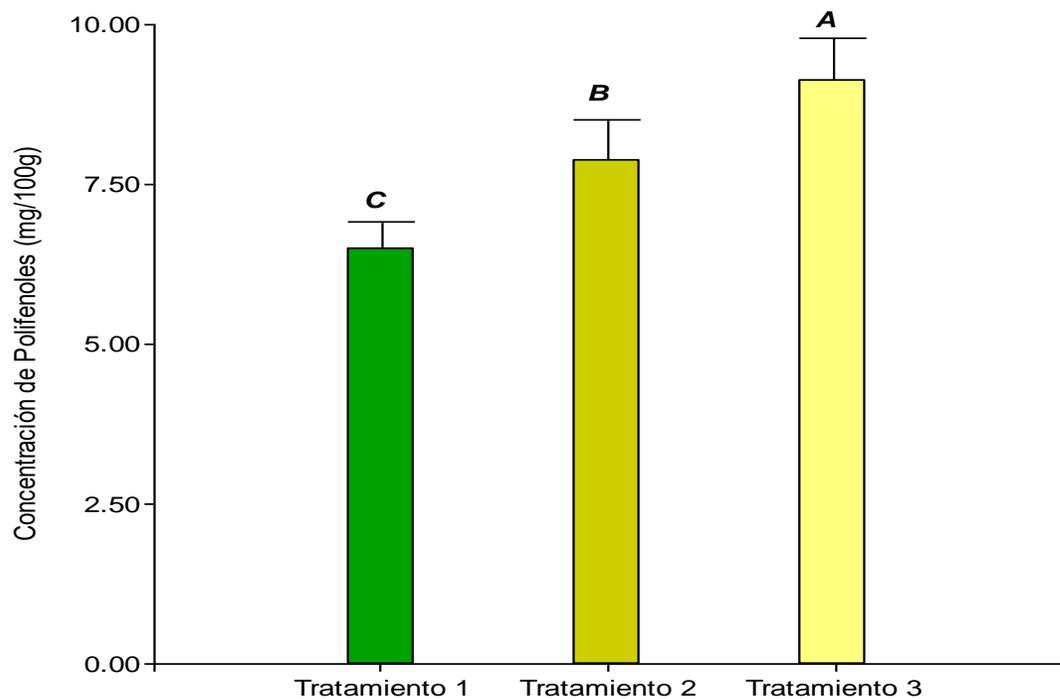


# ANÁLISIS BROMATOLÓGICO

## PORCENTAJE DE POLIFENOLES (mg/100g)

Tabla 16. ADEVA para la Concentración de polifenoles de tubérculos en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) var. Superchola bajo tres fuentes de fertilización

F.V.	GL	GL e	Valor-F	Valor-P
Intercept	1	4	738.70	<0.0001
Tratamiento	2	4	56.28	<0.0012



## CONCENTRACIÓN DE MANGANESO

Tabla 17. ADEVA para la Concentración de Manganeso de tubérculos en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) var. Superchola bajo tres fuentes de fertilización

F.V.	GL	GL e	Valor-F	Valor-P
Intercept	1	4	302.29	<0.0001
Tratamiento	2	4	7.60	<0.0434

