



EVALUACIÓN DE SUSTRATOS PARA VIVERO DE CAFÉ

(Suelo + abono) incluyendo tecnología EcoPil



ÍNDICE

<u>1.- INTRODUCCIÓN</u>	3
<u>2.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</u>	4
<u>3.- JUSTIFICACIÓN</u>	4
<u>4.- OBJETIVOS</u>	5
<u>5.- MATERIALES Y MÉTODOS</u>	5
<u>6.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	13
<u>7.- CONCLUSIONES</u>	25
<u>8.- RECOMENDACIONES</u>	25
<u>9.- BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA</u>	26



1. INTRODUCCIÓN

El éxito de una finca de café radica en gran parte en las plántulas utilizadas para su establecimiento, estas deben poseer un gran vigor y buena adaptación al clima y suelo del lugar donde se establecerán definitivamente. Tres aspectos determinan la producción de plantas vigorosas en el vivero y permiten a las plantas expresar su máximo potencial productivo:

1. Pureza genética y viabilidad de la semilla para lograr chapolas vigorosas.
2. Sustrato inocuo utilizado para el crecimiento de las plántulas
3. Buenas prácticas agronómicas de manejo en vivero.

De acuerdo con IHCAFE (2021), cuando un productor adquiere la semilla para establecer el vivero, debe tener en cuenta lo siguiente:

Que la semilla provenga de una fuente confiable y con experiencia en producción y almacenamiento.

Que posea pureza varietal y proceda de plantaciones con buena producción y comportamiento agronómico estable.

Que tenga pruebas de viabilidad y germinación.

Habiendo tomado en cuenta los aspectos previamente descritos, se debe poner especial cuidado en el sustrato para el vivero. El suelo utilizado para viveros debe provenir de la parte superficial del mismo (lo primeros 20 cm), con buenas características de fertilidad las cuales se pueden mejorar haciendo uso de compuestos orgánicos, así como de algunos fertilizantes sintéticos que deben contribuir a producir plantas de excelente calidad (IHCAFE, 2021).

A pesar de que la recomendación del IHCAFE es utilizar una relación 70 por ciento de suelo y 30 por ciento de materia orgánica, no se habían realizado evaluaciones de la eficiencia de diferentes fuentes de materia orgánica.

Este estudio pretende dar luces sobre la composición de los sustratos y su eficiencia, para lo cual evalúa dos fuentes de materia orgánica: gallinaza y lombricompost en tres proporciones de 20, 30 y 40 por ciento, adicionalmente evalúa el sustrato utilizado con una tecnología nueva de producción de plántulas denominada EcoPil. La tecnología ecológica certificada EcoPil consiste en un cilindro de 50 mm de diámetro y 150 a 160 mm de alto, compuesto de sustrato, materia orgánica y una malla de papel biodegradable en la que se desarrolla la planta de café antes del trasplante al campo definitivo.

Para la etapa de vivero, se debe seleccionar el sitio adecuado, que sea plano con ligera pendiente, con buen drenaje y disponibilidad de riego. Debe establecerse un plan de nutrición y manejo de plagas y enfermedades.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El sistema de contenedores para la producción de plantas en viveros comúnmente utilizado bolsas de polietileno de color negro, perforada, cuyas dimensiones pueden variar de 6x8, 7x8, 8x9 y 8x10 pulgadas, la decisión sobre el tamaño a utilizar dependerá del tiempo que se tenga planificado para que la planta permanezca en el vivero. Existen otras tecnologías como el tubete un cono de polipropileno negro de 13 cm de altura y 150 cm cúbicos de capacidad, con estrías internas a lo largo del tubo y abierto en la parte inferior, las estrías sirven para orientar las raíces hacia abajo y para facilitar la separación del pilón de las paredes del cono cuando se trasplanta; además se encuentra disponible en Honduras.

Actualmente en Honduras, los productores de café suelen tener ciertos problemas durante el establecimiento y desarrollo de viveros que da como resultado la producción de plantas de mala calidad. Entre las razones que causan este problema podemos mencionar las siguientes:

- Uso de suelos de estratos inferiores con poca fertilidad.
- Uso de sustrato inadecuado en la elaboración de semilleros.
- Poco o ningún uso de abono orgánico complementario para enriquecer el sustrato del suelo, dada la poca disponibilidad del mismo.
- Inadecuado plan de nutrición en cuanto dosis, frecuencia y tipo de fertilizante a utilizar.
- Uso excesivo de sombra o demasiada exposición solar.
- Inadecuada desinfección del sustrato del semillero.
- Inadecuada desinfección del vivero.
- Uso de bolsas, con dimensiones que requieren grandes cantidades de suelo.
- Dificultad de traslado al sitio de siembra por su peso y volumen.
- Utilización de semilla con poca pureza genética.

3. JUSTIFICACIÓN

La presente investigación será puesta a disposición de los productores y viveristas de café, para facilitar conocimientos sobre diferentes tecnologías que permitan reducir los riesgos en la producción de plantas de café en vivero, mejorando calidad para garantizar un buen desarrollo en el campo definitivo y, por ende, una buena productividad. En el presente trabajo se evaluó la tecnología ecológica certificada EcoPil en el establecimiento y desarrollo de viveros de café, como una alternativa viable para producir un vivero en menor tiempo y con un mínimo uso de suelo, tecnología que se comparó con la técnica convencional de producción de vivero en bolsas de polietileno color negro, con uso de sustrato en mezcla de suelo más un 20, 30 y 40% de lombricompost de pulpa de café, y de igual manera una mezcla de suelo más 20, 30 y 40% de gallinaza y un testigo en el cual solo se usará suelo; todos los métodos usados para este fin presentan ventajas y desventajas ya sea económicas, de espacio físico y tiempo, sin embargo, el interés del IHCAFE al plantear este ensayo, es hacer conciencia en el productor del beneficio que tiene el uso de sustratos orgánicos como fuente enriquecedora de los suelos que son utilizados en el llenado

de bolsas para vivero de café, ya que actualmente se está usando suelos degradados e infértiles que limitan el buen desarrollo de la planta. Además, este trabajo nos dará información importante de cuál es la mejor proporción de mezcla de suelo más el abono orgánico para obtener un mejor desarrollo de las plántulas de café en vivero al menor costo.

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo General

Evaluar el desarrollo de las plántulas de café producidas en vivero con diferentes sustratos de mezclas de suelo con abonos orgánicos en tres proporciones y tecnología EcoPil.

4.2 Objetivos Específicos

- 4.2.1 Determinar el mejor sustrato mezcla de suelo más un abono orgánico en distintas proporciones en el levantamiento de viveros de café.
- 4.2.2 Comparar el desarrollo de la plántula de café en vivero con la tecnología EcoPil versus sustrato de suelo más abonos orgánicos convencionales.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Lugar de experimentación

El ensayo se estableció en el Centro de Investigación y Capacitación José Ángel Saavedra (CIC JAS) ubicado en el municipio Corquín, Departamento de Copán, Honduras. A una altitud de 930 msnm en coordenadas UTM Este 297665 y Norte 1610270 con una precipitación anual de 850 a 900 mm y una temperatura media de 28 a 30 °C.



5.2 Diseño experimental

En el ensayo se evaluaron ocho tratamientos utilizando un diseño de parcelas divididas con tres repeticiones. Cada unidad experimental consistió en 80 plantas por tratamiento para un total de 720 plántulas sembradas en sustrato con mezcla de abono de gallinaza descompuesta y 720 sembradas en sustrato con mezcla de lombricompost.

Además de los tratamientos mencionados, se incluyeron dos grupos de control. El primer grupo consistió en un tratamiento donde sólo se utilizó suelo sin abono orgánico, con un total de 480 plantas distribuidas en los tres bloques. El segundo grupo de control utilizó la tecnología EcoPil y también contó con un total de 480 plantas distribuidas en los tres bloques. En resumen, el ensayo comprendió un total de 2,400 plantas en su totalidad.

