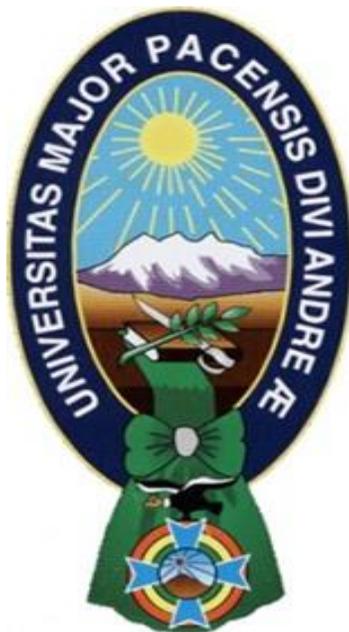


UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN
AGROPECUARIA



TESIS DE GRADO

**EVALUACIÓN DE TRES NIVELES DE BIOL EN LA PRODUCCIÓN DE
PLANTINES DE MARACUYÁ (*Passiflora edulis*, L.) EN LA COLONIA
ALIANZA DE ALTO LIMA PROVINCIA CARANAVI DEPARTAMENTO
DE LA PAZ**

Presentado por:

Sandra Villavicencio Yujra

LA PAZ – BOLIVIA

2020

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN
AGROPECUARIA
EVALUACIÓN DE TRES NIVELES DE BIOL EN LA PRODUCCIÓN DE
PLANTINES DE MARACUYÁ (*Passiflora edulis, L.*) EN LA COLONIA ALIANZA
DE ALTO LIMA PROVINCIA CARANAUI DEPARTAMENTO DE LA PAZ

Tesis de Grado Presentado como
requisito parcial para obtener el Título
de Ingeniero en Producción y
Comercialización Agropecuaria

SANDRA VILLAVICENCIO YUJRA

Tutor:

Ing. M. Sc. Brígido Moisés Quiroga Sossa

Tribunal Examinador:

Ing. M. Sc. José Eduardo Oviedo Farfán

Ing. M. Sc. Ramiro Augusto Mendoza Nogales

Ing. M. Sc. Luis Fernando Machicao Terrazas

Aprobada

Presidente Tribunal Examinador:

LA PAZ – BOLIVIA

2020

DEDICATORIA:

El presente trabajo está dedicado a mis padres quienes me enseñaron que el mejor conocimiento que se puede tener es el que se aprende por sí mismo que incluso la tarea más grande se puede lograr si se hace un paso a la vez.

A mis hermanas(os) por estar siempre acompañándome y por el apoyo que me han brindado a lo largo de esta etapa de mi vida.

A todas las personas que me han apoyado y han hecho que el trabajo se realice, en especial a aquellas personas que compartieron sus conocimientos.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por bendecir mi vida, por guiarme a lo largo de mi existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y debilidad.

Gracias a mis padres: Domingo Villavicencio Villca Y Cristina Yujra de Villavicencio y mis hermanas(os), Felipe Villavicencio, Isabel Villavicencio, Elizabeth Villavicencio, por ser los principales promotores de mis sueños, por confiar y creer en mis expectativas, por los consejos, valores y principios que me han inculcado.

Agradezco a todos los docentes de la Universidad Mayor de San Andrés, por los conocimientos proporcionados a lo largo de mi formación profesional.

Al Ing. M. Sc. Brígido Moisés Quiroga Sossa, tutor de la tesis quien me apoyó incondicionalmente con su conocimiento y su valioso tiempo dedicado a las correcciones y sugerencias de manera acertada en todo el trayecto del trabajo.

Al Tribunal revisor: Ing. M. Sc. José Eduardo Oviedo Farfán, Ing. M. Sc. Ramiro Augusto Mendoza Nogales, e Ing. M. Sc. Luis Fernando Machicao Terrazas por sus contribuciones para el enriquecimiento de este documento.

CONTENIDO

ÍNDICE GENERAL	i
ÍNDICE DE CUADROS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
ÍNDICE DE ANEXOS	ix
RESUMEN.....	x

ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Objetivos	2
1.1.1. Objetivo general	2
1.1.2. Objetivos específicos.....	2
1.2. Hipótesis	2
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
2.1. Origen del Maracuyá	3
2.2. Clasificación taxonómica del Maracuyá.....	3
2.3. Características botánicas del Maracuyá	4
2.3.1. Hojas.....	4
2.3.2. Zarcillos.....	4
2.3.3. Tallo	4
2.3.4. Raíces.....	4
2.3.5. Semilla	5
2.3.5.1. Características de la semilla	5
2.3.5.2. Características de los fruto.....	5
2.4. Fases fenológicas en etapa de vivero del Maracuyá.....	6
2.5. Método de propagación del Maracuyá.....	6
2.6. Requerimientos edafoclimáticos del Maracuyá	6
2.6.1. Temperatura	6
2.6.2. Altitud	7
2.6.3. Precipitación	7
2.6.4. Suelo.....	7
2.7. Requerimiento nutricional.....	8

2.7.1.	Nitrógeno	8
2.7.2.	Fósforo.....	9
2.7.3.	Potasio	9
2.7.4.	Azufre.....	9
2.7.5.	Calcio	9
2.7.6.	Magnesio	10
2.7.7.	Manganeso	10
2.7.8.	Hierro	10
2.7.9.	Zinc	10
2.7.10.	Boro	10
2.8.	Extracción de nutrientes	11
2.9.	Biol	11
2.9.1.	Usos del biol	11
2.9.2.	Función del biol.....	12
2.9.3.	Ventajas del biol	12
2.10.	Manejo en vivero	13
2.10.1.	Bolsas para repique.....	13
2.10.2.	Sustrato y desinfección	13
2.10.3.	Siembra.....	13
2.10.4.	Control de plagas y enfermedades en vivero	14
2.10.5.	Raleo.....	14
2.10.6.	Riego.....	15
2.10.7.	Fertilización.....	15
3.	MATERIALES Y MÉTODOS	16
3.1.	Localización	16
3.1.1.	Ubicación Geográfica	17
3.2.	Materiales	17
3.2.1.	Material vegetal	17
3.2.2.	Material de campo	17
3.2.3.	Material de escritorio	18
3.2.4.	Procedimiento experimental.....	18
3.2.5.	Diseño experimental.....	18
3.2.6.	Características de las parcelas	19

3.2.7.	Tratamientos.....	19
3.3.	Método.....	19
3.3.1.	Preparación de sustrato.....	19
3.3.1.1.	Preparación de platines.....	20
3.3.1.2.	Siembra.....	20
3.3.1.3.	Deshije.....	20
3.3.1.4.	Aplicación de biol.....	20
3.4.	Variables morfológicas.....	21
3.4.1.	Altura de planta (cm).....	21
3.4.2.	Número de hojas (N°).....	21
3.4.3.	Diámetro de tallo (mm).....	22
3.5.	Variables fisiológicas.....	22
3.5.1.	Área foliar (cm ²).....	22
3.5.2.	Tasa de crecimiento absoluta (g/día ⁻¹).....	22
3.5.3.	Tasa de crecimiento relativo (g/g ⁻¹ /día ⁻¹).....	23
3.5.4.	Tasa de asimilación neta (g/cm ⁻² /día ⁻¹).....	24
3.5.5.	Índice de área foliar.....	24
3.6.	Beneficio Costo.....	25
3.7.	Coeficiente de Variación.....	25
3.8.	Valor P.....	25
3.9.	Transformaciones estabilizadoras de la varianza para datos con distribuciones conocidas.....	25
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	26
4.1.	Variables morfológicas.....	26
4.1.1.	Altura de planta (cm).....	26
4.1.2.	Número de hojas (N°).....	28
4.1.3.	Diámetro de tallo (mm).....	31
4.1.4.	Peso seco (g).....	33
4.2.	Variables fisiológicas.....	36
4.2.1.	Área Foliar (cm ²).....	36
4.2.2.	Tasa de crecimiento absoluto (g/día).....	38
4.2.3.	Tasa de crecimiento relativo (g/g ⁻¹ /día ⁻¹).....	41
4.2.4.	Tasa de asimilación neta (g/cm ⁻² /día ⁻¹).....	43

4.2.5.	Índice de área foliar	46
4.3.	Beneficio costo	48
4.3.1.	Costos.....	48
4.3.2.	Análisis económico con relación al beneficio costo.....	49
5.	CONCLUSIONES.....	50
6.	RECOMENDACIONES	52
7.	BIBLIOGRAFÍA.....	53

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Tratamientos estudiados	19
Cuadro 2. Días de aplicación del biol.....	21
Cuadro 3. Análisis de varianza para altura de planta (cm) en respuesta a diferentes niveles de biol.....	26
Cuadro 4. Análisis de varianza y comparación ortogonal para altura de planta (cm) en respuesta a diferentes niveles de biol.....	27
Cuadro 5. Análisis de varianza para número de hojas (N°) en respuesta a diferentes niveles de biol.	29
Cuadro 6. Análisis de varianza y comparación ortogonal para número de hojas (N°) en respuesta a diferentes niveles de biol.....	29
Cuadro 7. Análisis de varianza para el diámetro de tallo (mm) en respuesta a diferentes niveles de biol.	31
Cuadro 8. Análisis de varianza y comparación ortogonal para diámetro de tallo (mm) en respuesta a diferentes niveles de biol.....	32
Cuadro 9. Análisis de varianza para el peso seco (g) en respuesta a diferentes niveles de biol. 34	
Cuadro 10. Análisis de varianza y comparación ortogonal para peso seco (g) en respuesta a diferentes niveles de biol.....	34
Cuadro 11. Análisis de varianza para el área foliar por planta (cm ²) en respuesta a diferentes niveles de biol.....	36
Cuadro 12. Análisis de varianza y comparación ortogonal para el área foliar por planta (cm ²) en respuesta a diferentes niveles de biol.....	37
Cuadro 13. Análisis de varianza para la tasa de crecimiento absoluto (g/día) con datos transformados ($\sqrt{\quad}$) en respuesta a diferentes niveles de biol.....	39

Cuadro 14.	Análisis de varianza y comparación ortogonal para la tasa de crecimiento absoluta (g/día) con datos transformados ($\sqrt{\quad}$) en respuesta a diferentes niveles de biol.	39
Cuadro 15.	Análisis de varianza para la tasa de crecimiento relativo ($\text{g/g}^{-1}/\text{día}^{-1}$) con datos transformados ($\sqrt{\quad}$) en respuesta a diferentes niveles de biol.	41
Cuadro 16.	Análisis de varianza y comparación ortogonal para la tasa de crecimiento relativo ($\text{g/g}^{-1}/\text{día}^{-1}$) con datos transformados ($\sqrt{\quad}$) en respuesta a diferentes niveles de biol.	42
Cuadro 17.	Análisis de varianza para la tasa de asimilación neta ($\text{g/cm}^{-2}/\text{día}^{-1}$) con datos transformados ($\sqrt{\quad}$) en respuesta a diferentes niveles de biol.	44
Cuadro 18.	Análisis de varianza y comparación ortogonal para la tasa de asimilación neta ($\text{g/cm}^{-2}/\text{día}^{-1}$) en con datos transformados ($\sqrt{\quad}$) respuesta a diferentes niveles de biol.	44
Cuadro 19.	Análisis de varianza para el índice de área foliar en respuesta a diferentes niveles de biol.	46
Cuadro 20.	Análisis de varianza y comparación ortogonal para el índice de área foliar en respuesta a diferentes niveles de biol.	47
Cuadro 21.	Detalle del costo por tratamiento	48
Cuadro 22.	Análisis económico con relación a beneficio costo	49

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Ubicación de la parcela experimental (Google Maps. 2019).....	16
Figura 2.	Función ajustada para altura de planta (cm) en respuesta a diferentes niveles de biol. 28	
Figura 3.	Funciones ajustadas para número de hojas (N ^o) en respuesta a diferentes niveles de biol en un periodo de 161 días.....	30
Figura 4.	Función ajustada para número de hojas (N ^o) en respuesta a diferentes niveles de biol. 30	
Figura 5.	Funciones ajustadas para el diámetro de tallo (mm) en respuesta a diferentes niveles de biol en un periodo de 161 días.....	32
Figura 6.	Función ajustada para el diámetro de tallo (mm) en respuesta a diferentes niveles de biol.	33
Figura 7.	Funciones ajustadas para el peso seco por planta (g) en respuesta a diferentes niveles de biol en un periodo de 161 días.....	35
Figura 8.	Función ajustada para peso seco (g) en respuesta a diferentes niveles de biol. 35	
Figura 9.	Funciones ajustadas para el área foliar de la planta (cm ²) en respuesta a diferentes niveles de biol en un periodo de 161 días.	37
Figura 10.	Función ajustada para el área foliar por planta (cm ²) en respuesta a diferentes niveles de biol.	38
Figura 11.	Funciones ajustadas para la tasa de crecimiento absoluta (g/día) en respuesta a diferentes niveles de biol en un periodo de 161 días.	40
Figura 12.	Función ajustada para la tasa de crecimiento absoluta (g/día) en respuesta a diferentes niveles de biol.	40
Figura 13.	Funciones ajustada para la tasa de crecimiento relativo (g/g ⁻¹ /dia ⁻¹) en respuesta a diferentes niveles de biol en un periodo de 161 días.	42
Figura 14.	Funciones ajustada para la tasa de crecimiento relativo (g/g ⁻¹ /dia ⁻¹) en respuesta a diferentes niveles de biol.	43

Figura 15.	Funciones ajustadas para la tasa de asimilación neta ($\text{g/cm}^2/\text{dia}^{-1}$) en respuesta a diferentes niveles de biol en un periodo de 161 días.	45
Figura 16.	Función ajustada para la tasa de asimilación neta ($\text{g/cm}^2/\text{dia}^{-1}$) en respuesta a diferentes niveles de biol.	45
Figura 17.	Funciones ajustadas para el índice de área foliar en respuesta a diferentes niveles de biol en un periodo de 161 días.....	47
Figura 18.	Función ajustada para el índice de área foliar en respuesta a diferentes niveles de biol.	48
Figura 19.	Preparación de sustrato (Villavicencio, 2019)	57
Figura 20.	Llenado de bolsas (Villavicencio, 2019).....	57
Figura 21.	Llenado de bolsas listo para enfilar (Villavicencio, 2019).....	58
Figura 22.	Muestreo (Villavicencio, 2019)	58
Figura 23.	Tratamiento 1 (Villavicencio, 2019).....	59
Figura 24.	Pesado de muestra (Villavicencio, 2019).....	59
Figura 25.	Croquis del experimento (Villavicencio. 2019).....	60

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.	Fotografías del proceso.....	57
Anexo 2.	Croquis del experimento.....	60

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el crecimiento de plantines de maracuyá con aplicación de biol en la etapa de vivero, desde la germinación hasta alcanzar un tamaño adecuado para el trasplante a campo definitivo. El estudio se realizó en la colonia Alianza de Alto Lima provincia Caranavi departamento de La Paz con una área total de 11,23 m², cada parcela de 0,29 m², el ensayo se realizó con tres tratamientos un testigo y cuatro repeticiones, haciendo un total de 16 unidades experimentales.