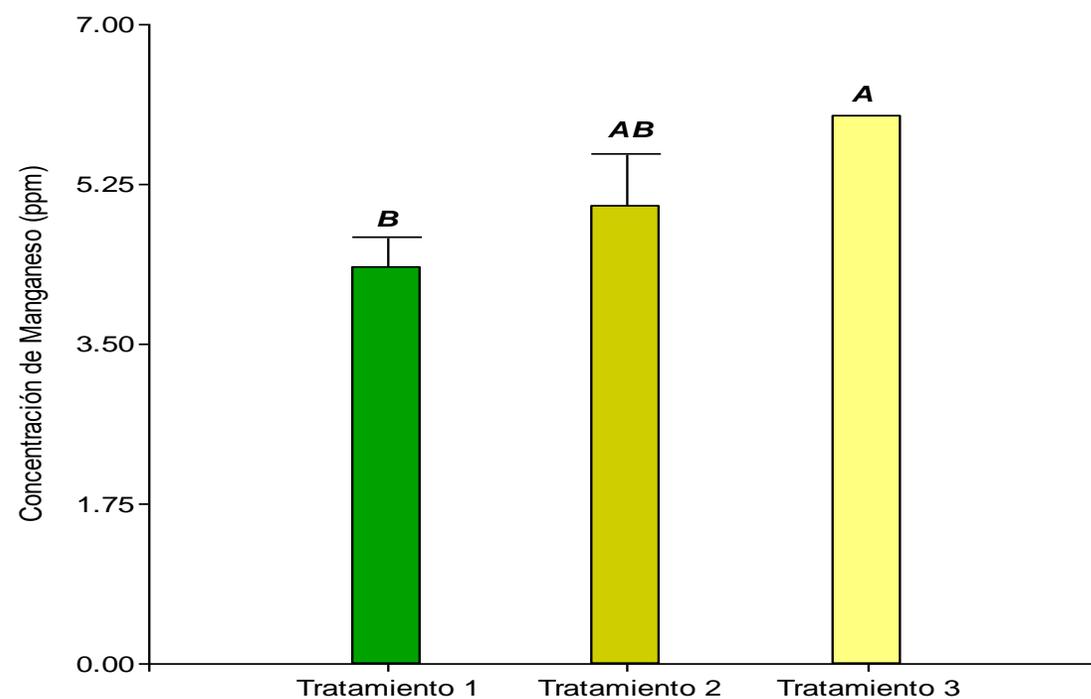


Tabla 18. Costos de tratamientos por hectárea en cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) var. Superchola bajo tres tipos de fertilización.

Tratamientos	Unidad	T1 (USD)	T2 (USD)	T3 (USD)
<b>A. COSTOS DIRECTOS</b>				
1. Preparación del suelo				
Análisis de suelos	Unidad	100	100	100
Arada y cruza	Ha	50	50	50
Surcado	horas/tractor	40	40	40
2. Mano de obra				
Siembra	Jornal	225	225	225
Fertilización	Jornal	150	150	150
Insecticidas, fungicidas	Jornal	45	45	45
Deshierbe	Jornal	150	150	150
Aporque	Jornal	225	225	225
Cosecha	Jornal	300	300	300
Poscosecha	Jornal	500	500	500
3. Insumos				
Semilla	Kg	1 250	1 250	1 250
Ecoabonaza	Qq	476	270	
Fertilizante Urea, SPT y KCl	Qq			1 013
Insecticidas y funguicidas	Ha	301	301	1 612
Biol	Ha	814	876	
Costales /empaques	Costal	111	113	97
Otros	Global	7	7	7
4. Comercialización				
Transporte	Carrera	556	564	486
<b>SUBTOTAL A</b>		<b>5 300</b>	<b>5 166</b>	<b>6 250</b>
<b>B. COSTOS INDIRECTOS</b>				
Tanques (200 lt) depreciación	Unidad	53	53	
Balde (20 lt) depreciación	Unidad	1.4	1.4	
Arriendo terreno por ciclos	Año	125	125	125
Imprevistos (5%)		265	258	313
<b>C. TOTAL COSTOS A+B</b>		<b>5 745</b>	<b>5 603</b>	<b>6 688</b>
<b>D. INGRESOS</b>				
<b>RENDIMIENTO</b>				
Rendimiento ajustado al 5%	kg/ha	<b>25 018</b>	<b>25 351</b>	<b>21 859</b>
Rendimiento ajustado al 5%	kg/ha	23 767	24 083	20 766
Categoría primera y segunda	kg/ha	18 645	17 838	12 632
Ingreso (Precio 0.35 USD/kg)		6 526	6 243	4 421
Categoría tercera y cuarta	kg/ha	5 122	6 245	8 134
Ingreso (Precio 0.18 USD/kg)		922	1 124	1 464
<b>Total ingreso</b>	<b>USD/ha</b>	<b>7 448</b>	<b>7 367</b>	<b>5 885</b>
<b>E. UTILIDAD BRUTA</b>	<b>USD/ha</b>	<b>1 703</b>	<b>1 764</b>	<b>- 802</b>
<b>BENEFICIO/COSTO</b>	<b>USD/ha</b>	<b>1.30</b>	<b>1.32</b>	<b>0.88</b>

## RELACIÓN BENEFICIO/COSTO

Tabla 19. Relación beneficio/costo por hectárea de papa (*Solanum tuberosum*) var. Superchola bajo tres fuentes de fertilización.

Rubro	Unidad	T1	T2	T3
Rendimiento ajustado al 5%	kg/ha	23 767	24 083	20 766
Total ingreso	USD/ha	7 448	7 367	5 885
Costo total	USD/ha	5 745	5 603	6 688
Utilidad bruta	USD/ha	1 703	1 764	-802
beneficio/costo	USD/ha	1.30	1.32	0.88

Nota: por cada dólar invertido y recuperado se gana en T1= 0.30, T2= 0.32 y en el T3 se pierde 0.12 dólares.