5.3 Tratamientos

Código Tratamiento	Tratamientos		Descripción de Tratamientos
	Parcela completa	Subparcela	
1	Pulpa	Pulpa 20%	80% suelo+20% abono lombricompost de pulpa de café
2	Pulpa	Pulpa 30%	70% suelo+30 % abono lombricompost de pulpa de café
3	Pulpa	Pulpa 40%	60% suelo+40% abono lombricompost de pulpa de café
4	Gallinaza	Gallinaza 20%	80% suelo+20 abono gallinaza descompuesta
5	Gallinaza	Gallinaza 30%	70% suelo+30 abono gallinaza descompuesta
6	Gallinaza	Gallinaza 40%	60% Suelo+40 abono gallinaza descompuesta
7	Check	EcoPil	Tecnología EcoPil
8	Check	Suelo	100% Suelo (testigo)

Descripción del manejo de plantas en el ensayo

Plantas destruidas	Plantas medidas	Plantas por Parcela	Repeticiones	Total plantas destruidas	Plantas/Parcela/Campo	Total plantas campo	Total plantas ensayo
12	5	60	3	180	20	60	240
12	5	60	3	180	20	60	240
12	5	60	3	180	20	60	240
12	5	60	3	180	20	60	240
12	5	60	3	180	20	60	240
12	5	60	3	180	20	60	240
12	5	60	3	180	20	60	240
12	5	60	3	180	20	60	240
12	5	60	3	180	20	60	240
12	5	60	3	180	20	60	240

Aleatorización de los tratamientos y su bloqueo en campo

	R1		R2		R3	
	Bloque 1A	Bloque 1B	Bloque 2A	Bloque 2B	Bloque 3A	Bloque 3B
5	Suelo	Gallinaza 40%	Suelo	Gallinaza 40%	Gallinaza 20%	Suelo
4	Lombricompost 20%	Gallinaza 30%	EcoPil	Gallinaza 30%	Gallinaza 40%	Lombricompost 30%
3	EcoPil	EcoPil	Lombricompost 20%	EcoPil	EcoPil	Lombricompost 20%
2	Lombricompost 30%	Suelo	Lombricompost 40%	Gallinaza 20%	Gallinaza 30%	Lombricompost 40%
1	Lombricompost 40%	Gallinaza 20%	Lombricompost 30%	Suelo	Suelo	EcoPil
	1	2	3	4	5	6

COLUMNAS



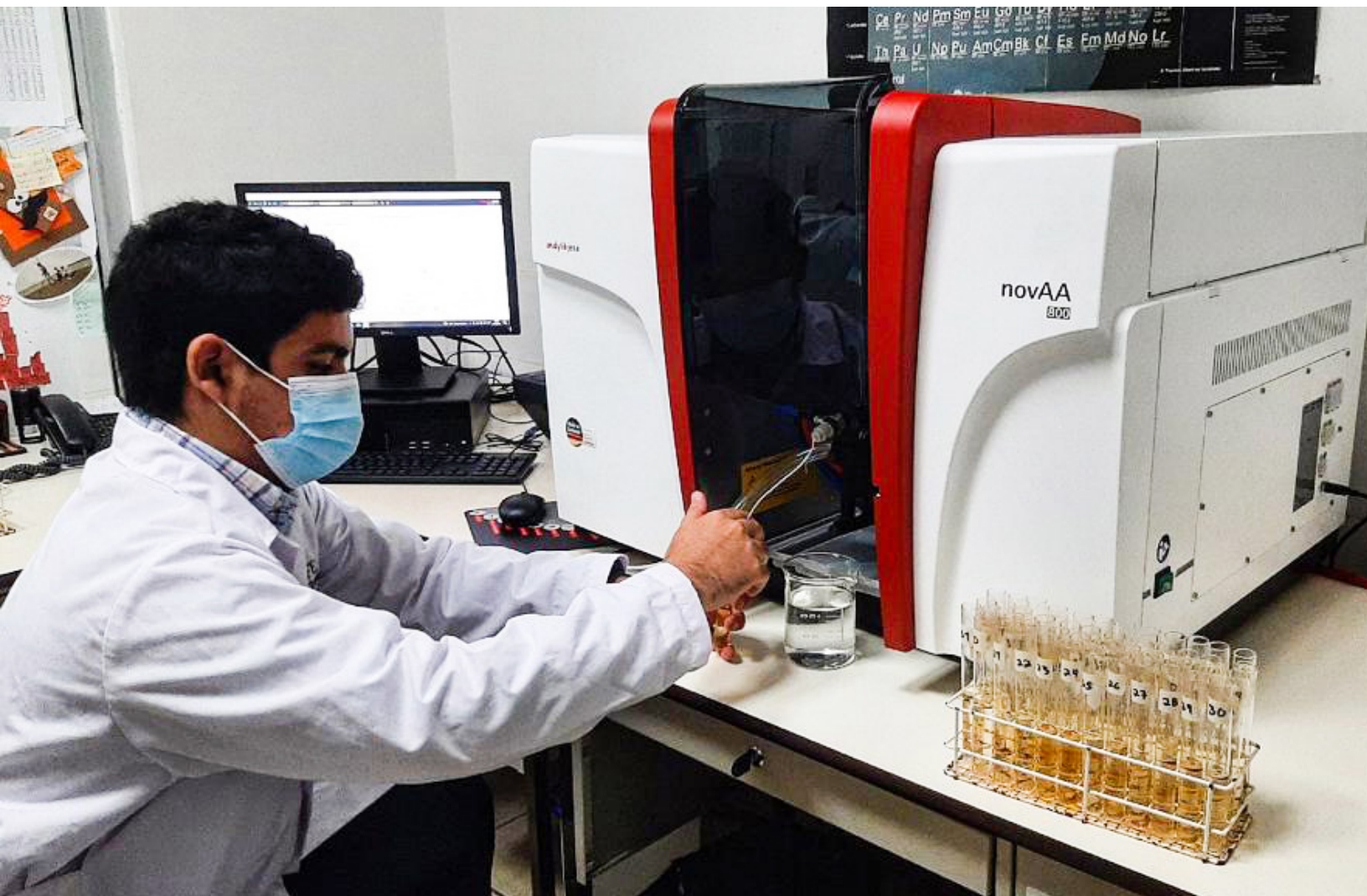
A continuación, se describe el peso en libras de cada uno de los abonos orgánicos calculado al 20, 30 y 40 por ciento más el peso del suelo para completar el llenado de 240 bolsas por tratamiento en los 3 bloques.

Tratamientos	Peso/lb/ bolsa	# de bolsas	Libras de lombricompost	Libras de Suelo	Total Suelo + abono
Lombricompost 20%	3.6	240	172.8	691.2	864
Lombricompost 30%	3.6	240	259.2	604.8	864
Lombricompost 40%	3.6	240	345.6	518.4	864
Puro suelo	3.6	240	0	864	864
Total			777.6	2,678.4	3,456

Tratamientos	Peso/lb/ bolsa	# de bolsas	Libras de Gallinaza	Libras de Suelo	Total Suelo + abono
Lombricompost 20%	3.6	240	172.8	691.2	864
Lombricompost 30%	3.6	240	259.2	604.8	864
Lombricompost 40%	3.6	240	345.6	518.4	864
Puro suelo	3.6	240	0	864	864
Total			777.6	2,678.4	3,456

Composición elemental de los sustratos orgánicos

Muestra	N %	P %	K %	Ca %	Mg %	Zn ppm	Mn ppm	Fe ppm	Cu ppm
Lombricompost	1.9	0.17	1.68	1.79	0.35	32.1	34.83	753	20.15
Gallinaza	2.4	6.96	5.79	4.3	1.69	146.6	803.4	1483	613.1