Se evaluaron las variables morfológicas compuestas por altura de planta con el mejor promedio de T3=36,83 cm y con el menor resultado T0=13,23 cm con un coeficiente de determinación 0,98; en el número de hojas presenta un T3=10,25 y T0=7,25 con un coeficiente de determinación de 0,99; en el diámetro de tallo con promedio en el T3=1,7125 mm, T2=1,5 y T0=1,275 mm con un coeficiente de determinación de 0,91.

Con las variables fisiológicas compuestas por área foliar, con un promedio de T3=270,94 cm², T2=168,35 cm² y T0=108,57 cm², con un coeficiente de determinación 0,98; en el índice de área foliar el T3=270,9, T2=168,4 y T0=108,6 con un coeficiente de determinación de 0,98.

1. INTRODUCCIÓN

El maracuyá (*passifora edulis*, L.) tiene como centro de origen a Bolivia, Perú y Ecuador. Es una fruta que se puede consumir como fruta fresca, en forma de refresco o industrializado para la elaboración de cremas alimenticias, licores, confites, néctar, jaleas y jugos concentrados. La cáscara es utilizada en Brasil para preparar raciones alimenticias de ganado bovino, pues es rica en aminoácidos, proteína, carbohidratos y pectina, asimismo se emplea en la industria de la confitería para darle consistencia a jaleas y gelatinas

De acuerdo al censo agropecuario realizado el 2013 la superficie y producción de maracuyá en Bolivia se registra en los departamentos de Santa Cruz, Cochabamba, La Paz, Beni y Chuquisaca con un total de 411,4 ha.

Un problema es la baja producción por unidad de superficie esto debido a que no se tiene estudios concretos en la fertilización en la etapa de producción en Bolivia la mayor parte de agricultores usan fertilizantes químicos que van degradando el suelo, el uso indiscriminado de estos productos hace que la producción sea menor y que se eleve los costos de producción, por esto es fundamental contar con un programa de fertilización, teniendo como alternativa el uso de fertilizantes orgánicos de origen animal o vegetal.

El biol es un abono foliar orgánico resultado de un proceso de descomposición anaeróbica del estiércol y vegetales, mejora la germinación de semillas, fortalece las raíces y floración de plantas, se emplea para la recuperación de plantas dañadas a bajos costos

El presente trabajo de investigación busca plantear el uso y aplicación de fertilizante foliar bovino en plantines de maracuyá desde el crecimiento hasta obtener un desarrollo adecuado, por ese motivo se evaluó tres niveles de biol en la etapa de

vivero mostrando resultados óptimos con la aplicación, de esta manera dejar a un lado los fertilizantes químicos, ya que lo orgánico presenta ventajas ambientales como económicas obteniendo un buen rendimiento

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo general

- Evaluar el crecimiento de plantines de Maracuyá en la etapa de vivero en respuesta a tres niveles de biol bovino en la colonia Alianza de Alto Lima Provincia Caranavi del Departamento de La Paz

1.1.2. Objetivos específicos

- Describir las características morfológicas de los plantines de Maracuyá en vivero en respuesta a tres niveles de biol bovino.
- Determinar el crecimiento de plantines de Maracuyá en vivero en respuesta a tres niveles de biol bovino.
- Evaluar el beneficio costo en la producción de plantines de Maracuyá en la etapa de vivero en respuesta a tres niveles de biol bovino.

1.2. Hipótesis

Ho: La aplicación de niveles de biol bovino no tiene efecto en el crecimiento de plantines de maracuyá en la etapa de vivero.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Origen del Maracuyá

El Maracuyá es originario de la región amazónica del Brasil, de donde fue difundido a Australia, pasando luego a Hawái en 1923. En la actualidad se cultiva en Australia, Nueva Guinea, Sri Lanka, Sud-África, India, Taiwán, Hawái, Brasil, Perú, Ecuador, Venezuela y Colombia. Una de las posibles explicaciones del origen del nombre maracuyá es que los indígenas de Brasil llamaron la fruta "*maráú-ya*", que proviene de fruto "*marahu*", que a su vez viene de "*ma-râ-ú*" que significa "*cosa que se come de sorbo*", por lo que la unión de las dos palabras significa "*fruto que se come de un sorbo*"; al conocerla los colonizadores la palabra se degeneró llegando a la que hoy conocemos; maracujá (en portugués) o maracuyá (en español). El maracuyá pertenece a la misma familia (Passifloraceae) de la Curuba (*P. Mollisima*), de la badea (*P. Quadrangularis*), y de la granadilla (*P. Ligularis*), a las que se parece en su hábito vegetativo y floración (Robles, 2010).

2.2. Clasificación taxonómica del Maracuyá

CABI. (2020), describe taxonómicamente al maracuyá de la siguiente manera:

Dominio:	Eukaryota
Reino:	Plantae
Phylum:	Espermatophyta
Subfilo:	Angiospermas
Clase:	Dicotyledonae
Orden:	Violales
Familia:	Passifloraceae
Género:	Pasiflora
Especie:	Pasiflora edulis

2.3. Características botánicas del Maracuyá

2.3.1. Hojas

Son simples, alternas, comúnmente trilobuladas o digitadas, con márgenes finamente dentados, miden de 7 a 20 cm de largo y son de color verde profundo, brillante en el haz y pálido en el envés (García, 2002).

2.3.2. Zarcillos

Son redondos y en forma de espiral, alcanzan longitudes de 0.30 – 0.40 m, se originan en las axilas de las hojas junto a las flores; se fijan al tacto con cualquier superficie y son las responsables de que la planta tenga el hábito de crecimiento trepador (Olaya, 1992).

2.3.3. Tallo

El Maracuyá es una planta trepadora, la base del tallo es leñosa, y a medida que se acerca al ápice va perdiendo esa consistencia (Alvarado, 2001).

2.3.4. Raíces

El sistema radicular es totalmente ramificado, sin raíz pivotante, superficial, distribuido en un 90% en los primeros 0.15 – 0.45 m de profundidad, por lo que es importante no realizar labores culturales que remuevan el suelo. El 68% del total de raíces se encuentran a una distancia de 0.60 m del tronco, factor a considerar al momento de la fertilización y riego (García, 2002).

2.3.5. Semilla

La semilla de Maracuyá es de color negro o violeta oscuro, cada semilla representa un ovario fecundado por un grano de polen, por lo que el número de semillas, el peso del fruto y la producción de jugo están correlacionados con el número de granos de polen depositados sobre el estigma. Las semillas mantienen su poder germinativo por tres meses, y en refrigeración, hasta 12 meses (Manica, 1981).

2.3.5.1. Características de la semilla

Es de color casi negro a marrón oscuro, de forma acorazonada, su superficie es irregular con huecos a manera de grivas, cada semilla es un ovario fecundado por un grano de polen, por lo que el número de semillas, el peso del fruto y la producción de jugo están correlacionados con el número de granos de polen depositados sobre los estigmas, dicho número no debe ser menor a 190. Las semillas están constituidas por aceites en un 20-25% y un 10% de proteína. En condiciones ambientales la semilla mantiene su poder germinativo por 3 meses y en refrigeración hasta 12 meses (Taborda, 2013).

En el beneficio de las semillas de maracuyá, aunque sea artesanal, es necesario tomar precauciones para que estén libres de patógenos, plagas, materiales extraños y que tengan altos porcentajes de germinación, entre otras condiciones, esto evita que se lleven al campo plantas débiles o enfermas que pongan en riesgo el futuro del cultivo (García, 2002).

2.3.5.2. Características de los fruto

El fruto es una baya de 230 gr. en promedio, globosa u ovoide con un diámetro de 4-8 cm, 6-8 cm de largo, la base y el ápice son redondeados, la corteza es de color amarillo de consistencia dura, lisa y cerosa, de unos 3 Mm de espesor, el pericarpio

es grueso, conteniendo de 200-300 semillas, cada una rodeada de un arilo (membrana mucilaginoso) o pulpa que contiene un jugo aromático ácido de color amarillo clara o naranja intenso. Durante el desarrollo, el color es verde brillante, pero al madurar varía de púrpura oscuro con puntitos blancos pálido a amarillo pálido y color naranja pálido. El peso oscila entre 70 y 150 g aproximadamente. (Taborda, 2013).

2.4. Fases fenológicas en etapa de vivero del Maracuyá

Señala las siguiente fases: fase vegetativa 0 que corresponde a la germinación de la semilla, su duración se estima entre 15 y 20 días dependiendo de la calidad de la semilla, del sustrato y riego, la fase vegetativa 1 que corresponde a la emergencia de la plántula, ocurre en las primeras tres semanas después de la siembra de la semilla, es una etapa totalmente desarrollada en el vivero y en ella se hace el primer trasplante a bolsa cuando se ha utilizado el almácigo (Ruiz, 2010).

2.5. Método de propagación del Maracuyá

La propagación por semilla es el método más simple y más usado, pero trae como consecuencia una gran variabilidad en el orden genético del material obtenido, debido a la polinización cruzada, por lo tanto, las plantas obtenidas no serán idénticas a la planta madre, pero a la vez existe un menor riesgo de incompatibilidad por la misma variabilidad (Alfonso, 2010).

2.6. Requerimientos edafoclimáticos del Maracuyá

2.6.1. Temperatura

Oscila entre los 23°C - 25°C, aunque se adapta desde los 21 hasta los 32°C, y en algunos lugares se cultiva aún a 35°C, arriba de este límite se acelera el crecimiento,

pero la producción disminuye a causa de la deshidratación de los estigmas, lo que imposibilita la fecundación de los ovarios (Mag, 2010).

2.6.2. Altitud

Respecto a la altitud, comercialmente se cultiva desde el nivel del mar hasta los 1000 msnm, pero se recomienda que para tener los mejores resultados se cultiven entre los 300 y 900 msnm, con una humedad relativa del 60% (Bejarano, 1994).

2.6.3. Precipitación

Requiere de una precipitación de 800-1500 mm año y una mínima mensual de 80 mm. Las lluvias intensas en los periodos de mayor floración dificultan la polinización y además aumentan la posibilidad de incidencia de enfermedades fungosas (Bejarano, 1994).

Períodos secos provocan la caída de hojas, reducción del tamaño de frutos; si el período se prolonga se detiene la producción; El maracuyá es una planta que requiere de un mínimo de 11 horas diarias de luz para poder florecer. Cuando se tienen días cortos, con menos de esa cantidad de horas luz se produce una disminución en la producción de flores, si se cultiva en una zona con temperaturas altas cerca a los 32°C - 35 °C y con 11 h de luz todo el año, la planta producirá en forma continua (Salinas, 2010).

2.6.4. Suelo

El maracuyá como un cultivo hasta cierto punto rústico, por lo que se puede cultivar en suelos desde arenosos hasta arcillosos, siendo preferibles los de textura areno arcillosos que tengan una profundidad mínima de 60 cm, sueltos, con buen drenaje y de fertilidad media a alta y pH de 5.5-7.0, aunque se puede llegar a cultivar hasta pH

de 8.0. Debido a que las raíces son muy susceptibles al daño por encharcamientos se debe sembrar sobre camas o camellones altos en los terrenos planos. (Malavolta, 1994)

2.7. Requerimiento nutricional

Las plantas de maracuyá tienen un crecimiento continuo y vigoroso, se considera que la absorción de nutrientes se intensifica a partir de los 250 días de edad lo que corresponde a la etapa de pre fructificación (García, 2002).

La fertilización foliar ha dado buenos resultados, especialmente a base de nitrógeno y elementos menores, utilizados en la etapa de vivero y en la etapa inicial del desarrollo vegetativo (Carranza, 2018).

La fertilización es uno de los aspectos más importantes en el cultivo del maracuyá porque de ella depende la productividad, la calidad de los frutos, los costos de producción y, muchas veces, determina la posibilidad de ganar o perder en el cultivo (Bejarano, 1994).

2.7.1. Nitrógeno

Es importante para el crecimiento y desarrollo, su deficiencia se nota por la palidez de las plantas, es absorbido del suelo como nitrato (NO_3), una cadena de aminoácidos es la proteína, comúnmente denominada la base física de la vida algunas de estas proteínas son enzimas que catalizan incontables reacciones en la planta. Existe una relación directa entre las disponibilidades nitrogenadas y el crecimiento o el rendimiento (Padilla, 1999).

2.7.2. Fósforo

Influye en el crecimiento de las raíces y en general, de toda la planta; el fósforo constituye parte de la estructura química de los compuestos esenciales del metabolismo vegetal, como son: ácido nucleicos, los nucleótidos solubles que transportan energía bajo su forma directamente utilizable como el ATP o Adenosina trifosfato, fosfo-proteína, se encuentra abundante en los órganos jóvenes, representando el 0.1 al 0.5% de la materia seca (Rivera, 1994).

2.7.3. Potasio

Incide en la floración y calidad de los frutos, es un nutriente vital para las plantas, mejora la calidad del cultivo, es activador de un elevado número de enzimas presentes en la fotosíntesis, respiración, síntesis de proteínas. (Agribusiness, 1992).

2.7.4. Azufre

Su contenido en las plantas es muy semejante al del fósforo, es decir, entre 0.1 al 0.5% de la materia seca. Forma parte de algunos aminoácidos esenciales, como cisteína y metionina, los cuales forman proteínas, especialmente las del cloroplasto, además está presente en diversos cofactores indispensables para el crecimiento (vitaminas) o el metabolismo (carboxilasa, ácido lipoico), es poco móvil en la planta (Rivera, 1994).

2.7.5. Calcio

El calcio estimula el desarrollo de las raíces y de las hojas, forma compuestos que son parte de las paredes celulares, esto fortalece la estructura de la planta. (Dulanto & Aguilar, 2011).

2.7.6. Magnesio

Constituye parte fundamental en la composición química de la clorofila indispensable para el proceso de fotosíntesis, interviene en el metabolismo del fósforo funcionando además, como activador de varios sistemas enzimáticos. Su contenido en la materia seca es muy similar a la del fósforo, representando entre el 0.1 al 0.5% de la misma (Dulanto & Aguilar, 2011).

2.7.7. Manganeso

Es un elemento ligado a los procesos de respiración y del metabolismo del nitrógeno, donde funciona como activador de los procesos de oxidación (Rivera, 1994).

2.7.8. Hierro

Es indispensable en la síntesis de la clorofila y forma parte de la composición de algunas proteínas ligadas a los procesos de oxidación (Rivera, 1994).