<b>SUBTOTAL A</b>		<b>5 300</b>	<b>5 166</b>	<b>6 250</b>
<b>B. COSTOS INDIRECTOS</b>				
Tanques (200 lt) depreciación	Unidad	53	53	
Balde (20 lt) depreciación	Unidad	1.4	1.4	
Arriendo terreno por ciclos	Año	125	125	125
Imprevistos (5%)		265	258	313
<b>C. TOTAL COSTOS A+B</b>		<b>5 745</b>	<b>5 603</b>	<b>6 688</b>
<b>D. INGRESOS</b>				
<b>RENDIMIENTO</b>				
Rendimiento ajustado al 5%	kg/ha	<b>25 018</b>	<b>25 351</b>	<b>21 859</b>
Rendimiento ajustado al 5%	kg/ha	23 767	24 083	20 766
Categoría primera y segunda	kg/ha	18 645	17 838	12 632
Ingreso (Precio 0.35 USD/kg)		6 526	6 243	4 421
Categoría tercera y cuarta	kg/ha	5 122	6 245	8 134
Ingreso (Precio 0.18 USD/kg)		922	1 124	1 464
<b>Total ingreso</b>	<b>USD/ha</b>	<b>7 448</b>	<b>7 367</b>	<b>5 885</b>
<b>E. UTILIDAD BRUTA</b>	<b>USD/ha</b>	<b>1 703</b>	<b>1 764</b>	<b>- 802</b>
<b>BENEFICIO/COSTO</b>	<b>USD/ha</b>	<b>1.30</b>	<b>1.32</b>	<b>0.88</b>

# CONCLUSIONES

- El rendimiento (kg/ha) de los tratamientos bajo aplicaciones con biol fueron superiores al tratamiento con fertilización química con una diferencia de 13.77% que equivale a 3 491.21 kg/ha de tubérculos. Este resultado se debe a la obtención de mayor peso fresco de tubérculos en primera categoría. Se considera que las aplicaciones de biol influyeron en el desarrollo rápido de la planta y tuberización y engrosamiento del tubérculo debido a su alta concentración de nutrientes y microorganismos que aporta el biol como fertilizante.
- En la calidad nutricional de los tubérculos, el tratamiento bajo manejo convencional presento valores superiores a los tratamientos con biol en nutrientes como; humedad, proteína, polifenoles y manganeso (Mn). Este resultado se debe a que la planta realiza mayor cantidad de absorción de nutrientes en la última etapa de desarrollo de los tubérculos, también muestra que los resultados de asimilación de nutrientes de la planta, el tratamiento con manejo convencional en promedio asimilo un 47 % más de fosforo (P) que los tratamientos con biol, considerando que las aplicaciones con biol no influyeron en la calidad nutricional de los tubérculos por lo menos en estos nutrientes antes mencionados.

- De acuerdo al análisis económico, el tratamiento T2 presento una relación beneficio/costo mayor frente al tratamiento con fertilización química con 0.30 dólares y -0.12 dólares americanos respectivamente, demostrando lo ganado por cada dólar invertido y recuperado. puesto que, el biol si influye en la producción y por ende genera mayor beneficio económicos al productor, eliminando la dependencia de componentes inorgánicos provenientes de recursos no renovables, reduciendo la contaminación ambiental y reciclando materiales orgánicos que no son considerados en los cálculos de costo de producción.

# RECOMENDACIONES

- Asegurar la calidad de materias primas como es el estiércol, obteniendo un análisis previo del estiércol a ser utilizado para ver si existe suficiente cantidad de nutrientes que pueda aportar a la elaboración de biol.
- Utilizar de alguna manera mejor los residuos sólidos (compost) como fertilizante al suelo, ya que podría mantener microorganismos benéficos y protectantes que ayuden mejorar los suelos degradados y mantener la humedad.
- Continuar con las aplicaciones de biol en el cultivo de papa, para evaluar un efecto en un segundo o tercer ciclo de cultivo.
- Realizar estudios sobre dosis y toxicidad de biol en tubérculos de cultivo de papa. Además, determinar la influencia del ácido jasmónico en el mismo.
- Socializar esta información como alternativa en las zonas de cultivo de papa de alta incidencia de utilización de productos químicos.

GRACIAS