Análisis químico de las muestras

Muestra	pH	MO %	P ppm	K meq	Ca meq	Mg meq	Al meq	Zn ppm	Mn ppm	Fe ppm	Cu ppm	AT meq
Suelo puro	5.24	1.33	5.09	0.55	9.72	1.63	0.17	1.52	35.6	122	1.15	0.34
EcoPil	6.82	16.9	38.4	4.25	10.7	12	0.01	28.3	48.2	5.62	1.07	0.04
Lomb. 20%	5.95	1.8	19.5	1.89	10.7	4.32	0.03	8.93	50.6	54.9	1.53	0.04
Lomb. 30%	6.28	1.92	23.4	2.63	9.41	5.54	0.04	24.9	57.2	40.3	4.03	0.06
Lomb. 40%	6.26	2.12	30	3.55	10	7.1	0.02	32.1	67.5	27.4	2.79	0.04
Gallinaza 20%	7.87	1.85	61.5	4.14	6.18	4.37	0.02	27.3	158	70	3.62	0.04
Gallinaza 30%	7.89	1.53	99	4.37	5.83	3.95	0.01	36	143	30.7	2.84	0.03
Gallinaza 40%	7.87	3.17	303	3.03	5.41	6.36	0.01	22.2	93.4	19.4	5.45	0.03

Análisis de textura y densidad aparente de cada tratamiento

Muestra	% de Arena	% de Arcilla	% de Limo	Clasificación textural	Densidad aparente
Suelo puro	73.1	13.3	13.6	Arenoso franco	1,09
EcoPil	79.98	9.3	10.72	Arenoso franco	0.7
Lomb. 20%	75.1	13.3	11.6	Franco arenoso	1.07
Lomb. 30%	79.98	9.3	10.72	Franco arenoso	1.03
Lomb. 40%	75.1	11.3	13.6	Franco arenoso	0.98
Gallinaza 20%	77.98	11.3	10.72	Franco arenoso	0.88
Gallinaza 30%	81.1	8.5	10.4	Arenoso franco	0.84
Gallinaza 40%	79.1	12.5	8.4	Franco arenoso	0.66



Los tratamientos de tecnología convencional (uso de bolsa) tuvieron el mismo manejo agronómico, el cual se basó principalmente en un control de malezas manual una vez al mes y un programa de nutrición en tres fertilizaciones diluidas a una dosis de 2.26 libras (36 onzas) de fertilizante 18-46-0, disuelto en 4 galones de agua, aplicando 50 cc por planta, realizando la primera aplicación 20 días después del trasplante de la chapola a la bolsa, las siguientes fertilizaciones se realizaron cada 30 días, haciéndose un total de 3 fertilizaciones. Mientras el programa de nutrición en el tratamiento EcoPil, fue basado en las recomendaciones de su casa matriz, usando una mezcla de Nitrabor, Nitrocomplex, KCl y Sulfato de magnesio, realizando aplicaciones semanales según la siguiente tabla.

Fertilización diluida en tratamiento EcoPil

Semana	Producto comercial	Dosis/litro de agua	Dosis de mezcla/Planta
S1	Nitrocomplex Rootex	10g 10g	30 cc
S2	Nitrabor	10g	30 cc
S3	Nitrocomplex	10g	30 cc

S4	Nitrabor	15g	30 cc
S5	Nitrocomplex	15g	30 cc
S6	Nitrabor	15g	30 cc
S7	Nitrocomplex KCL	15g 15g	30 cc
S8	Nitrocomplex KCL	15g 15g	30 cc
S9	KCL Sulfato de Magnesio	15g 15g	30 cc
S10	Nitrocomplex Nitrabor	15g 15g	30 cc
S11	Sulfato de Magnesio Nitrocomplex	15g 15g	30 cc
S12	Nitrabor Sulfato de Magnesio	15g 15g	30 cc
S13	KCL Nitrocomplex	15g 20g	30 cc
S14	Nitrocomplex Nitrabor	15g 15g	30 cc
S15	Sulfato de Magnesio KCL	20g 20g	30 cc
S16	Sulfato de Magnesio KCL	20g 20g	30 cc
S17	Sulfato de Magnesio KCL	20g 20g	30 cc
S18	Sulfato de Magnesio KCL	20g 20g	30 cc
S19	Sulfato de Magnesio KCL	20g 20g	30 cc

5.4 Variables medidas

- Se hizo un análisis fisicoquímico inicial del suelo (físico: textura y densidad aparente) (químico: composición nutrimental de la muestra) utilizado para el llenado de bolsas.
- Se hizo un análisis químico a la muestra pura de Lombricompost y gallinaza.
- A los 15 días de sembrada la chapola durante la primera lectura, se tomó muestras de suelo de cada uno de los tratamientos con los diferentes porcentajes de gallinaza y lombricompost, para efectuar el análisis químico.

- De cada tratamiento se evaluó 5 plantas cada 15 días a partir de la siembra de la chapola, se midieron las **siguientes variables**: altura de planta, número de hojas por planta, grosor del tallo, volumen de raíz y longitud de raíces, peso fresco y peso seco de las hojas.
- Se hicieron 7 lecturas en los 3 meses (cada 15 días), en las cuales se evaluó 35 plantas por tratamiento, para un total de 105 plantas evaluadas en los 3 bloques por tratamiento, las 72 plantas restantes de cada tratamiento en los tres bloques seguirán otro proceso de evaluación a nivel de campo.

5.5 Análisis estadísticos

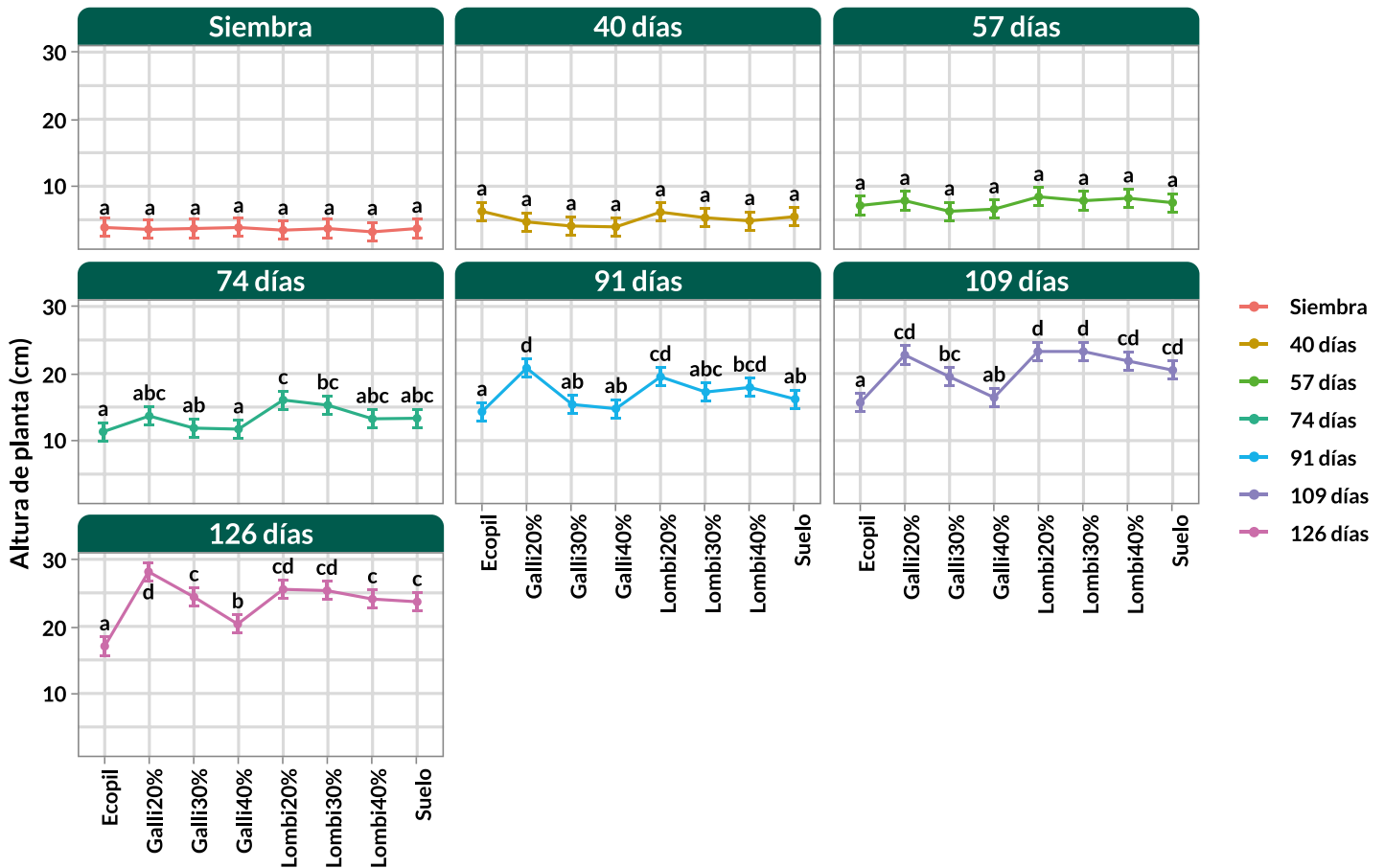
Los análisis estadísticos en cuanto a la comparación de las medias de las variables medidas en cada uno de los tratamientos se realizaron en cada una de las lecturas por medio del test de Duncan al 5% de significancia a través del software Infostat.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Altura de planta