2.7.9. Zinc

Su función está unida a enzimas en algunas de las cuales actúa como activador de las mismas. Además de formar parte en el proceso de síntesis del ácido indolacético, el cual es la principal hormona vegetal (Rivera, 1994).

2.7.10. Boro

Recomiendan y consideran que el boro es esencial para la germinación de los granos de polen, el crecimiento del tubo polínico y para la formación de semillas y paredes celulares (Dulanto & Aguilar, 2011).

2.8. Extracción de nutrientes

Los nutrientes extraídos por una plantación de Maracuyá como elementos mayores son: nitrógeno, potasio, calcio y fósforo y el Mn y Fe entre los menores. El potasio es el que se transloca en mayor porcentaje de translocación a los frutos y lo que llama la atención es el alto grado de movimiento del magnesio hacia el fruto (Malavolta, 1994).

2.9. Biol

El biol es un abono orgánico líquido, resultado de la descomposición de residuos animales y vegetales. Contiene nutrientes que son asimilados fácilmente por las plantas haciéndolas más vigorosas y resistentes (INIA, 2008).

El biol es un abono orgánico líquido que se origina a partir de la descomposición de materiales orgánicos, como estiércol de animales, plantas verdes, frutos, entre otros en ausencia de oxígeno. Es una especie de vida (biol), muy fértil (fertilizante), rentable ecológicamente y económicamente (Alvarez, 2010).

El biol se obtiene del proceso de descomposición anaeróbica de los materiales orgánicos, mediante biodigestores. Este abono es capaz de promover actividades fisiológicas y estimular el desarrollo de las plantas (SISTEMABIBOLSA, 2012).

2.9.1. Usos del biol

El biol actúa como repelente a plagas, como hormona de crecimiento vegetal, mejora la vida en el suelo, desarrolla resistencia en las plantas a enfermedades virales. Los cultivos responden bien al abono líquido, incluso en suelos contaminados e inactivados por el uso de plaguicidas, cuando se aplica en cultivos con deficiencia nutricional, el efecto de la aplicación es visible en 24 hrs, regula la movilización de

azúcares en las plantas, importantes para mantener el estado de equilibrio nutricional en los vegetales (Restrepo, 2001).

El biol favorece al enraizamiento aumentando y fortaleciendo la base radicular, actúa sobre el follaje ampliando la base foliar (Gomero, 2000).

2.9.2. Función del biol

Menciona que la función del biol en el interior de las plantas es, activar el fortalecimiento del equilibrio nutricional como un mecanismo de defensa, a través de los ácidos orgánicos, las hormonas de crecimiento, minerales, enzimas, co-enzimas carbohidratos, azúcares complejas de relaciones biológicas, químicas, físicas y energéticas que se establece entre las plantas y la vida del suelo (Martin, 2013).

2.9.3. Ventajas del biol

Arana, (2011), señala que el biol tiene muchas ventajas en la aplicación de un cultivo el cual son las siguientes:

- El biol no es tóxico y no contamina el medio ambiente
- Tiene bajo costo de producción
- Fácil de elaborar
- Mejora el vigor de los cultivos, le permite soportar con mayor eficacia los ataques de plagas y enfermedades y los efectos adversos del clima (sequías, heladas, granizadas).
- Es de rápida absorción para las plantas, por su alto contenido de hormonas de crecimiento vegetal, aminoácidos y vitamina.

2.10. Manejo en vivero

García (2002), manifiesta que los aspectos a considerar al seleccionar una planta como fuente de semilla o esquejes son:

- Plantas sanas, libres de enfermedades.
- Alta productividad.
- Precocidad.

2.10.1. Bolsas para repique

Se pueden usar bolsas plásticas negras de 12 x 22 cm, o cualquier otro recipiente con espacio suficiente para el desarrollo de raíces (Abad, Herrera & Garcia, P. 1992).

2.10.2. Sustrato y desinfección

Un buen sustrato debe presentar características que permitan aireación, para evitar la muerte de las raíces por excesos de agua, y debe ser liviano para facilitar el transporte al campo, se pueden usar mezclas de turba con tierra 1:1.

Para disminuir la población microbiana inicial e indeseable en el sustrato, se puede solarizar elaborando eras con el sustrato de 20 cm de altura y cubriéndolas con plástico transparente o negro, también se debe exponer al sol durante más de 20 días (Asorena, 1994).

2.10.3. Siembra

Se siembran tres semillas por bolsa y se colocan a un centímetro de profundidad, luego se cubre con grana de arroz para mantener la humedad e impedir que el

golpe del agua descubra a las semillas. Para producir 1000 plantas se necesitan 70 gramos de semilla de maracuyá (García, 2002).

2.10.4. Control de plagas y enfermedades en vivero

El Damping off es una de las enfermedades que causa daño a las plántulas en vivero, es causada por los hongos *Pythium spp*, *Phytophthora spp*, *Fusarium sp.* y *Rhizoctonia sp*, que son muy agresivos, presentan síntomas muy semejantes y matan rápidamente a las plántulas. Estos patógenos viven en el suelo, por lo tanto, en semilleros donde se haya utilizado suelo contaminado, con seguridad serán pocas las plantas germinadas, ya que estos hongos pueden infectar la semilla de maracuyá, no permitiendo su germinación (Salinas, 2010).

Para prevenir el ataque de hongos del suelo se debe evitar el exceso de agua y permitir una adecuada iluminación y ventilación, además, inmediatamente después de la siembra se aplica una solución que contenga por litro de agua 1 ml de Carbendazim 50% más 1 ml de Propamocarb 72%, y se repite a los 15 días. Para prevenir enfermedades en el Follaje se aplica semanalmente Oxiclورو de cobre, o Mancozeb en concentración de 2 g de producto por litro de agua (Valarezo, 2014).

2.10.5. Raleo

García (2002), recomienda realizar esta labor antes de la emisión de la segunda hoja verdadera, seleccionar las mejores plantas, dejando una por recipiente para realizar esta labor el substrato debe estar húmedo a fin de no dañar las raíces de las plantas que quedan cuando se retiren las otras.

2.10.6. Riego

Se debe mantener un suministro frecuente de agua procurando evitar encharcamientos para no favorecer el desarrollo de hongos. El suministro de agua puede hacerse por manguera o riego por micro aspersion especialmente en las horas de la mañana (Dulanto & Aguilar, 2011).

2.10.7. Fertilización

García (2002), Indica es una aplicación suplementaria de nutrientes a las plantas, que no puede reemplazar a una fertilización de fondo, el objetivo de esta práctica es estimular el crecimiento de las plantas acelerando su actividad, de esta forma, las raíces de las plantas pueden absorber más nutrientes del suelo y además favorecer el traslado de nutrientes acumulados en el interior de la planta para la formación de nuevos tejidos y frutos. Es factible alimentar a las plantas vía foliar particularmente para corregir deficiencias de elementos menores.

Su composición depende de varios factores pero en promedio se puede estimar en 2-3% de nitrógeno, 1-2% de fósforo, 1% de potasio (Herrera, 2008).

El uso del biol hace posible regular la nutrición de la planta y fortalecerla, por lo que hay un mayor rendimiento del cultivo, permite el uso intensivo del suelo mejorando a la vez la calidad del mismo Aparcana, & Jansen, (2008).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización

El presente estudio se llevó acabo en la Colonia Alianza de Alto Lima Cantón San Lorenzo provincia Caranavi. (Huariste, 2011).

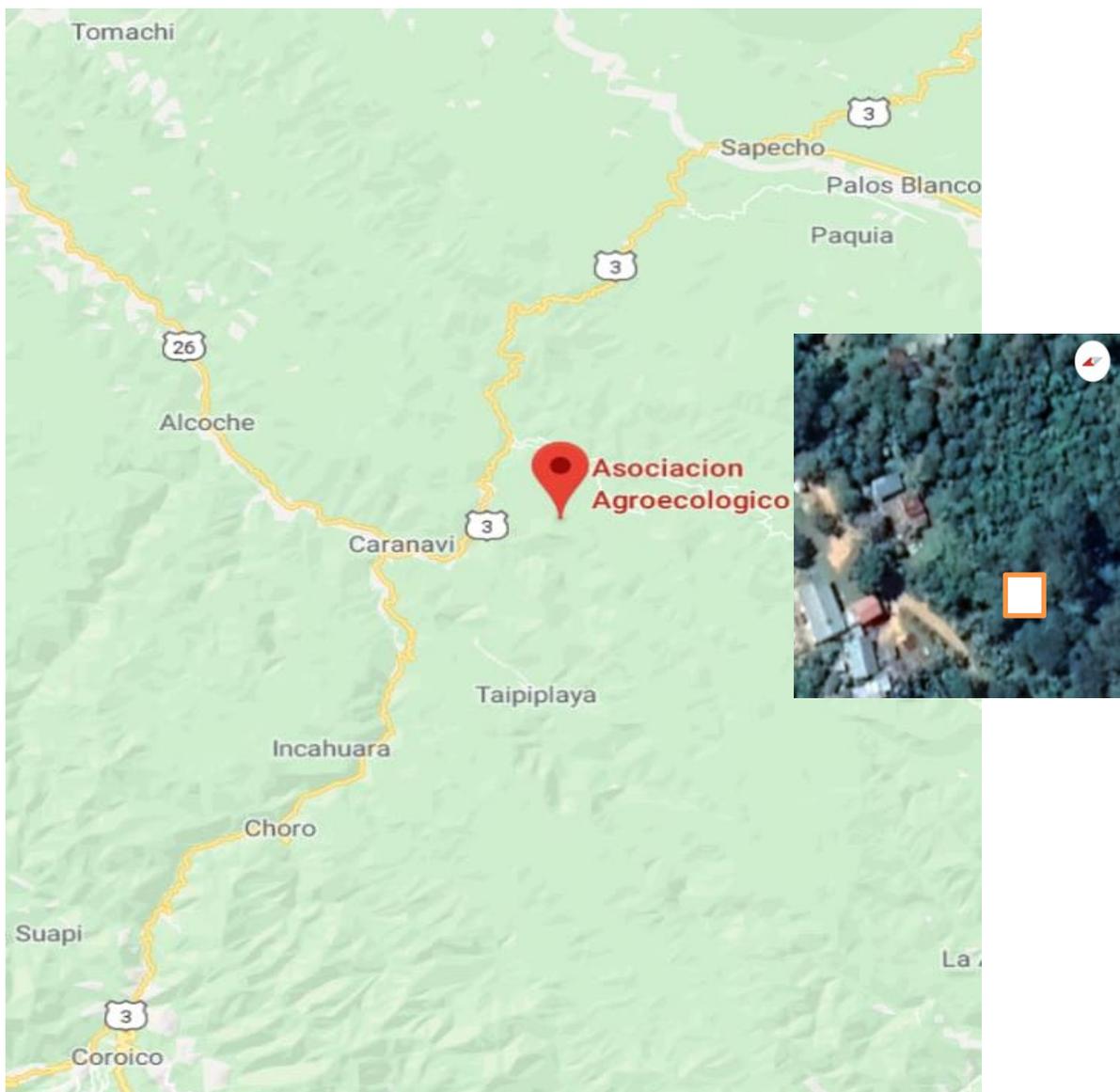


Figura 1. Ubicación de la parcela experimental (Google Maps. 2019)

3.1.1. Ubicación Geográfica

El trabajo de investigación se llevó a cabo en la Provincia Caranavi Colonia Alto Lima entre las coordenadas geográficas, latitud sur 15° 49` 18,8" longitud oeste 67° 27` 46,9" altitud 976 msnm. (Huariste, 2011).

3.2. Materiales

3.2.1. Material vegetal

- 80 g de semilla de Maracuyá amarillo (*Passiflora edulis*, L.) recolectada de la zona de producción.
- 2 litros de Biol obtenida de la estación experimental de choquenaira

3.2.2. Material de campo

- Bolsas plásticas.
- Pala
- Carretilla
- Metro
- Regla
- Cámara fotográfica
- Malla semisombra
- Mochila aspersor de 20 litros
- Vernier
- Libreta de campo
- Balanza de precisión

3.2.3. Material de escritorio

- Laptop
- Impresora
- Bolígrafos y lápices
- Calculadora

3.2.4. Procedimiento experimental

3.2.5. Diseño experimental

El presente trabajo se desarrolló con un diseño completamente al azar (D.C.A.), el ensayo estuvo compuesto por cuatro tratamientos con cuatro repeticiones, donde el factor de estudio fue los niveles de aplicación de biol, de acuerdo al siguiente modelo estadístico. (Corral, 2009)

$$Y_{ij} = M + T_i + E_{ij}$$

Donde

- Y_{ij} = Una observación cualquiera
 M = Media de la población
 T_i = Efecto del i -ésimo tratamiento
 E_{ij} = Desviación al azar de la i -ésima, j -ésima unidad experimental (E. E.)

i = 1, 2, 3,: donde t = Número de tratamientos

J = 1, 2, 3,: donde t = Número de repeticiones

3.2.6. Características de las parcelas

Ancho de parcela	: 48 cm.
Largo de parcela	: 60 cm.
Área de parcela	: 0,29 m2.
Número total de parcelas	: 16.
Separación entre parcelas	: 40 cm.
Ancho de calles entre parcelas	: 40 cm.
Área total del ensayo.	: 11,23 m2.

3.2.7. Tratamientos

El estudio se realizó con tres tratamientos más el testigo, y cuatro repeticiones haciendo un total de 16 parcelas, cada parcela estuvo conformada por 20 platines.

Cuadro 1. Tratamientos estudiados

Tratamiento	Descripción	Dosis
T0	Testigo	0%
T1	Biol	2,50%
T2	Biol	5%
T3	Biol	7,50%

3.3. Método

3.3.1. Preparación de sustrato

La preparación del sustrato se inició con la mezcla de tierra y turba con una proporción de 1:1 para luego proceder a una desinfección por solarización.

3.3.1.1. Preparación de platines

Posteriormente se procedió al llenado de bolsas de polietileno, cuyas medidas fueron de 12 x 22 cm con un total de 320 unidades.

3.3.1.2. Siembra

La siembra se realizó colocando 3 semillas (*passiflora edulis* L.) previamente seleccionado y desinfectado para prevenir enfermedades.

3.3.1.3. Deshije

Se realizó cuando las plantas alcanzaron una altura aproximada de 4-5 cm, eliminando las plantas más débiles, dejando solamente 1 plantin por bolsa.

3.3.1.4. Aplicación de biol

El abono orgánico se disolvió en agua, agitando hasta disolver todo el producto, el equipo de aplicación usado fue una botella de ½ litro, la aplicación se realizó en horas de la mañana aprovechando la ausencia de temperaturas altas, los momentos de aplicación fueron 30 días después de la emergencia del plantin, con una repetición de 14 días haciendo un total de cuatro aplicaciones (Cuadro 2).