Gráficas 1. Altura de planta por tratamiento en cada una de las lecturas. Medias seguidas por la misma letra no difieren entre sí estadísticamente por el test de Duncan al 5% de significancia.



En el gráfico anterior, podemos observar la variable altura de planta, donde **la lectura cero (al momento de la siembra), lectura uno (40 días) y lectura dos (57 días después de siembra de la plántula)**, no hubo diferencia estadística entre tratamientos. Sin embargo, a partir de la **tercera lectura (74 días después de siembra)**, el tratamiento **1 (Suelo + Lombricompost al 20%)** con 17cm (c); presentó diferencia estadística positiva con los tratamientos **7 (CH1) (EcoPil)** (a) con 11 cm, **6 (Suelo + gallinaza 40%)** (a) con 11 cm y **5 (Suelo + gallinaza 30%)** (ab) con 12 cm respectivamente; no obstante, no difirió estadísticamente con los tratamientos **4,2,3 y 8 (CH2)** (abc). Mientras que el tratamiento **2 (Suelo + Lombricompost 30%)** (bc) con 15 cm, no se diferencia estadísticamente de los demás tratamientos, si lo hace con los tratamientos **6 (Suelo + gallinaza 40%)** y **7 CH1(EcoPil)** con 11 cm.

En la **cuarta lectura (91 días después de siembra)**, el tratamiento **4 (Suelo + gallinaza 20%)**(d) con 20 cm, se diferencia estadísticamente de los tratamientos **7 (CH1) EcoPil**, 14cm **5 y 6 (Suelo + gallinaza 30% y 40%)**(ab), con 15 y 14 cm respectivamente, **2 (Suelo + Lombricompost 30%)** (abc)con 16 cm y **8 (CH2) Suelo puro** (ab) con 16 cm, pero no fue estadísticamente diferente del tratamiento **1 (Suelo + Lombricompost 20%)** (cd) con 19 cm, además el tratamiento 1, se diferencia estadísticamente de los tratamientos **5, 6, 7 y 8**. En la **quinta lectura (109 días)** después de siembra, los tratamientos **1 y 2 (Suelo + Lombricompost 20 y 30%)**(d) con 23cm, se diferencian estadísticamente de los tratamientos

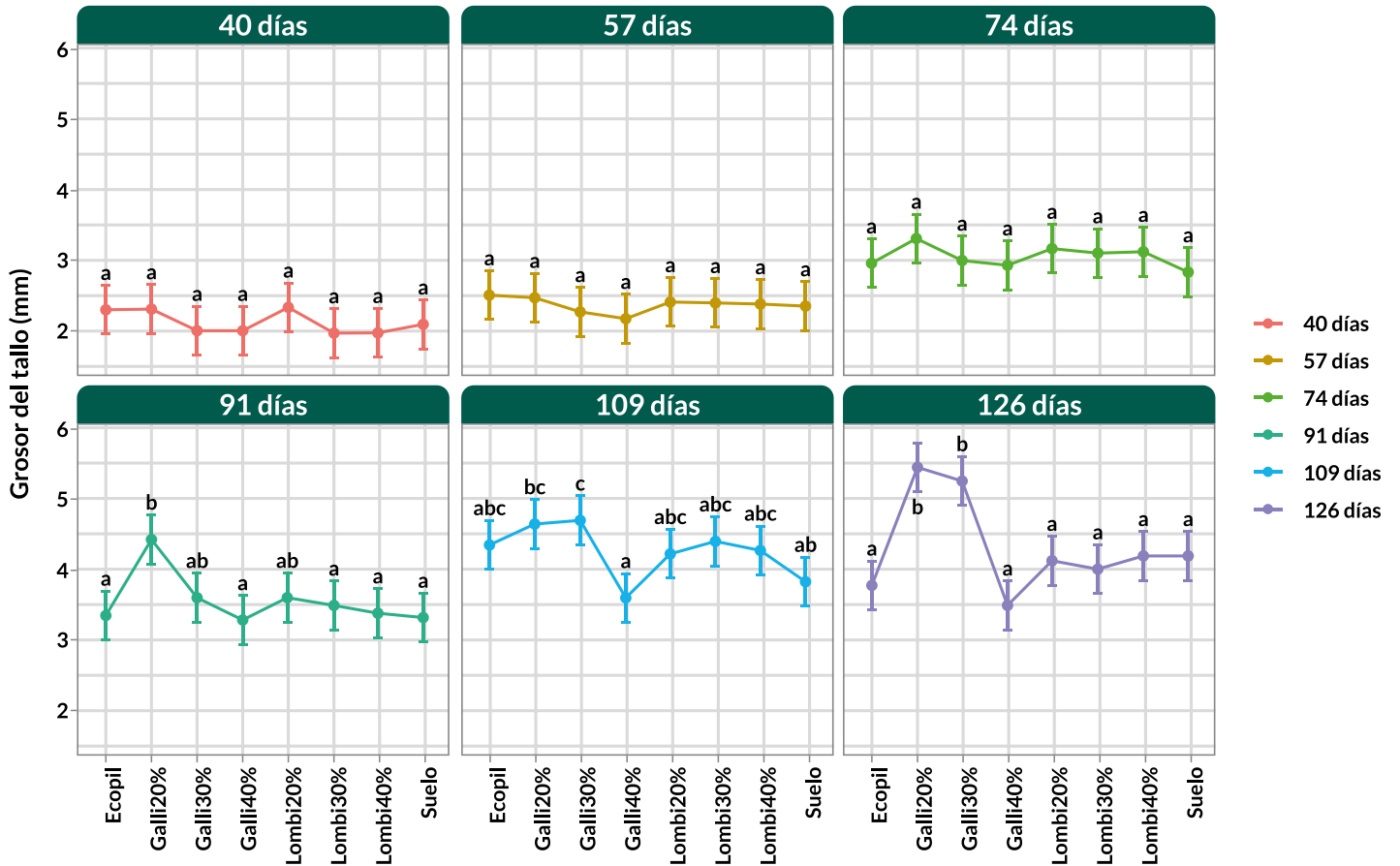
7 (EcoPil)(a) con 15 cm, **5 y 6 (Suelo + gallinaza 30 y 40%)** 17 y 16 cm respectivamente, no así del resto de tratamientos; además los tratamientos **6 (Suelo + gallinaza 40%)** (ab) y **7 (EcoPil)** (a) son los menos favorecidos y difieren estadísticamente del resto de tratamiento con 16 y 15 cm respectivamente.