Cuadro 2. Días de aplicación del biol.

Fecha	Producto	Dosis
22/04/2019	Biol	12,5 cm ³ x 1,5l
	Biol	25 cm ³ x 1,5 l
	Biol	37 cm ³ x 1,5 l
06/05/2019	Biol	12,5 cm ³ x 1,5l
	Biol	25 cm ³ x 1,5 l
	Biol	37 cm ³ x 1,5 l
20/05/2019	Biol	12,5 cm ³ x 1,5l
	Biol	25 cm ³ x 1,5 l
	Biol	37 cm ³ x 1,5 l
03/06/2019	Biol	12,5 cm ³ x 1,5l
	Biol	25 cm ³ x 1,5 l
	Biol	37 cm ³ x 1,5 l

3.4. Variables morfológicas

Las variables morfológicas (altura, diámetro del tallo, área foliar, etc.) se caracterizaron mediante técnicas de análisis de crecimiento. (Ardila, 2011)

3.4.1. Altura de planta (cm)

Para evaluar la variable altura de planta se tomó una planta seleccionada al azar dentro de la parcela, midiéndose en cm desde la base de la plántula hasta el ápice de acuerdo a las fechas programadas de forma semanal.

3.4.2. Número de hojas (N°)

Se registra el número total de hojas formadas en la planta seleccionada al azar, realizando el mismo procedimiento semanalmente.

3.4.3. Diámetro de tallo (mm)

Se midió por el segundo entrenudo de la planta seleccionada utilizando un vernier

3.5. Variables fisiológicas

El análisis de crecimiento es una aproximación cuantitativa, que usa datos simples y básicos, para la descripción e interpretación de las plantas que crecen bajo ambiente natural, seminatural o controlado. (Hunt, 1990)

3.5.1. Área foliar (cm²)

Es bien conocido que la magnitud del AF define la capacidad de la cubierta vegetal para interceptar la radiación fotosintéticamente activa (RFA) la cual es la fuente primaria de energía utilizada por las plantas para la fabricación de tejidos y elaboración de compuestos alimenticios.

Se realizaron mediciones con una regla graduada en cm, el largo y el ancho de la hoja, paralelamente se determinó un coeficiente de ajuste, y el producto determino el área foliar.

$$A = b * L * B$$

Dónde: A = Área foliar (cm²)

b = Base

L = Altura

B = Coeficiente

3.5.2. Tasa de crecimiento absoluta (g/día⁻¹)

El crecimiento absoluto se determinó mediante la cosecha de la planta semanalmente, secada en una mufla a una temperatura de 72°C hasta obtener peso

constante, la tasa de crecimiento absoluto se determinó con el cociente de la diferencia de pesos y diferencia de tiempos.

$$TCA = \frac{W_2 - W_1}{(t_2 - t_1)}$$

Dónde:

TCA = Tasa de crecimiento absoluto (g/día⁻¹)

W₁ = Peso seco inicial

W₂ = Peso seco final

t₂ - t₁ = intervalo de tiempo transcurrido entre evaluaciones

3.5.3. Tasa de crecimiento relativo (g/g⁻¹/día⁻¹)

Para el procedimiento de la tasa de crecimiento relativo se realizó el corte de la planta semanalmente, se determinó la materia seca a una temperatura de 72°C hasta la obtención de peso constante, la tasa se determinó cociente de la diferencia del logaritmo de pesos y diferencia de tiempos.

$$TCR = \frac{\ln W_2 - \ln W_1}{(t_2 - t_1)}$$

Dónde:

TCR = Tasa de crecimiento relativo (g/g⁻¹/día⁻¹)

W₁ = Peso seco inicial

W₂ = Peso seco final

t₂ - t₁ = Intervalo de tiempo transcurrido entre evaluaciones

ln = Logaritmo natural

3.5.4. Tasa de asimilación neta ($\text{g/cm}^2/\text{día}^{-1}$)

La tasa de asimilación neta, es la formación de fotoasimilados por unidad de superficie y por unidad de tiempo, una medida de la diferencia entre la acumulación de biomasa debido a la fotosíntesis y la pérdida de biomasa debida a la respiración.

$$TAN = \frac{W_2 - W_1}{A_2 - A_1} * \frac{\ln A_2 - \ln A_1}{t_2 - t_1}$$

Dónde:

TAN = Tasa de asimilación neta ($\text{g/cm}^2/\text{día}^{-1}$)

W_1 = Peso seco inicial

W_2 = Peso seco final

A_1 = Área foliar inicial

A_2 = Área foliar final

$t_2 - t_1$ = Intervalo de tiempo transcurrido entre una evaluación y otra

ln = Logaritmo natural

3.5.5. Índice de área foliar

El índice de área foliar, tiene en cuenta solo el área fotosintéticamente activa, dependen de la densidad de siembra, de la superficie o área del follaje cubierta por planta

$$IAF = \frac{Ah}{As}$$

Dónde:

IAF = Índice de área foliar

Ah = Área foliar

As = Área del suelo

3.6. Beneficio Costo

El análisis de costo beneficio determina la relación existente entre los costos y beneficios, asociados a un proyecto de inversión.

3.7. Coeficiente de Variación

Indica que si el valor de CV supera el 30 % los datos tienen una baja precisión (Pimentel citado por Gordon, R. & Camargo, I. 2015)

3.8. Valor P

El valor p tiene relación con la fiabilidad del estudio, cuyo resultado será más fiable cuanto menor sea la p: en realidad, el valor de p nos indicaría la probabilidad de obtener un valor semejante: el tamaño de la muestra, la varianza de la variable medida, el tamaño del efecto, la distribución de probabilidad empleada, todos proporcionan un valor de p que, si es significativo (habitualmente menor de 0,05), nos indica que sí existe el efecto que estamos estudiando (Arias, 2017).

3.9. Transformaciones estabilizadoras de la varianza para datos con distribuciones conocidas

Las transformaciones se usan para cambiar la escala de las observaciones con el objeto de que estos cumplan mejor la suposición del modelo lineal y ofrezcan inferencias más validas del análisis de varianza. Kuehl, (2001).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Variables morfológicas

4.1.1. Altura de planta (cm)

La altura de planta a los 161 días (Cuadro 3) de acuerdo al análisis de varianza el p-valor es altamente significativo ($p < 0.01$) para los niveles de biol, lo que indica que el biol tiene influencia en altura de planta (Arias, 2017). Presenta un coeficiente de variación de 20,33% el cual se encuentra en un rango aceptable según Pimentel citado por Gordon, & Camargo, (2015)

Cuadro 3. Análisis de varianza para altura de planta (cm) en respuesta a diferentes niveles de biol.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1458,63	3	486,21	27,75	<0,0001
Nivel	1458,63	3	486,21	27,75	<0,0001
Error	210,27	12	17,52		
Total	1668,9	15			

FV: Fuente de variación, SC: Sumatoria de cuadrados, gl: Grados de libertad, CM: Cuadrados medios
F: F calculado

El desarrollo de altura de planta durante un periodo de 161 días (Cuadro 4) de acuerdo al análisis de varianza el p valor es altamente significativo ($p < 0.01$) para la función lineal, es significativo ($p < 0.05$) para la función cuadrática y la función cúbica no es significativa.

Cuadro 4. Análisis de varianza y comparación ortogonal para altura de planta (cm) en respuesta a diferentes niveles de biol.

Nivel	Contraste	E.E.	SC	gl	CM	F	p-valor
Lineal	74,65	9,36	1114,52	1	1114,52	63,61	<0,0001
Cuadrático	17,75	4,19	315,06	1	315,06	17,98	0,0011
Cubico	12,05	9,36	29,04	1	29,04	1,66	0,2222
Total			1458,63	3	486,21	27,75	<0,0001

EE: Error Experimental, SC: Sumatoria de cuadrados, gl: Grados de libertad, CM: Cuadrados medios
F: F calculado

La función ajustada para altura de planta (Figura.1) en un periodo de 161 días, muestra que los cuatro niveles de biol presentan un ajuste cuadrático, para los niveles 0 % 2,5%, 5% y 7,5% los coeficientes de determinación son 0.92, 0.91, 0.88 y 0.71 respectivamente.

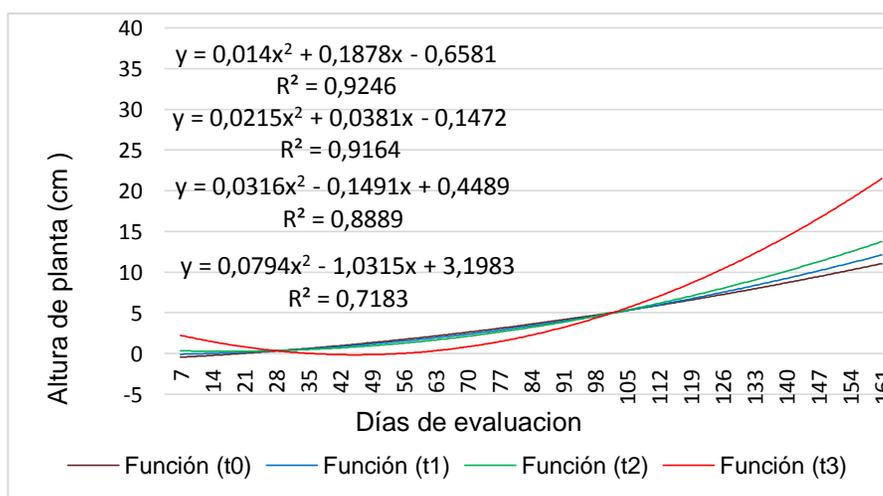


Figura 1. Funciones ajustadas de altura de planta (cm) en respuesta a diferentes niveles de biol en un periodo de 161 días.

De acuerdo a la Figura 2, la altura de planta a los 161 días en respuesta los niveles de biol presenta un ajuste cuadrático con un coeficiente de determinación de 0.98

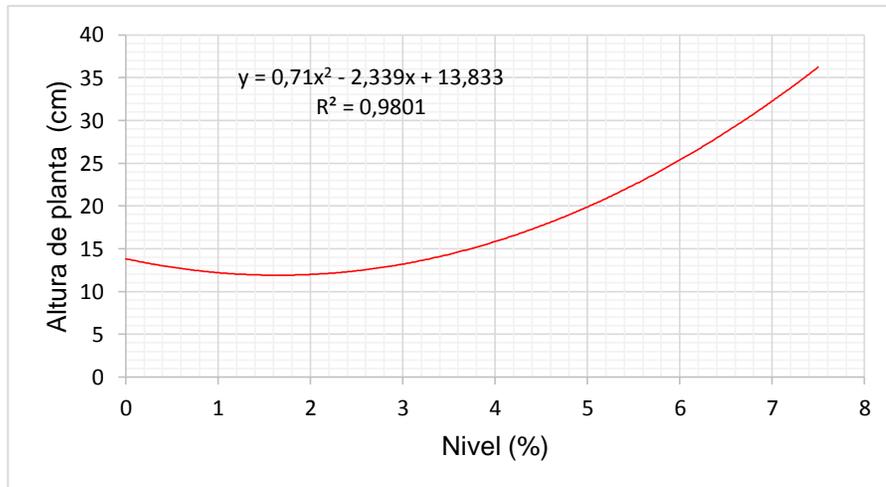


Figura 2. **Función ajustada para altura de planta (cm) en respuesta a diferentes niveles de biol.**

De acuerdo al ajuste de la función para altura de planta (Fig.2), la función cuadrática resulta altamente significativa ($p < 0.01$) por tanto el promedio de los tratamientos tiene la tendencia de un crecimiento cuadrático donde se ajusta en 0,98 %.

Mora (2017), para la altura de planta obtuvo mejor uniformidad y buenos aspectos morfológicos con promedios de 9.6 cm en el tratamiento “D”, también resulto importante el tratamiento B, con promedio 8.4 cm vs el testigo con promedio de 7.26 cm.

Comparando con otros trabajos, con aplicación de las mismas dosis de biol se observa que la altura de planta de maracuyá se encuentra en el rango de 7.26 cm a 9.6 cm, lo que significa que el biol influye en el crecimiento de la planta.

4.1.2. Número de hojas (N°)

El número de hojas por planta a los 161 días (Cuadro. 5) de acuerdo al análisis de varianza el p-valor es significativo ($p < 0.05$) para los niveles de biol, presenta un coeficiente de variación de 8.43%.

Cuadro 5. Análisis de varianza para número de hojas (Nº) en respuesta a diferentes niveles de biol.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	21,69	3	7,23	13,88	0,0003
Nivel	21,69	3	7,23	13,88	0,0003
Error	6,25	12	0,52		
Total	27,94	15			

FV: Fuente de variación, SC: Sumatoria de cuadrados, gl: Grados de libertad, CM: Cuadrados medios
F: F calculado

El desarrollo en número por hojas de planta durante un periodo de 161 días (Cuadro 6) de acuerdo al análisis de polinomios ortogonales el p valor es altamente significativo ($p < 0.01$) para la función lineal, para la función cuadrática y la función cúbica no es significativa.

Cuadro 6. Análisis de varianza y comparación ortogonal para número de hojas (Nº) en respuesta a diferentes niveles de biol

Nivel	Contraste	E.E.	SC	gl	CM	F	p-valor
Lineal	10,25	1,61	21,01	1	21,01	40,34	<0,0001
Cuadrático	0,75	0,72	0,56	1	0,56	1,08	0,3192
Cubico	-0,75	1,61	0,11	1	0,11	0,22	0,6504
Total			21,69	3	7,23	13,88	0,0003

EE: Error Experimental, SC: Sumatoria de cuadrados, gl: Grados de libertad, CM: Cuadrados medios

F: F calculado

El número de hojas (Figura.3) de acuerdo a las funciones ajustadas en un periodo de 161 días, muestra que los cuatro niveles de biol presentan un ajuste cuadrático, para los niveles 0 % 2,5%, 5% y 7,5% los coeficientes de determinación son 0.94, 0.97, 0.97 y 0.98 respectivamente.