La última lectura (06) (126 días) después de la siembra, para esta variable, muestra que el tratamiento **4 (Suelo + gallinaza 20%)** (d), con 27 cm, fue superior al resto de los tratamientos, diferenciándose estadísticamente de los tratamientos **7 (EcoPil)** (a) que alcanzó 17 cm, superando en 10 cm, **6 (Suelo + gallinaza 40%)(b)** que alcanzó 20 cm, superando en 7 cm, **3,5 y 8 (CH2)** que alcanzaron una altura de 24 cm, superando en 3 cm a cada uno respectivamente; sin embargo no difiere estadísticamente de los tratamientos **1 y 2 (Suelo + Lombricompost 20, 30%)(cd)**; destacamos que los tratamientos **1,2,3 (Suelo + Lombricompost)(cd)**, **5 (Suelo + gallinaza 30%)(c)** y **8 (CH2)** (c), superaron estadísticamente a los tratamientos **6 (Suelo + gallinaza 40%)** y **7 (EcoPil)** con más de 4 cm; en esta variable, el tratamiento **7 (EcoPil)** fue el que obtuvo el menor crecimiento al final del ensayo, con 13.5 cm, en comparación al mejor tratamiento **4 (Suelo + gallinaza 20%)** que alcanzó al final del ensayo un crecimiento de 23.41cm.

6.2. Grosor del Tallo



Gráficas 2. Variable grosor de tallo por tratamientos en cada una de las lecturas. Medias seguidas por la misma letra no difieren entre sí estadísticamente por el test de Duncan al 5% de significancia.



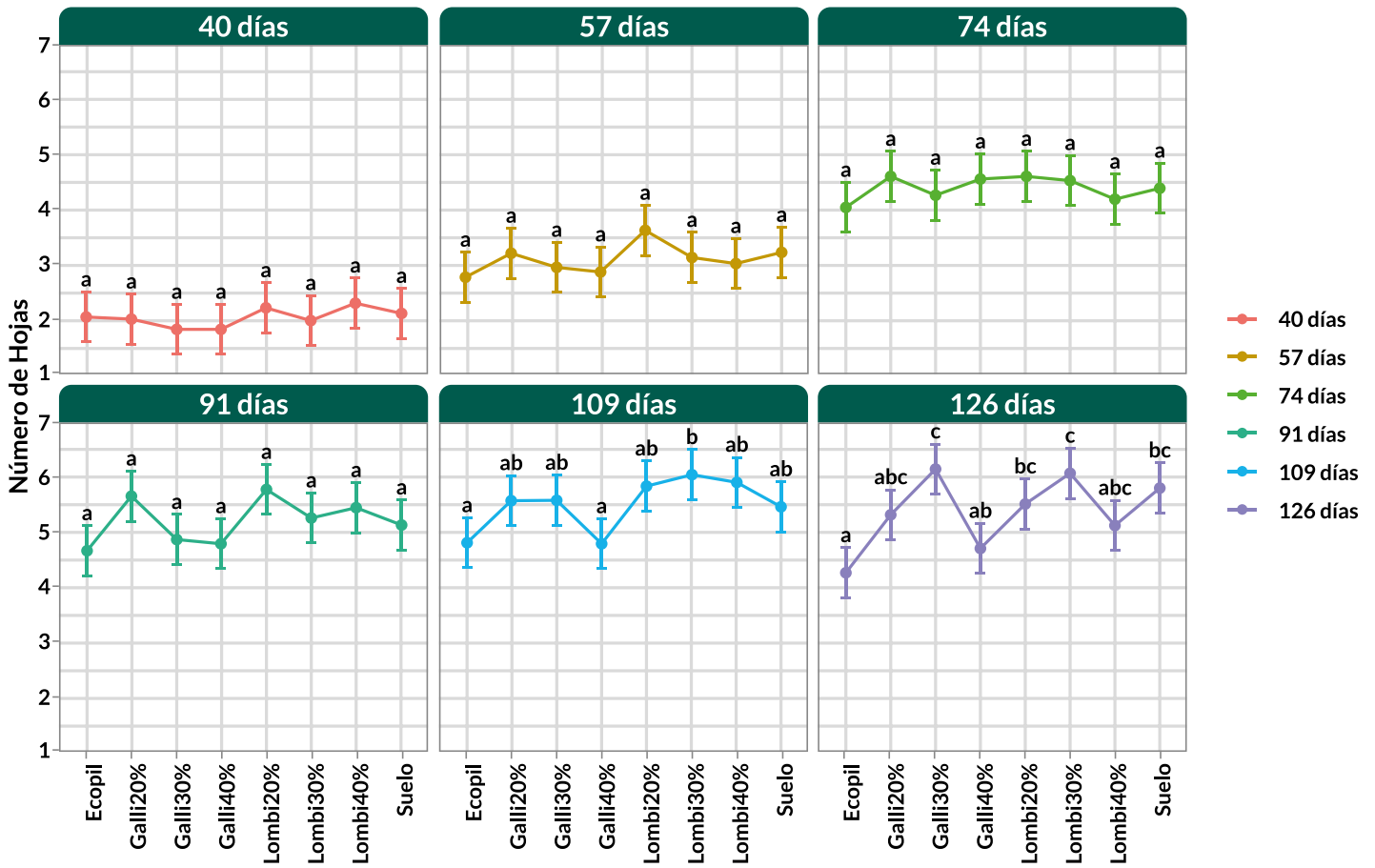
Cuando se analiza la variable **grosor del tallo (Gráfica 2)**, en las primeras 3 lecturas a los **(40, 57 y 74 días después de siembra)**, no hay diferencia estadística entre los tratamientos; a partir de la cuarta lectura **(91 días)** después de sembrada la chapola, el tratamiento **4 (Suelo + gallinaza 20%) (b)**; con 4.5 mm, fue superior estadísticamente de los tratamientos **2,3 (Suelo + Lombricompost 30 y 40%) (a)**, **6 (Suelo + gallinaza 40%)**, **7 (CH1) EcoPil**, y **8(CH2) suelo puro(a)**, superándolos en más de 10 mm; pero no fue superior estadísticamente a los tratamientos **1 (Suelo + Lombricompost 20%)(ab)** y al tratamiento **5 (Suelo + gallinaza 30%) (ab)**. En la quinta lectura **(109 días)** de sembrada la chapola, el tratamiento **5 (Suelo + gallinaza 30%) (c)** con 4.7 mm, muestra diferencia estadística con los tratamientos **6 (Suelo + gallinaza 40%) (a)** con 3.6mm y **8 (CH2) (ab) suelo puro** con 3.7 mm, no así con el resto de los tratamientos; el tratamiento **4(Suelo + gallinaza 20%) (bc)** con 4.6mm supero estadísticamente al tratamiento **6(Suelo + gallinaza 40%) (a)** con 3.6 mm. La sexta y última lectura **(126 días)** después de siembra de chapola, los tratamientos **4 y 5 (Suelo + gallinaza 20,30%) (b)** con 5.4 y 5.3 mm respectivamente, superaron estadísticamente al resto de los tratamientos en casi 1.2 mm en esta variable.



6.3. Número de hojas por planta



Gráficas 3. Variable Número de hojas por planta por tratamientos en cada una de las lecturas. Medias seguidas por la misma letra no difieren entre sí estadísticamente por el test de Duncan al 5% de significancia.