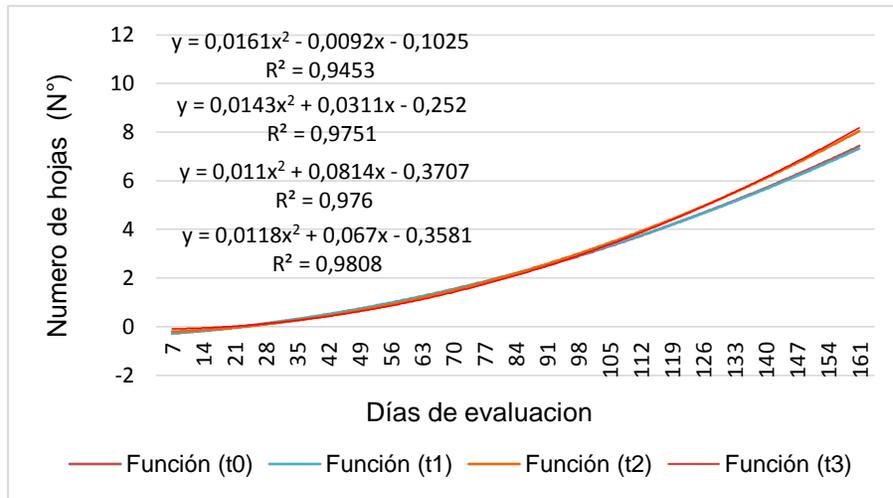


Figura 3. **Funciones ajustadas para número de hojas (Nº) en respuesta a diferentes niveles de biol en un periodo de 161 días.**

De acuerdo a la Figura 4, el número de hojas de planta a los 161 días en respuesta los niveles de biol presenta un ajuste cuadrático con un coeficiente de determinación de 0.99

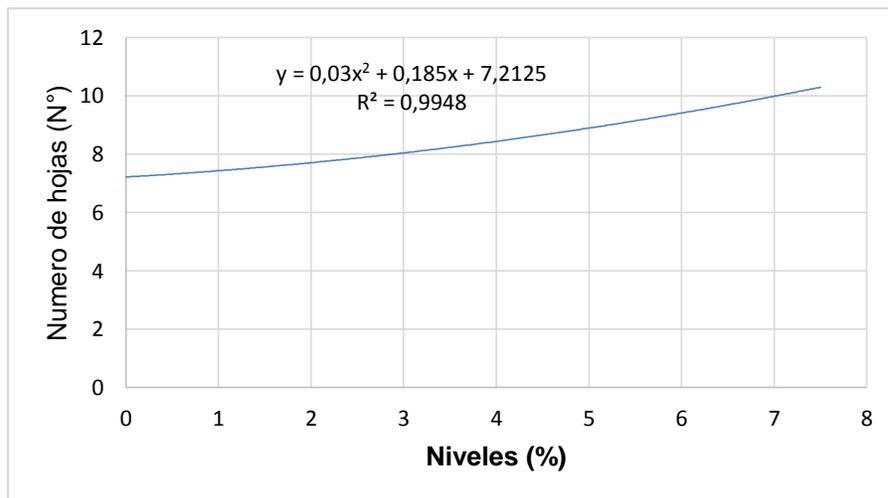


Figura 4. **Función ajustada para número de hojas (Nº) en respuesta a diferentes niveles de biol.**

De acuerdo al ajuste de la función para el número de hojas (Fig. 4) la función cuadrática resulta altamente significativa ($p < 0.01$) por tanto el promedio de los tratamientos tiene la tendencia de un crecimiento cuadrático con un ajuste de 99 %.

En los resultados obtenidos se encontró diferencia estadística significativa, el tratamiento tres obtuvo el mejor resultado a diferencia del testigo con hojas mucho más pequeñas, en cuanto a la aplicación de biol, teniendo como resultado con biol 10,25 hojas en promedio y sin biol 8 hojas en promedio, según Mora (2017), en su trabajo no obtuvo diferencia estadística significativa.

4.1.3. Diámetro de tallo (mm)

El diámetro de tallo por planta a los 161 días (Cuadro 7) de acuerdo al análisis de varianza el p-valor no es significativo para los niveles de biol, presenta un coeficiente de variación de 20,1%.

Cuadro 7. Análisis de varianza para el diámetro de tallo (mm) en respuesta a diferentes niveles de biol.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,69	3	0,23	2,85	0,0822
Nivel	0,69	3	0,23	2,85	0,0822
Error	0,97	12	0,08		
Total	1,66	15			

FV: Fuente de variación, SC: Sumatoria de cuadrados, gl: Grados de libertad, CM: Cuadrados medios
F: F calculado

El desarrollo del diámetro de tallo durante un periodo de 161 días (Cuadro. 8) de acuerdo al análisis de varianza el p valor es significativo ($p < 0.05$) para la función lineal, para la función cuadrática y la función cúbica no es significativa.

Cuadro 8. Análisis de varianza y comparación ortogonal para diámetro de tallo (mm) en respuesta a diferentes niveles de biol.

Nivel	Contraste	E.E.	SC	gl	CM	F	p-valor
Lineal	1,64	0,64	0,54	1	0,54	6,62	0,0244
Cuadrático	0,31	0,28	0,1	1	0,1	1,21	0,2937
Cubico	-0,54	0,64	0,06	1	0,06	0,71	0,4148
Total			0,69	3	0,23	2,85	0,0822

EE: Error Experimental, SC: Sumatoria de cuadrados, gl: Grados de libertad, CM: Cuadrados medios
F: F calculado

El diámetro de tallo (Figura 5) la función ajustada en un periodo de 161 días, muestra que los cuatro niveles de biol presentan un ajuste cuadrático, para los niveles 0 % 2,5%, 5% y 7,5% los coeficientes de determinación son 0.82, 0.87, 0.88 y 0.88 respectivamente.

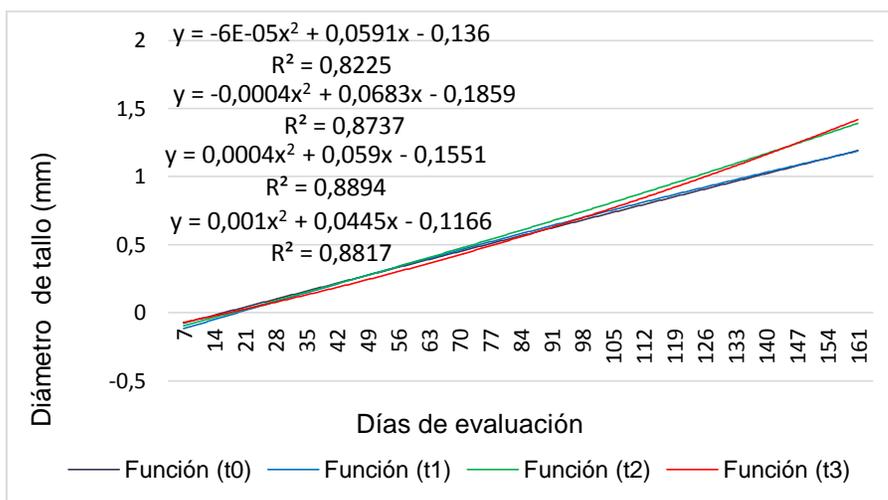


Figura 5. Funciones ajustadas para el diámetro de tallo (mm) en respuesta a diferentes niveles de biol en un periodo de 161 días.

De acuerdo a la figura 6, el diámetro de tallo por planta a los 161 días en respuesta los niveles de biol presenta un ajuste cuadrático con un coeficiente de determinación de 0.91

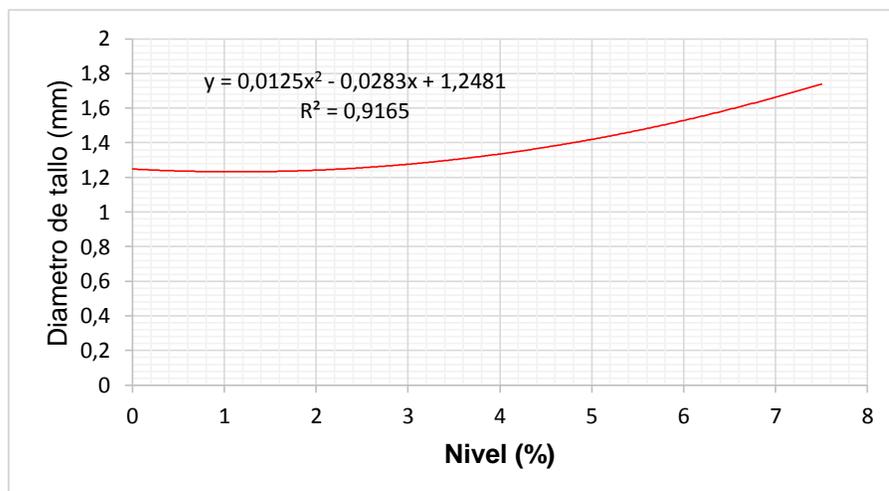


Figura 6. **Función ajustada para el diámetro de tallo (mm) en respuesta a diferentes niveles de biol.**

De acuerdo a la función ajustada para el diámetro de tallo, la función cuadrática presenta un ajuste cuadrático con coeficiente de determinación de 0,91 y un coeficiente de variación de 20,1 % donde el diámetro se incrementa en función al nivel de biol. Al respecto Sanchez (2019), no encuentran diferencias estadísticas, presenta coeficientes de variación entre 20.40 y 38.04 %.

4.1.4. **Peso seco (g)**

El peso seco de planta a los 161 días (cuadro 9) de acuerdo al análisis de varianza el p-valor es altamente significativo ($p < 0.01$) para los niveles de biol presenta un coeficiente de variación de 18.15

Cuadro 9. Análisis de varianza para el peso seco (g) en respuesta a diferentes niveles de biol.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,72	3	0,91	27,14	<0,0001
Nivel	2,72	3	0,91	27,14	<0,0001
Error	0,4	12	0,03		
Total	3,12	15			

FV: Fuente de variación, SC: Sumatoria de cuadrados, gl: Grados de libertad, CM: Cuadrados medios
F: F calculado

El peso seco de planta durante un periodo de 161 días (cuadro 10) de acuerdo al análisis de varianza para polinomios ortogonales el p-valor es altamente significativo ($p < 0.01$) para la función lineal, la función cuadrática es significativa ($p < 0.05$) y la función cubica no es significativa.

Cuadro 10. Análisis de varianza y comparación ortogonal para peso seco (g) en respuesta a diferentes niveles de biol.

Nivel	Contraste	E.E.	SC	gl	CM	F	p-valor
Lineal	3,14	0,41	1,97	1	1,97	59,11	<0,0001
Cuadrática	0,85	0,18	0,72	1	0,72	21,69	0,0006
Cubica	0,32	0,41	0,02	1	0,02	0,62	0,4448
Total			2,72	3	0,91	27,14	<0,0001

EE: Error Experimental, SC: Sumatoria de cuadrados, gl: Grados de libertad, CM: Cuadrados medios
F: F calculado.

El peso seco por planta (Figura. 7) la función ajustada en un periodo de 161 días muestra que los cuatro niveles de biol presentan un ajuste cuadrático, para los niveles 0 % 2,5%, 5% y 7,5, los coeficientes de determinación son: 0.86, 0.87, 0.84 y 0.72 respectivamente

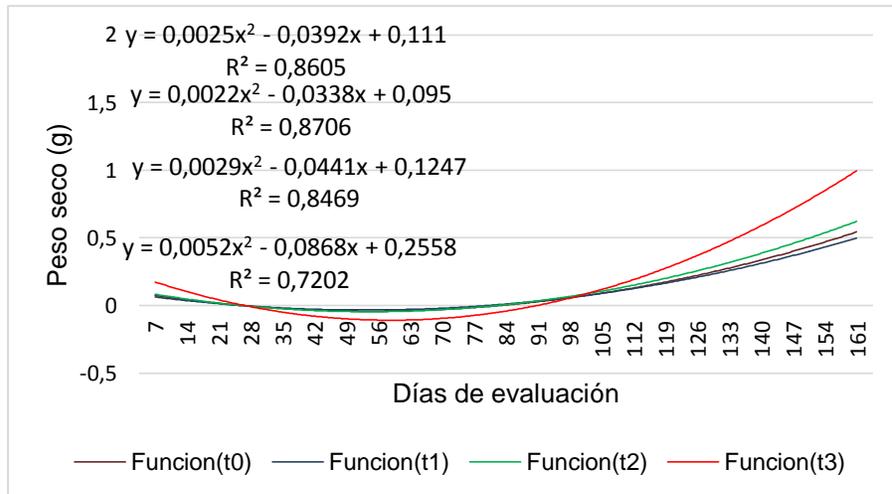


Figura 7. **Funciones ajustadas para el peso seco por planta (g) en respuesta a diferentes niveles de biol en un periodo de 161 días.**

De acuerdo a la Figura 8, el peso seco por planta a los 161 días en respuesta los niveles de biol presenta un ajuste cuadrático con un coeficiente de determinación de 0.99

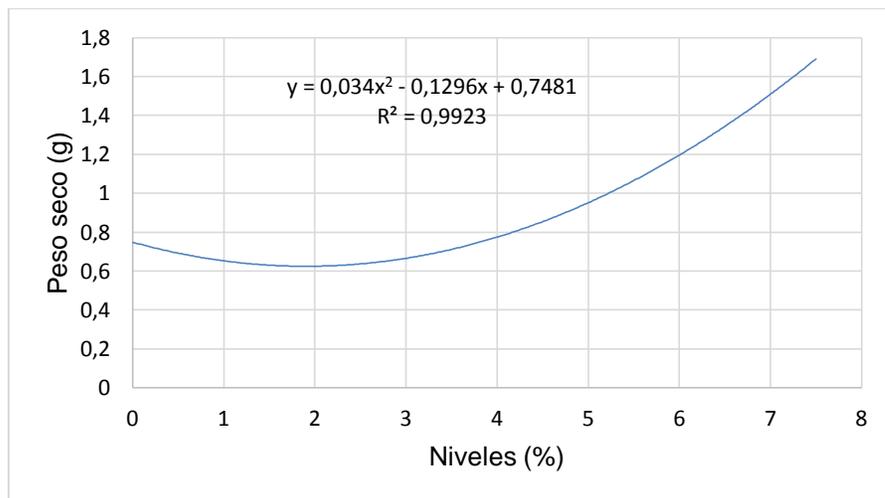


Figura 8. **Función ajustada para peso seco (g) en respuesta a diferentes niveles de biol.**

De acuerdo al resultado del peso seco en respuesta a diferentes niveles de biol, la función cuadrática presenta un ajuste cuadrático con un coeficiente de determinación de 0,99, con un promedio de 1,70 g para el tratamiento 3.

Lizarazo (2013), en el estudio de curuba (*Passiflora tripartita* var. *Mollissima*) determinó que el peso seco en respuesta a dos niveles de manganeso, zinc y boro, tuvo un aumento entre 1 y 14% de acumulación de masa.

4.2. Variables fisiológicas

4.2.1. Área Foliar (cm²)

El área foliar por planta a los 161 días (cuadro. 11) de acuerdo al análisis de varianza el p-valor es altamente significativo ($p < 0.01$) para los niveles de biol. Presenta un coeficiente de variación de 16.26%

Cuadro 11. Análisis de varianza para el área foliar por planta (cm²) en respuesta a diferentes niveles de biol.