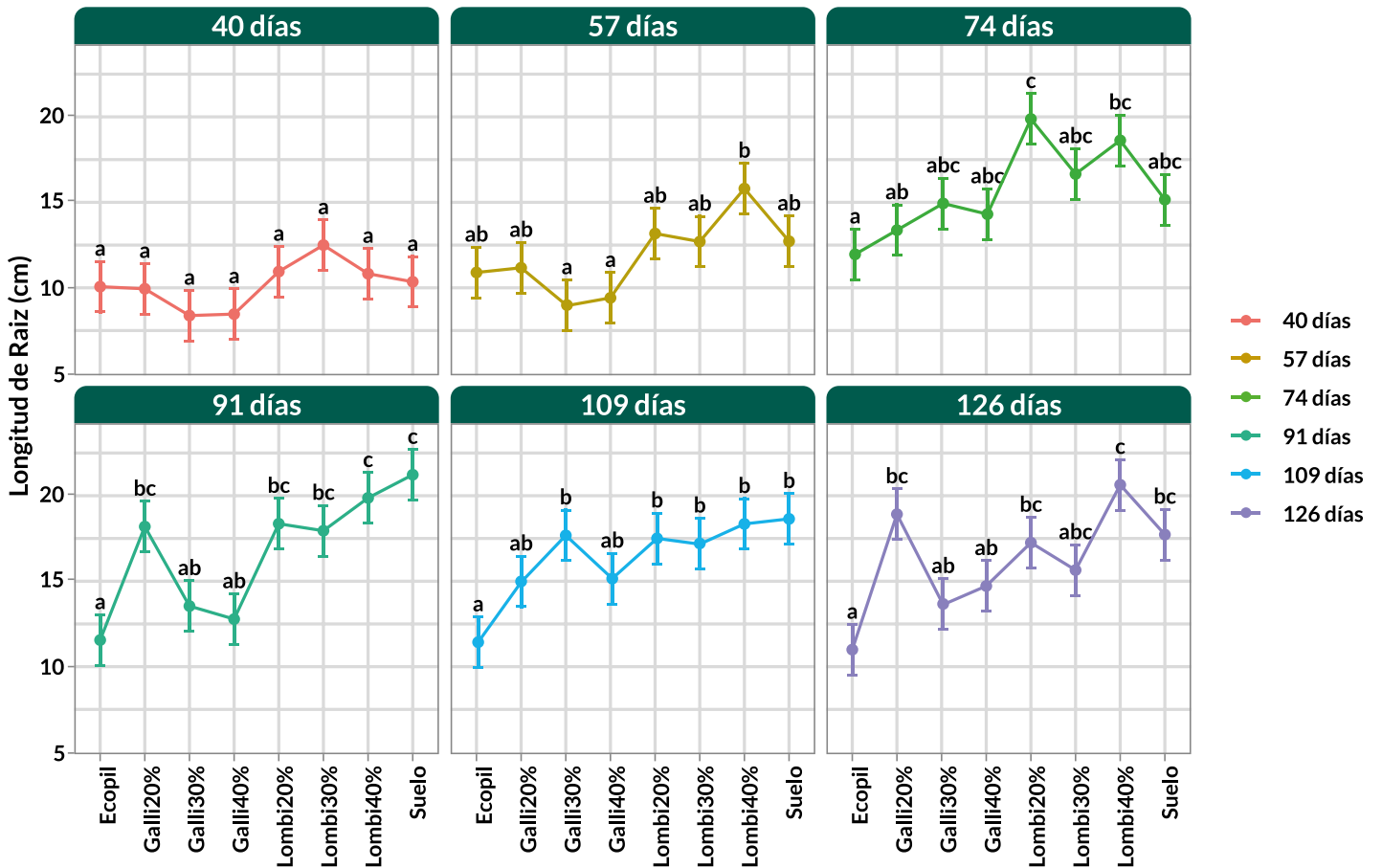


El análisis de la variable **Número de hojas por planta**, como podemos observar en la gráfica anterior, en las primeras 4 lecturas, a los **(40, 57, 74 y 91 días)**, después de siembra de chapola, los tratamientos no se diferenciaron estadísticamente, a partir de la quinta lectura **(109 días)** después de siembra de chapola, el tratamiento **2 (Suelo + Lombricompost)** (b), con un promedio de 6 hojas por planta, muestra diferencia estadística con los tratamientos **6 (Suelo + gallinaza 40%)**(a) y **7 EcoPil** que en promedio obtuvo un poco más de 4.7 hojas por planta. No obstante, el tratamiento mejor evaluado **2 (Suelo + Lombricompost 30%)** no fue diferente estadísticamente del resto de los tratamientos, ni estos con el **EcoPil y Suelo + gallinaza 40%**.

6.4. Longitud de raíz



Gráficas 4. Variable longitud de raíz por tratamientos en cada una de las lecturas. Medias seguidas por la misma letra no difieren entre sí estadísticamente por el test de Duncan al 5% de significancia.

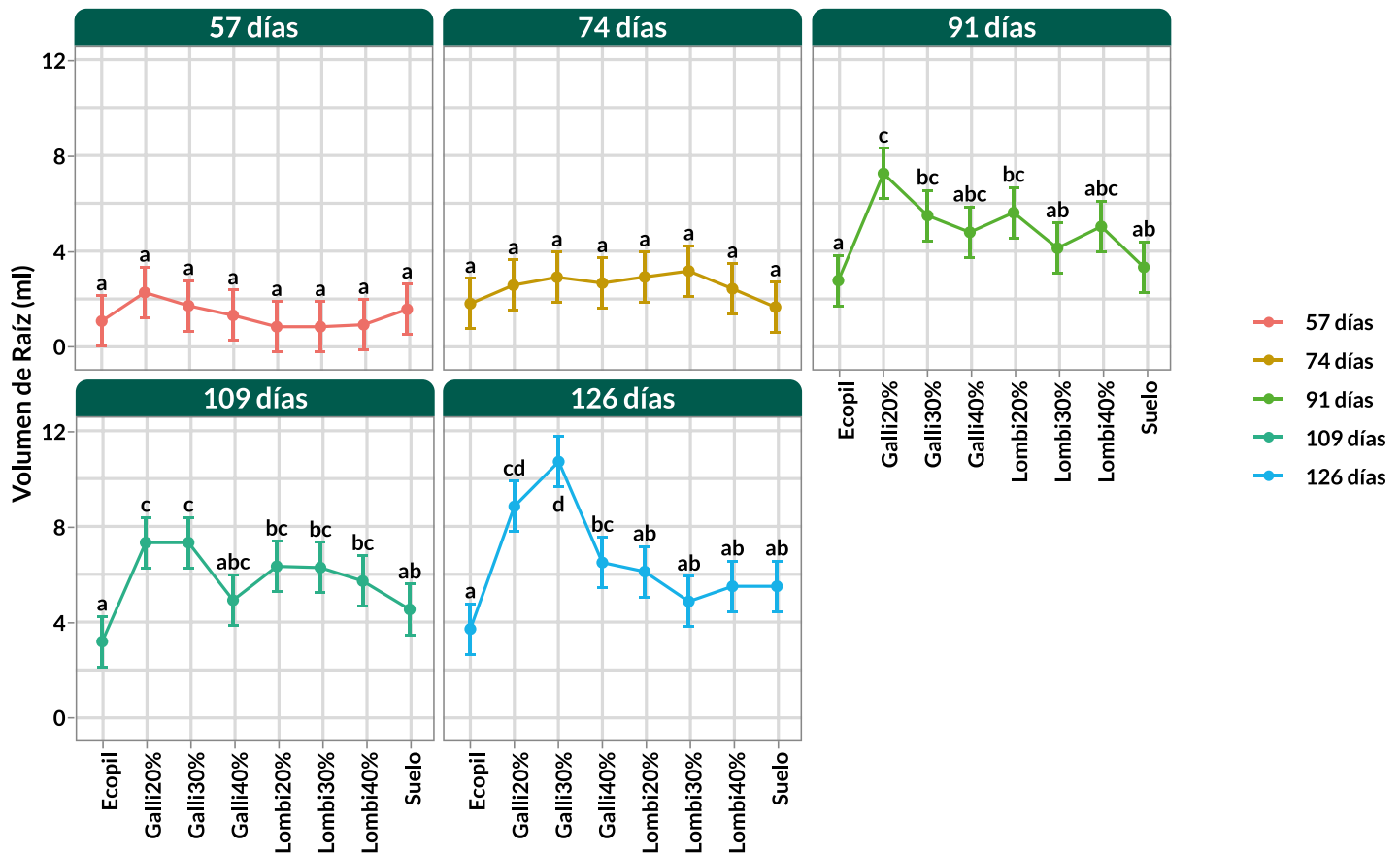


Para este parámetro, en la primera lectura (**40 días después de siembra**), no hubo diferencias estadísticas de los tratamientos, en la segunda lectura (**57 días**), estadísticamente el tratamiento **3 (Lombricompost 40%)**(b), con cerca de 16 cm de crecimiento de la raíz, superó a los tratamientos **5 y 6 (Suelo + gallinaza 30, 40%)** (a) en más de 7 cm de crecimiento de raíz; sin embargo, estadísticamente no se diferenció del resto de los tratamientos. En la tercera lectura (**74 días**) de siembra, el tratamiento **1 (Suelo + Lombricompost 20%)** (c), con casi 19 cm de longitud de raíz, se diferencia estadísticamente de los tratamientos **4 (Suelo + gallinaza 20%)**(ab) y **7 (EcoPil)**, sin embargo, no se diferencia estadísticamente del resto de tratamientos; se destaca que el tratamiento **3(Suelo + Lombricompost 40%)** (bc), también se diferenció estadísticamente del tratamiento **7 (EcoPil)**, no así del resto de tratamientos; para la cuarta lectura(**91 días**) de siembra, los tratamientos **3 (Suelo + Lombricompost 40%)**(c) y **8 (suelo puro)** (c), superaron estadísticamente a los tratamientos **5,6 (Suelo + gallinaza 30, 40%)**(ab) y **7 (EcoPil)** (a); no obstante, no se diferenciaron del resto de tratamientos; además, los tratamientos **4,2 y 3 (gallinaza 20%, Lombricompost 30, 40%)** (bc), fueron superiores al tratamiento **7 (EcoPil)** (a), no así al resto de los tratamientos. En la quinta lectura (**109 días**) de siembra, se destaca que todos los tratamientos superaron estadísticamente al tratamiento **7 (EcoPil)** (a), pero no hubo diferencia entre ellos; para la última lectura (**126 días después de siembra**), el gráfico 4 muestra al tratamiento **3 (Suelo + Lombricompost 40%)** (c), con más de 21 cm de longitud de raíz, que supera estadísticamente a los tratamientos **7 (EcoPil)**(a), **5 y 6 (Suelo + gallinaza 30, 40%)**(ab), sin embargo, no supera al resto de tratamientos. El tratamiento **EcoPil** obtuvo el peor resultado con menos de 2 cm de crecimiento de raíz, presumiblemente debido a que esta tecnología utiliza una malla en forma de tubete con un diámetro de 50 mm y longitud aproximada de 150 a 160 mm lo que limita el crecimiento del sistema radicular, mientras que para el resto de los tratamientos se utilizó bolsas de 6x8 pulgadas.

6.5. Volumen de raíz



Gráficas 5. Volumen de raíz por tratamientos en cada una de las lecturas. Medias seguidas por la misma letra no difieren entre sí estadísticamente por el test de Duncan al 5% de significancia.



El análisis de la variable **Volumen de raíz** (gráfica 5), en las 2 primeras lecturas a los (40, 57 y 74 días) de siembra de chapola, los tratamientos no se diferenciaron estadísticamente, sin embargo, en la cuarta lectura (91 días después de siembra), se observó que el tratamiento 1 (Suelo + Gallinaza 20%) (c), fue el que desarrolló mayor volumen de raíz con cerca de 9 ml, diferenciándose estadísticamente de los tratamientos 7 (EcoPil) (a), 2 (Suelo + Lombricompost 30%) (ab) y 8 (CH2) (suelo puro) (ab), no obstante, no es estadísticamente diferente del resto de tratamientos, los tratamientos 4 (Suelo + gallinaza 30%) (bc) y 1 (Suelo + Lombricompost 20%) (bc), superaron estadísticamente al tratamiento 7 (EcoPil) (a), pero no difirió del resto de tratamientos; en la quinta lectura (109 días después de la siembra), los tratamientos 4,5 (Suelo + gallinaza 20% y 30% respectivamente)(c), muestran los mayores volúmenes de raíz, 7ml, diferenciándose estadísticamente de los tratamientos 7 (EcoPil) (a) y 8 (suelo puro)(ab), no obstante, no se diferencian del resto de tratamientos, los tratamientos 1, 2 y 3 (Suelo + Lombricompost 20, 30, 40%) (bc); también muestran diferencia estadística con el **tratamiento 7 (EcoPil)**(a); la sexta lectura (126 días después de siembra), los tratamientos con mezcla de gallinaza presentaron los mejores datos de volumen de raíz, es así, que el tratamiento 5 (Suelo + gallinaza 30%) (d), mostro el mayor volumen de raíz, con más de 10ml, superando a todos los tratamientos menos al tratamiento 4 (Suelo + gallinaza 20%) (cd), los tratamientos 4 y 6 (Suelo + gallinaza 20, 40%), superaron

también al tratamiento **7(EcoPil)** (a). El tratamiento **EcoPil** obtuvo el menor volumen de raíz con cerca de 3 ml, pero no fue diferente estadísticamente de los tratamientos **Lombricompost 20%, Suelo Puro, Lombricompost 40% y Lombricompost 30%**.

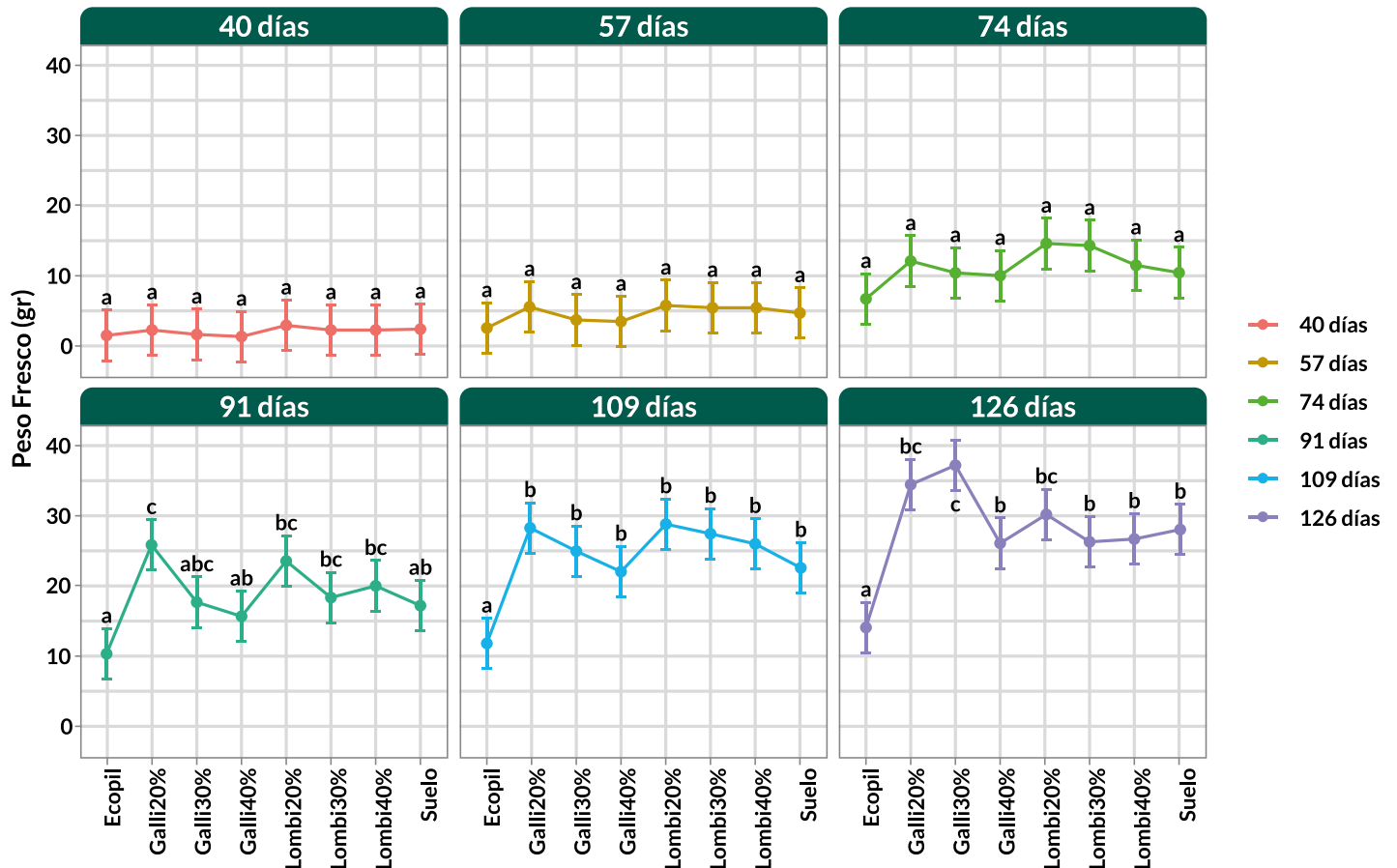
Al igual que el parámetro de peso de raíz, los tratamientos de mezcla de suelo con gallinaza tuvieron un mayor volumen de raíz al final del ensayo, mientras que los tratamientos con sustrato suelo con lombricompost no fueron mejores que los tratamientos suelo puro y EcoPil. Esta variable es muy importante, porque al igual que peso y longitud de raíz, es un indicador de una raíz sana y bien formada, con una buena raíz pivotante que facilita un buen anclaje de la planta, y las abundantes raíces axiales, facilitan una mayor exploración y absorción de nutrientes, esto se traduce en una mayor área foliar y mayor fotoasimilados; lo que a la postre garantiza una planta bien desarrollada para su establecimiento en campo definitivo