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	60495,99	3	20165,33	26,11	<0,0001
Nivel	60495,99	3	20165,33	26,11	<0,0001
Error	9266,97	12	772,25		
Total	69762,96	15			

FV: Fuente de variación, SC: Sumatoria de cuadrados, gl: Grados de libertad, CM: Cuadrados medios
F: F calculado

El desarrollo del área foliar de la planta durante un periodo de 161 días (cuadro. 12) de acuerdo al análisis de varianza el p-valor es altamente significativo ($p < 0.01$) para la función lineal, es significativo ($p < 0.05$) para la función cuadrática y la función cubica no es significativa

Cuadro 12. Análisis de varianza y comparación ortogonal para el área foliar por planta (cm²) en respuesta a diferentes niveles de biol.

Nivel	Contraste	E.E.	SC	gl	CM	F	p-valor
Lineal	519,56	62,14	53987,58	1	53987,58	69,91	<0,0001
Cuadrática	75,25	27,79	5662,34	1	5662,34	7,33	0,019
Cubica	65,04	62,14	846,07	1	846,07	1,1	0,3159
Total			60495,99	3	20165,33	26,11	<0,0001

EE: Error Experimental, SC: Sumatoria de cuadrados, gl: Grados de libertad, CM: Cuadrados medios
F: Fcalculado

El área foliar (Figura. 9) las funciones ajustadas en un periodo de 161 días, muestra que los cuatro niveles de biol presentan un ajuste cuadrático, para los niveles 0 %, 2,5%, 5% y 7,5%, los coeficientes de determinación son 0.79, 0.76, 0.76 y 0.61 respectivamente

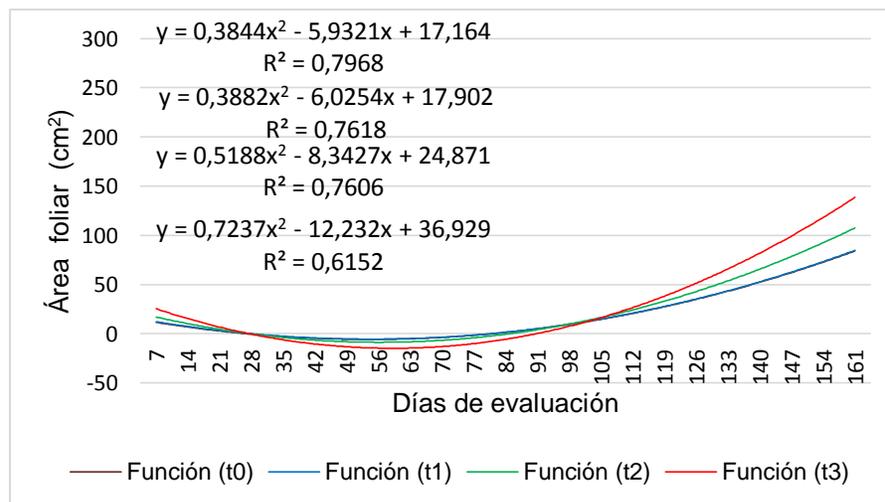


Figura 9. Funciones ajustadas para el área foliar de la planta (cm²) en respuesta a diferentes niveles de biol en un periodo de 161 días.

De acuerdo a la Figura 10, la función ajustada para el área foliar de la planta en un periodo de 161 días en respuesta los niveles de biol presenta un ajuste cuadrático con un coeficiente de determinación de 0.98.

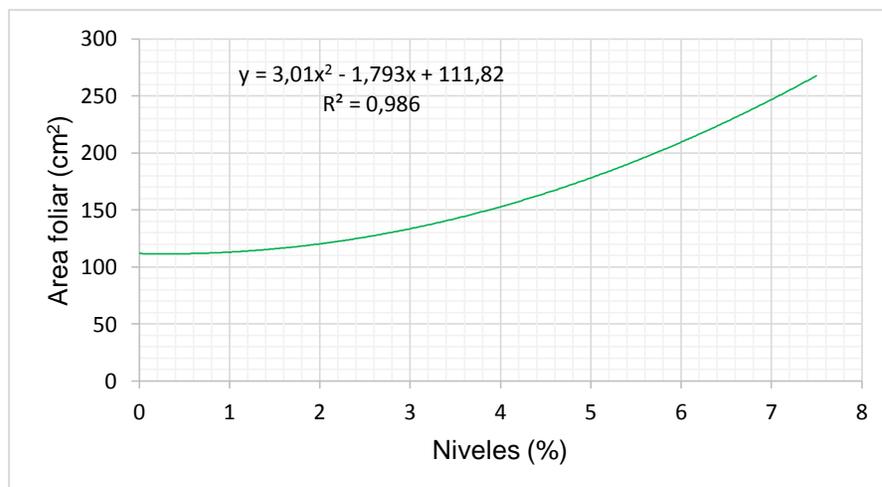


Figura 10. **Función ajustada para el área foliar por planta (cm²) en respuesta a diferentes niveles de biol.**

De acuerdo a la función ajustada para el área foliar en respuesta a los niveles de biol la función cuadrática es la más representativa con un ajuste de 0,98 en el coeficiente de determinación, es altamente significativo para la función lineal. Casierra, F. Peña, G. Peña, J. (2008), halló una función cúbica con un coeficiente de determinación de 0,99

4.2.2. Tasa de crecimiento absoluto (g/día)

La tasa de crecimiento absoluto de la planta a los 161 días (Cuadro 13) de acuerdo al análisis de varianza el p-valor es altamente significativo ($p < 0.01$) para los niveles de biol, lo que expresa que el biol influye en la tasa de crecimiento absoluto, sin embargo presenta un coeficiente de variación de 50.48, el cual resulta muy alto de acuerdo a (Pimentel citado por Gordon, & Camargo, I. 2015), en tal sentido se realizó la transformación de los datos mediante raíz cuadrada para cambiar la escala de observaciones para que se cumplan las suposiciones del modelo lineal y la inferencia del análisis de varianza sea válida Kuehl, (2001), donde el p-valor es significativo ($p < 0.05$) y el coeficiente de variación se reduce a 32,61.

Cuadro 13. Análisis de varianza para la tasa de crecimiento absoluto (g/día) con datos transformados ($\sqrt{\cdot}$) en respuesta a diferentes niveles de biol.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,09	3	0,03	5,94	0,01
Nivel	0,09	3	0,03	5,94	0,01
Error	0,06	12	0,01		
Total	0,15	15			

FV: Fuente de variación, SC: Sumatoria de cuadrados, gl: Grados de libertad, CM: Cuadrados medios
F: F calculado

La tasa de crecimiento absoluto de la planta en un periodo de 161 días (Cuadro 14) de acuerdo al análisis de varianza el p-valor es altamente significativo ($p < 0.01$) para la función lineal, es altamente significativo ($p < 0.05$) para la función cuadrática y la función cubica no es significativa.

Cuadro 14. Análisis de varianza y comparación ortogonal para la tasa de crecimiento absoluta (g/día) con datos transformados ($\sqrt{\cdot}$) en respuesta a diferentes niveles de biol.

NIVEL	Contraste	E.E.	SC	gl	CM	F	p-valor
Lineal	0,29	0,07	0,02	1	0,02	20,25	0,0007
Cuadrática	0,07	0,03	0,01	1	0,01	6,02	0,0304
Cubica	0,05	0,07	0,00045	1	0,00045	0,54	0,4781
Total			0,02	3	0,01	8,94	0,0022

EE: Error Experimental, SC: Sumatoria de cuadrados, gl: Grados de libertad, CM: Cuadrados medios
F: F calculado

La tasa de crecimiento absoluta ajustada (Figura. 11) en un periodo de 161 días, muestra que los cuatro niveles de biol presentan un ajuste cuadrático, para los niveles 0 % 2,5%, 5% y 7,5%, los coeficientes de determinación son 0.74, 0.80, 0.87 y 0.87 respectivamente.

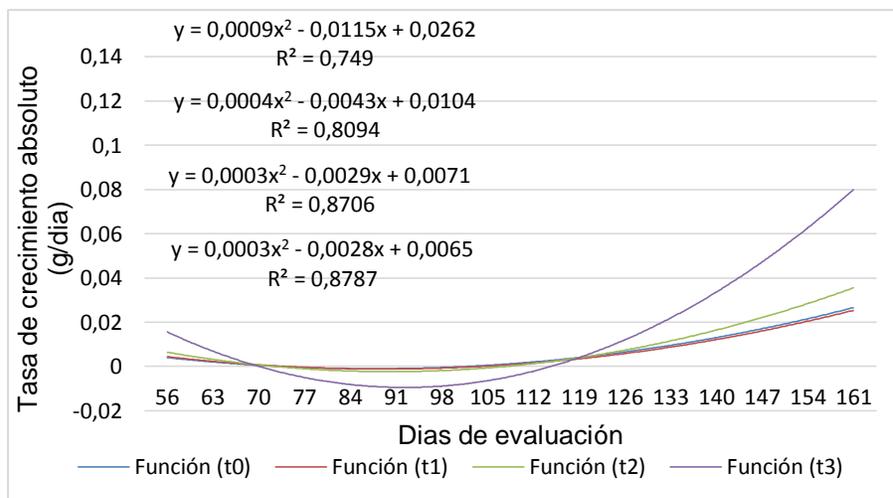


Figura 11. **Funciones ajustadas para la tasa de crecimiento absoluta (g/día) en respuesta a diferentes niveles de biol en un periodo de 161 días.**

De acuerdo a la Figura 12 la tasa de crecimiento absoluta por planta a los 161 días en respuesta a los niveles de biol presenta un ajuste cuadrático con un coeficiente de determinación de 0.99 %.

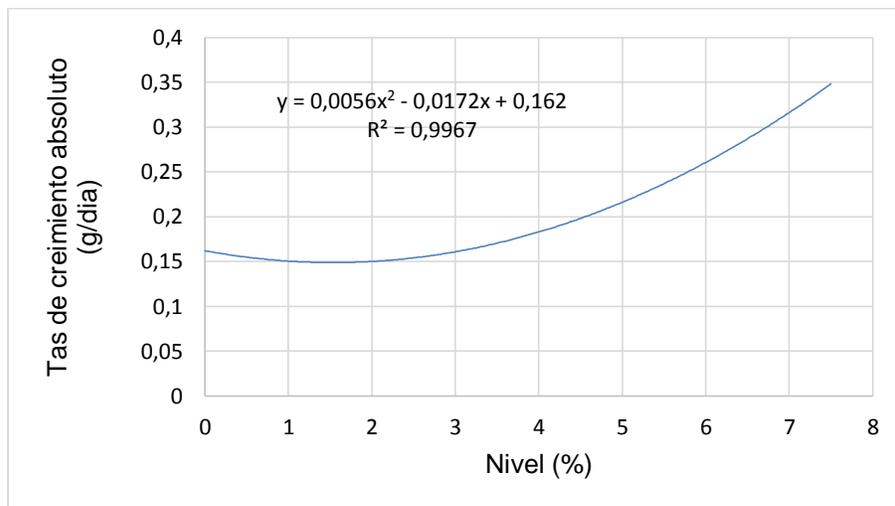


Figura 12. **Función ajustada para la tasa de crecimiento absoluta (g/día) en respuesta a diferentes niveles de biol.**

De acuerdo a la función ajustada para la tasa de crecimiento presenta un R^2 de 0,99 para el ajuste cuadrático, lo que expresa que a medida que se incrementan los niveles de biol, se incrementa la tasa de crecimiento absoluta. En el estudio de la curuba para la tasa de crecimiento absoluta Cassierra, Lancheros, Cutler, (2017), hallo un coeficiente de 0,98.

4.2.3. Tasa de crecimiento relativo ($g/g^{-1}/dia^{-1}$)

La tasa de crecimiento relativo por planta a los 161 días (Cuadro 15) de acuerdo al análisis de varianza el p-valor no es significativo para los niveles de biol presenta un coeficiente de variación de 69,61% el cual resulta muy alto de acuerdo a (Pimentel citado por Gordon, & Camargo, 2015), en tal sentido se realizó la transformación de los datos Kuehl, R. (2001), donde el p-valor no es significativo para los niveles, con un coeficiente de variación de 39,26%

Cuadro 15. Análisis de varianza para la tasa de crecimiento relativo ($g/g^{-1}/dia^{-1}$) con datos transformados ($\sqrt{\quad}$) en respuesta a diferentes niveles de biol.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,54	3	0,18	0,7	0,5691
Nivel	0,54	3	0,18	0,7	0,5691
Error	3,07	12	0,26		
Total	3,6	15			

FV: Fuente de variación, SC: Sumatoria de cuadrados, gl: Grados de libertad, CM: Cuadrados medios
F: F calculado

El desarrollo de la tasa de crecimiento relativo por planta durante un periodo de 161 días (Cuadro 16) de acuerdo al análisis de varianza el p-valor no es significativo para las funciones lineal, cuadrática y la función cubica.

Cuadro 16. Análisis de varianza y comparación ortogonal para la tasa de crecimiento relativo ($\text{g/g}^{-1}/\text{día}^{-1}$) con datos transformados ($\sqrt{\quad}$) en respuesta a diferentes niveles de biol.

Nivel	Contraste	E.E.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Lineal	0,17	0,12	0,01	1	0,01	2,12	0,1714
Cuadrático	0,03	0,05	0,0011	1	0,001	0,39	0,5442
Cubico	0,04	0,12	0,0003	1	0,0003	0,11	0,7497
Total			0,01	3	0,0025	0,87	0,4831

EE: Error Experimental, SC: Sumatoria de cuadrados, gl: Grados de libertad, CM: Cuadrados medios
F: Fcalculado

La tasa de crecimiento relativo (Figura. 13) ajustada en un periodo de 161 días, muestra que los cuatro niveles de biol presentan un ajuste cuadrático, para los niveles 0 % 2,5%, 5% y 7,5%, los coeficientes de determinación son 0.40, 0.52, 0.32 y 0.66 respectivamente.

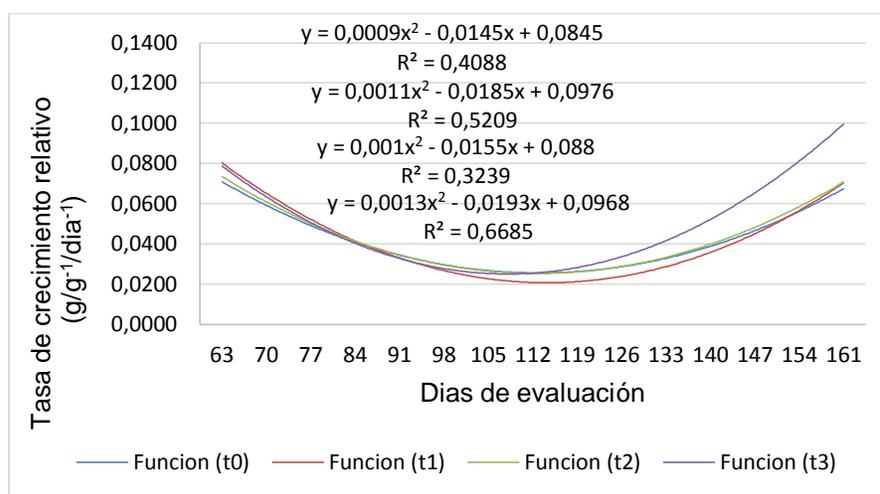


Figura 13. Funciones ajustada para la tasa de crecimiento relativo ($\text{g/g}^{-1}/\text{día}^{-1}$) en respuesta a diferentes niveles de biol en un periodo de 161 días.

De acuerdo a la Figura 14 la tasa de crecimiento relativo por planta a los 161 días en respuesta a los niveles de biol presenta un ajuste cuadrático con un coeficiente de determinación de 0.97 %.

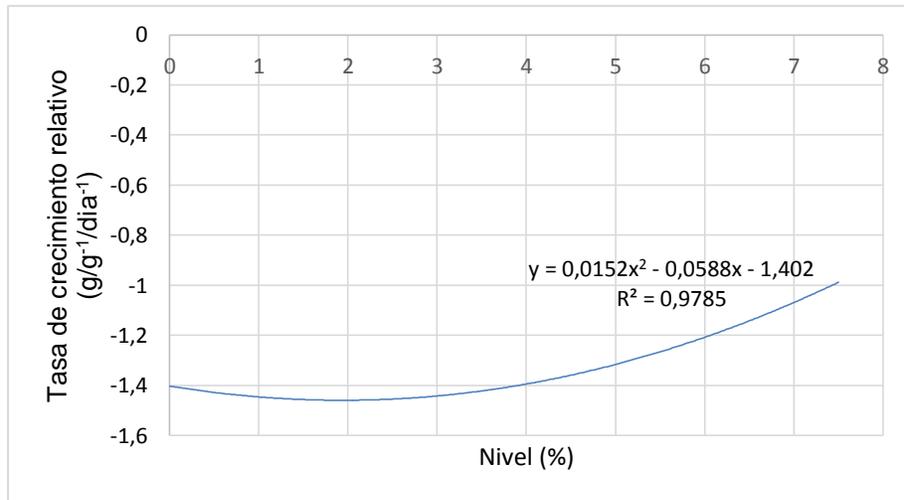


Figura 14. **Funciones ajustada para la tasa de crecimiento relativo (g/g¹/día¹) en respuesta a diferentes niveles de biol.**

De acuerdo a la función de la tasa de crecimiento relativo presenta un R2 0,97 para un ajuste cuadrático, lo que expresa que a medida que se incrementan los niveles de biol se incrementan la tasa de crecimiento en el estudio del frijol chino para la tasa de crecimiento relativo (Apaez, Escalante, & Rodríguez, 2011), hallo un coeficiente de 0,77

4.2.4. Tasa de asimilación neta (g/cm²/día¹)

La tasa de asimilación neta por planta a los 161 días (cuadro. 17) de acuerdo al análisis de varianza el p-valor no es significativo para los niveles de biol presenta un coeficiente de variación de 54.14% el cual resulta muy alto de acuerdo a Pimentel citado por Gordon, R. & Camargo, I. 2015), en tal sentido se realizó la transformación de los datos Kuehl, (2001), donde el p-valor no es significativo donde el coeficiente de variación se reduce a 13,01%

Cuadro 17. Análisis de varianza para la tasa de asimilación neta ($\text{g}/\text{cm}^2/\text{dia}^{-1}$) con datos transformados ($\sqrt{}$) en respuesta a diferentes niveles de biol.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,87	3	0,29	1,41	0,287
NIVEL	0,87	3	0,29	1,41	0,287
Error	2,46	12	0,2		
Total	3,33	15			

FV: Fuente de variación, SC: Sumatoria de cuadrados, gl: Grados de libertad, CM: Cuadrados medios

F: F calculado

El desarrollo de la tasa de asimilación neta por planta durante un periodo de 161 días (cuadro. 18) de acuerdo al análisis de varianza el p-valor es significativa ($p < 0.05$) para la función lineal, para la función cuadrática y la función cubica no es significativa

Cuadro 18. Análisis de varianza y comparación ortogonal para la tasa de asimilación neta ($\text{g}/\text{cm}^2/\text{dia}^{-1}$) en con datos transformados ($\sqrt{}$) respuesta a diferentes niveles de biol.

Nivel	Contraste	E.E.	SC	gl	CM	F	p-valor
Lineal	0,0015	0,00058	0,00000045	1	0,00000045	6,76	0,0232
Cuadrático	0,00042	0,00026	0,00000018	1	0,00000018	2,63	0,1306
Cubico	0,00025	0,00058	0,00000012	1	0,00000012	0,18	0,678
Total			0,00000064	3	0,00000021	3,19	0,0626

EE: Error Experimental, SC: Sumatoria de cuadrados, gl: Grados de libertad, CM: Cuadrados medios

F: F calculado

La tasa de asimilación neta ajustada (Figura.15) en un periodo de 161 días, muestra que los cuatro niveles de biol presentan un ajuste cuadrático, para los niveles 0 % 2,5%, 5% y 7,5%, los coeficientes de determinación son 0.12, 0.15, 0.14 y 0.16 respectivamente.

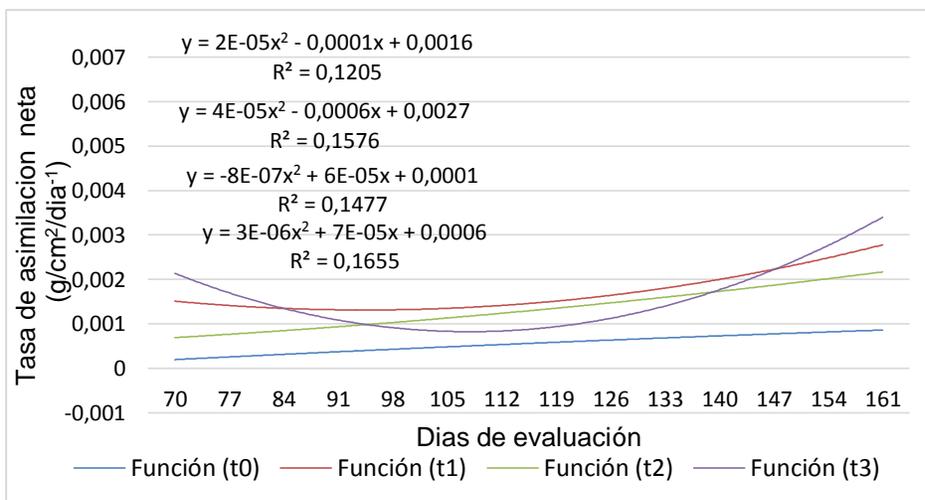


Figura 15. **Funciones ajustadas para la tasa de asimilación neta (g/cm²/dia⁻¹) en respuesta a diferentes niveles de biol en un periodo de 161 días.**

De acuerdo a la Figura. 16 la tasa de asimilación neta por planta a los 161 días en respuesta a los niveles de biol presenta un ajuste cuadrático con un coeficiente de determinación de 0.99

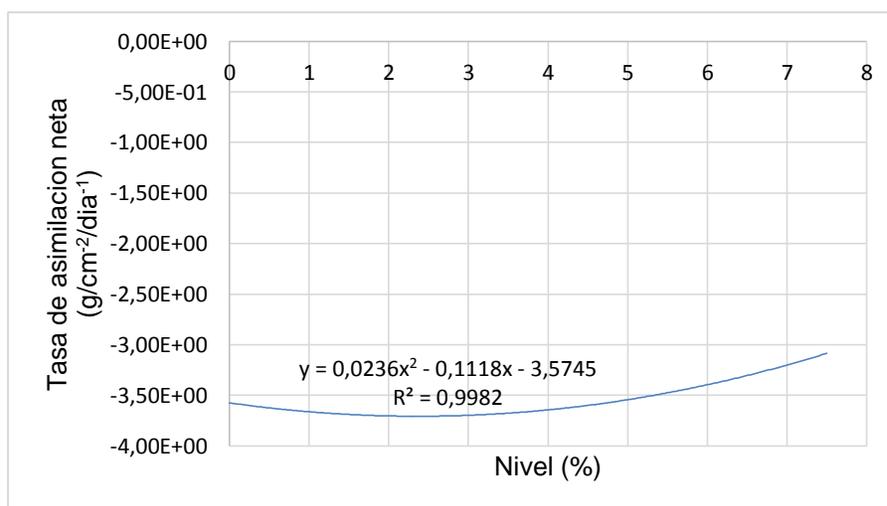


Figura 16. **Función ajustada para la tasa de asimilación neta (g/cm²/dia⁻¹) en respuesta a diferentes niveles de biol.**

De acuerdo a la función ajustada para la tasa de asimilación neta en respuesta a los niveles de biol presenta un ajuste cuadrático 0,99 en el coeficiente de determinación y significativo para la función lineal (Apaez, Escalante, & Rodriguez, 2011) hallo un coeficiente de 0,51

4.2.5. Índice de área foliar

El índice de área foliar por planta a los 161 días (cuadro. 19) de acuerdo al análisis de varianza el p-valor es altamente significativo para los niveles de biol presenta un coeficiente de variación de 16,27%

Cuadro 19. Análisis de varianza para el índice de área foliar en respuesta a diferentes niveles de biol.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,94	3	0,65	26,08	<0,0001
Nivel	1,94	3	0,65	26,08	<0,0001
Error	0,3	12	0,02		
Total	2,24	15			

FV: Fuente de variación, SC: Sumatoria de cuadrados, gl: Grados de libertad, CM: Cuadrados medios

F: F calculado

El índice de área foliar por planta durante un periodo de 161 días (Cuadro 20) de acuerdo al análisis de varianza el p-valor es altamente significativa ($p < 0.01$) para la función lineal, es significativa ($p < 0.5$) para la función cuadrática y la función cubica no es significativa

Cuadro 20. Análisis de varianza y comparación ortogonal para el índice de área foliar en respuesta a diferentes niveles de biol.

Nivel	Contraste	E.E.	SC	gl	CM	F	p-valor
Lineal	2,94	0,35	1,73	1	1,73	69,81	<0,0001
Cubico	0,43	0,16	0,18	1	0,18	7,32	0,0191
Cuadrático	0,37	0,35	0,03	1	0,03	1,09	0,3165
Total			1,94	3	0,65	26,08	<0,0001

EE: Error Experimental, SC: Sumatoria de cuadrados, gl: Grados de libertad, CM: Cuadrados medios
F: Fcalculado

El índice de área foliar (Figura 17) las funciones ajustadas en un periodo de 161 día, muestra que los cuatro niveles de biol presentan un ajuste cuadrático, para los niveles 0 % 2,5%, 5% y 7,5%, los coeficientes de determinación son 0.85, 0.83, 0.85 y 0.70 respectivamente.

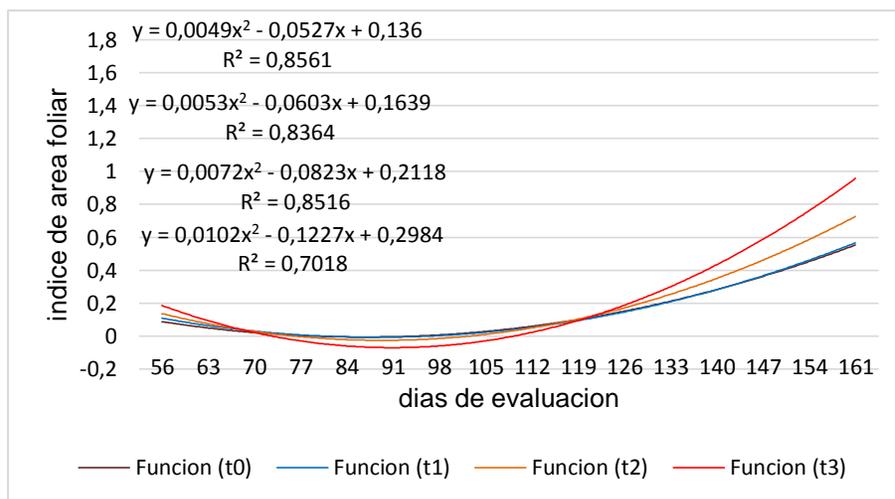


Figura 17. Funciones ajustadas para el índice de área foliar en respuesta a diferentes niveles de biol en un periodo de 161 días.

De acuerdo a la Figura 18 el índice de área foliar por planta a los 161 días en respuesta a los niveles de biol presenta un ajuste cuadrático con un coeficiente de determinación de 0.98

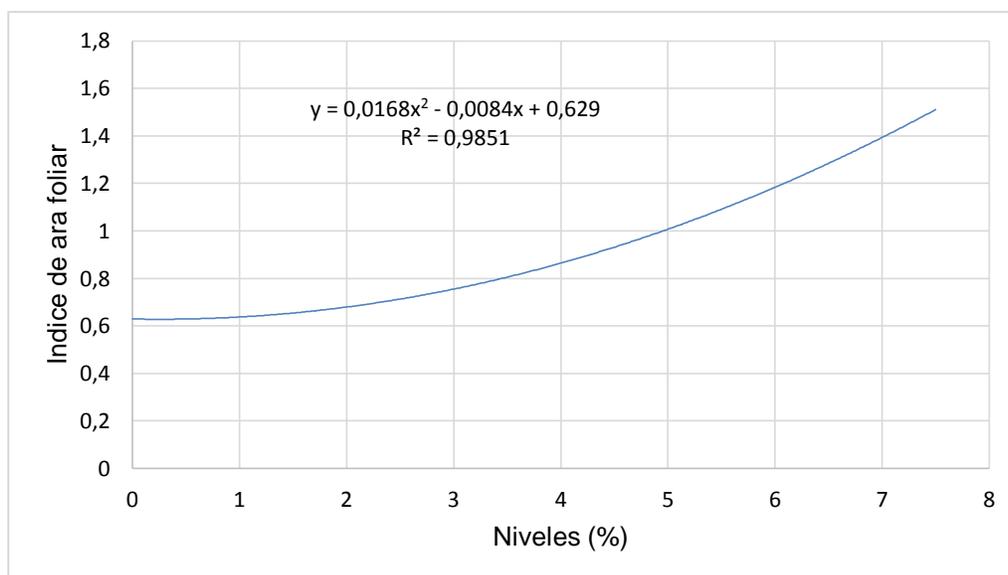


Figura 18. **Función ajustada para el índice de área foliar en respuesta a diferentes niveles de biol.**

4.3. Beneficio costo

4.3.1. Costos

En cuanto a los costos de mano de obra se tomó en cuenta todas las labores culturales en el periodo de investigación, la mano de obra por medio día es de 50 bs precio establecido en el lugar por los agricultores, para el costo de los materiales e insumos se menciona en el Cuadro 21, muestra el total de inversión en cuanto a materia prima, costos de materiales costos de mano de obra.

Cuadro 21. Detalle del costo por tratamiento

	Testigo 0% biol	Tratamiento 1 2.5% biol	Tratamiento 2 5% biol	Tratamiento 3 7.5%
Costo de semilla	2,5	2,5	2,5	2,5
Costo de mano de obra	267,75	267,75	267,75	267,75
Bolsita de 10 x 20 cm	9,6	9,6	9,6	9,6
Biol	0	0,075	0,15	0,225
Costo de inversión	279,85	279,925	280	280,075

4.3.2. Análisis económico con relación al beneficio costo

De acuerdo a los ingresos obtenidos el costo total, el análisis de rentabilidad económica se calculó en base a la relación beneficio costo que consiste en determinar los beneficios obtenidos e ingresos con los gastos generados durante todo el proceso de producción.

En el Cuadro 22 se observa el resumen de los ingresos y el costo de inversión para cada tratamiento, lo que permite determinar el beneficio neto y la relación beneficio costo.

Cuadro 22. Análisis económico con relación a beneficio costo

	Testigo	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3
	0% biol	2.5% biol	5% biol	7.5%
Ingreso Bs	160	200	240	320
Costo de inversión (bs)	279,85	279,925	280	280,075
Beneficio neto bs	-119,85	-39,925	40	119,925
Beneficio costo	-0,43	-0,14	1,14	1,43

5. CONCLUSIONES

- La altura de planta, el tratamiento T3 obtuvo un promedio de 36,82 cm en un periodo de 161 días.
- Respecto al número de hojas el mayor promedio fue alcanzado por el tratamiento 3 con 10,25 hojas y el menor promedio fue para el testigo con 7,25 hojas/planta.
- El diámetro de tallo presentó un incremento en la medida del incremento de biol teniéndose una variación de 1,27 mm y 1,71 mm.
- Para el peso seco por planta, fue influenciado por los diferentes tratamientos obteniendo un peso mayor para el tratamiento T3 con 1,70 g seguido del testigo con un peso menor de 0,73 g.
- El área foliar, esta variable fue influenciada por la aplicación del biol, el área mayor con el tratamiento T3 con 270,94 cm² y los valores menores para el testigo con 108,57 cm².
- La tasa Absoluta de crecimiento, expresa el mejor promedio el tratamiento T3 con 0,122 g/día⁻¹ y los menores promedios para el testigo 0,029 g*día⁻¹.
- La tasa de crecimiento relativo en un periodo de 161 días se observó el desarrollo del tratamiento 3 con un mayor crecimiento en relación al testigo
- La tasa de asimilación neta en respuesta a los niveles de biol aplicado el tratamiento 3 con 0,16 obtuvo mejores resultados en comparación del testigo con 0,12 y tratamiento 2 con 0,14

- En cuanto al IAF nos indica que fue influenciado por la aplicación de Biol con el promedio mayor del tratamiento T3 con 1,53 y con menor promedio del testigo 0,61.
- El análisis del beneficio costo se determinó valores negativos en el testigo y en el tratamiento 1, con -0,43 y -0,14bs respectivamente. Con valores positivos los tratamientos 2 y 3 con 1,14 y 1,43 respectivamente.

6. RECOMENDACIONES

- Continuar con trabajos de investigación relacionados, para mejorar la calidad nutritiva de los abonos líquidos y su aplicación utilizando en otras especies.
- Promover otras investigaciones respecto a la dosificación del Biol para acelerar la emergencia de plántulas en viveros.
- Realizar trabajos de investigación aplicando niveles de biol mayor a 7,5 % para estudiar el crecimiento y desarrollo de plantines de maracuyá.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Abad, Herrera, & García, 1992 Evaluación agronómica de sustratos de cultivo. Editorial Secia, Colombia, P. 172.
- Agribusines, 1992. Manual técnico del maracuyá. Quito. P. 33.
- Alfonzo, 2010. Manual técnico. Perú. P. 15.
- Alvarado, 2001. Calculo de sistema de vapor para la industria de concentrado de maracuyá. Ediciones Mundo Prensa. España. P. 25.
- Álvarez, 2010. Preparación del biol. Perú. P.5
- Aparcana, & Jansen, 2008. Estudio sobre el valor fertilizante de los productos del proceso de fermentación anaeróbica para producción de biogás. Perú. P. 1239.
- Apaez, Escalante, & Rodriguez, 2011. Crecimiento y rendimiento del frijol chino en función del tipo de espaldera y clima. Ediciones Tropical and sub tropical agroecosystems. México. P. 315.
- Asorena, 1994. Sustrato, propiedades y caracterización. Ediciones Mundo prensa. Madrid España. P. 160
- Arana, 2011. Manual de elaboración de biol. Soluciones prácticas. Perú. P. 40
- Arias, 2017. Que significa realmente el valor de P. Edición SCIELO. Madrid – España. P.2
- Ardila, 2011. Estudio de crecimiento de la planta y del fruto de tres híbridos de tomate (*solanum lycopersicum* L.) en tiempo fisiológico, bajo cubierta plástica. Tesis de grado Universidad Nacional de Bogotá. Colombia. P.73
- Bejarano, 1994. Manual de maracuyá. Edición Proexant. Ecuador. P. 77
- CABI 2020. Comprendio de especies invasoras, Recuperado el 7 de septiembre de 2020 De <http://www.cabi.org/isc/datasheet/38799>.
- Carraza, 2018. Fertilización en cultivo de maracuyá. Ediciones CENTA. Colombia. P.

- Casierra, Lancheros, Cutler, 2017. Crecimiento y caída de frutos en curuba (*Passiflora tripartita var mollissima*) Revista colombianas de ciencias hortícolas, Colombia. P. 2
- Casierra, F., Peña, G. & Peña, J. 2008. Estimación indirecta del área Foliar en *Fragaria vesca* L., *Physalis peruviana* L., *Acca sellowiana* (Berg.) Burret, *Rubus glaucus* L., *Passiflora mollissima* (Kunth) LH Bailey AND *Ficus carica* L. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*. Bogota Colombia.
- Corral, 2009. Introducción a la estadística experimental recuperado el 22 de octubre de 2020 <https://dicaf.ujed.mx/archivos/20170703114858IntroduccionEstadisticaExperimental.pdf>
- Dulanto, & Aguilar, 2011. Guía Técnica. Manejo Integrado En Producción Y Sanidad de Maracuyá. Tesis de grado. Universidad Nacional Agraria La Molina. Perú.
- García, 2002. Guía técnica del cultivo de maracuyá amarillo. Centro nacional de tecnología. El Salvador.
- Gomero. 2000. Los biodigestores campesinos, una innovación para el aprovechamiento de los recursos orgánicos. Recuperado el 15 de junio de 2018 De http://www.leisa.inf./index.php?url=getblob.hp.&o_id=getblob.hp&o_id=75455&a_id=211&a_seq=0.
- Gordon, & Camargo, 2015. Selección de estadísticos para la estimación de la precisión experimental en ensayos de maíz. Panamá. IDIAP. P. 63
- Herrera, 2008. Biodigestores familiares: guía de diseño y manual de instalación. (PROAGRO). Bolivia, Recuperado el 15 de septiembre de 2019 De <http://www.bivica.org/upload/biodigestores-familiares.pdf>.
- Huariste, 2011. *Monografía de la Provincia Caranavi*. La Paz - Bolivia: Ed. Cordillera .
- Hunt, 1990. Basic Growth analysis. Plant growth analysis for beginners. Boston. P. 112
- INIA. (2008). Instituto nacional de investigación agraria. Primera Edición. Lima Perú. P. 4

- Kuehl, 2001. Diseño de experimentos, principios estadísticos de diseño y análisis de investigación. Segunda edición. México P. 666.
- Lizarazo, Hernandez, Fischer, & Gómez, 2013. Biomasa, parámetros foliares y sintomatología en respuesta a diferentes niveles de manganeso, zinc y boro en curuba (*Passiflora tripartita var. mollissima*). *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*. Colombia P. 45.
- Mag. 2010. Tec – Maracuyá. Ecuador. P 20
- Malavolta, 1994. Nutrición y fertilizante del maracuyá. Ecuador. P. 52
- Manica, 1981. Fruticultura tropical: 1 maracuyá, agronómica. CERES. Sao Pablo Brasil. P. 52.
- Martin. 2013. Aplicación de abonos orgánicos líquidos. Ecuador
- Mora, 2017. Producción de plantines de maracuyá (*passiflora edulis*)
Con dos dosificaciones de hácido húmico más biol en el balledo chao. Trujillo Peru.
P. 60
- Padilla, 1999. manual de la fertilización orgánica y química. Edición. El Surco. Ecuador. P. 84.
- Olaya, 1992. Fruta de américa tropical y sub tropical historia y usos. Edición. Norma. Colombia. P. 35
- Rivera, 1994. Fertilidad en los suelos recuperado el 25 de febrero de 2019, de <http://www.elsalvador.com/hablemos/2004/180404/180404-3htm>.
- Restrepo, 2001. Manual Práctico. Edición. Printex. Nicaragua. P.100
- Robles, 2010. Cultivo de maracuyá. Gerencia regional agraria la libertad. Trujillo – Perú.
- Ruiz. (2010). Maracuyá parchita recuperado el 18 de junio de 2018 de <http://www.maracuyaaldia.blogspot.com/2011/061fenoloia-de-la-prachita-0-maracuya>.
- Salinas, 2010. Guía técnica del cultivo de maracuyá amarilla. Centro nacional de tecnología y forestal. Recuperado el 20 de junio de 2018 de <http://www.maracuya.org/cat/variedades-tipo/9>.

- Sánchez, 2019. Evaluación de tres bio estimulantes orgánicos y su incidencia en el desarrollo morfológico de plántulas de maracuyá (*pasiflora edulis*) a nivel de vivero. Manabi Ecuador.
- Taborda, 2013. Seminario de investigación. Instituto superior particular incorporado N° 4044 "SOL". P. 89.
- SISTEMABIOBOLSA,. 2012. Manual de biol, aplicación de biol en diferentes cultivos agrícolas. México. P. 5.
- Valarezo, 2014. El cultivo de maracuyá; manual técnico para su manejo. primera edición. Ecuador. P. 72.

ANEXOS

Anexo 1. Fotografías del proceso



Figura 19. **Preparación de sustrato (Villavicencio, 2019)**



Figura 20. **Llenado de bolsas (Villavicencio, 2019)**



Figura 21. **Llenado de bolsas listo para enfilear (Villavicencio, 2019)**



Figura 22. **Muestreo (Villavicencio, 2019)**



Figura 23. **Tratamiento 1 (Villavicencio, 2019)**



Figura 24. **Pesado de muestra (Villavicencio, 2019)**

Anexo 2. Croquis del experimento

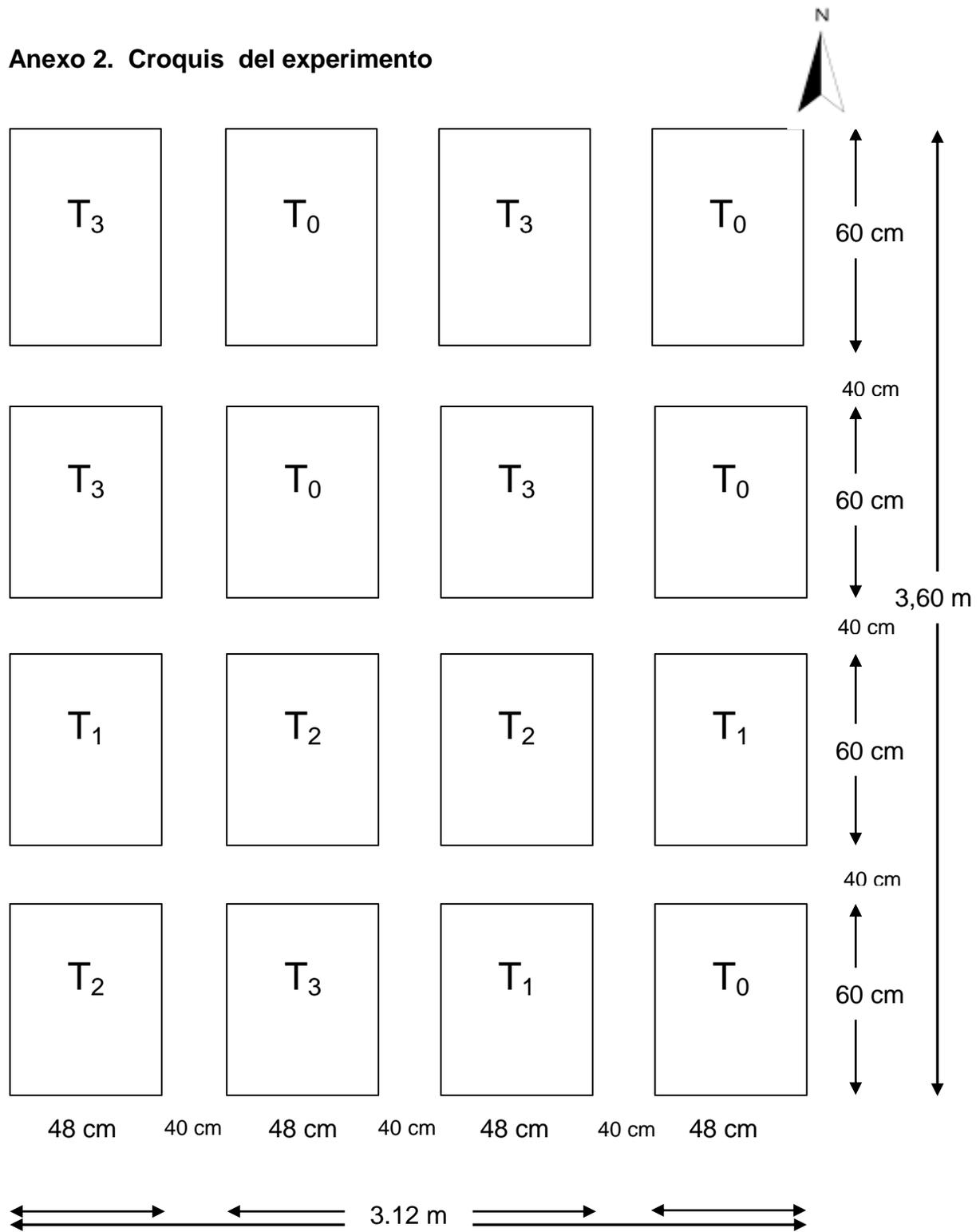


Figura 25. Croquis del experimento (Villavicencio. 2019)