La mayor ganancia de peso de los tres tratamientos de mezcla de suelo con gallinaza con respecto al resto de los tratamientos se puede explicar por los altos contenidos de Fósforo disponible, que es un elemento esencial para un mayor crecimiento y desarrollo radicular. Sin embargo, a pesar de que el sustrato del tratamiento EcoPil contiene niveles óptimos de Fósforo, es posible que al tener un pH cercano a 7 (pH neutro), se provoca la reacción del Calcio (que también está alto en el sustrato) con el Fósforo, formando Fosfato de Calcio ($\text{Ca}_3[\text{PO}_4]_2$), que fija el Fósforo y no la hace disponible para la planta; aunado al limitado espacio en volumen de sustrato, pueden explicar la diferencia de casi todas las variables de raíz estudiadas y el tratamiento EcoPil.

6.6. Peso fresco de planta



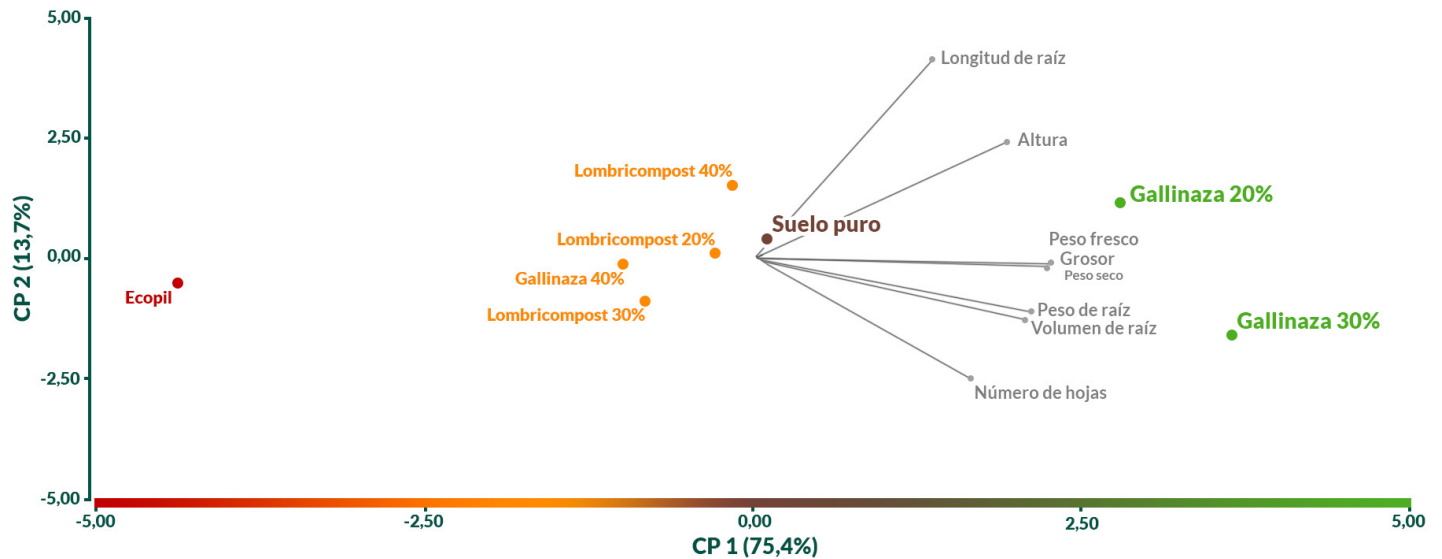
Gráficas 6. Peso fresco de planta por tratamientos en cada una de las lecturas. Medias seguidas por la misma letra no difieren entre sí estadísticamente por el test de Duncan al 5% de significancia.



Para la variable **Peso fresco de planta** (gráficas 6), (peso de raíz y tejido vegetativo) se observó que en las 3 primeras lecturas (**40, 57 y 74 días después de siembra**) los tratamientos no presentaron diferencias significativas, sin embargo, en la cuarta lectura (**91 días después de siembra**), el tratamiento **4 (Suelo + gallinaza 20%)** (c), supera estadísticamente al tratamiento **7 (EcoPil)** (a) con 16g, al **6 (Suelo + gallinaza 40%)** (ab), con 10 g y al tratamiento **8 (suelo puro)** (ab), con 9 g, sin embargo, no se diferencia estadísticamente de los otros tratamientos, destacamos también que en esta lectura, los tratamientos de (**Suelo + Lombricompost 20, 30 y 40%**) muestran diferencia estadística con el tratamiento **7(EcoPil)**(a). El tratamiento de EcoPil, fue el menos favorecido para esta variable, ya que solo alcanzó aproximadamente 13 g de peso de todo su tejido vegetal, en comparación con los mejores tratamientos gallinaza al 20 y 30 % que obtuvieron 33 y 35 g de ganancia de peso respectivamente.

6.7. Interacción entre los tratamientos y las variables de estudio

Gráficas 7. Gráfico Biplot de componentes principales y la interacción de los tratamientos con las variables de estudio.



En el gráfico Biplot de componentes principales, se observa la interacción de los tratamientos con las variables fenológicas. En el plano derecho, se observa que los tratamientos de **Gallinaza 20%** y **Gallinaza 30%** tienen una interacción más fuerte con las variables estudiadas; esto indica que, para este estudio, tuvieron mejor desarrollo radicular (tamaño, peso y volumen de la raíz) y mejor desarrollo aéreo (tamaño, grosor de tallo, número de hojas, peso fresco de planta y peso seco de planta) aquellas plántulas de estos dos tratamientos. En contraposición, el tratamiento **EcoPil** tuvo la interacción más baja con las variables evaluadas.

6.8. Costos de producción de plantas

Resumen de costos de producción por planta según tratamientos evaluados

Tratamientos	Costo Lempiras/planta
Planta suelo puro	3.17
Planta suelo más 20% Lombricompost	4.97
Planta suelo más 30% Lombricompost	5.87
Planta suelo más 40% Lombricompost	6.77
EcoPil	6.85
Planta suelo más 20% gallinaza	3.89
Planta suelo más 30% gallinaza	4.25
Planta suelo más 40% gallinaza	4.61

7. CONCLUSIONES

El tratamiento **Gallinaza 30%** fue el mejor en 6 de las 8 variables fenológicas evaluadas (grosor de tallo, número de hojas, peso de raíz, volumen de raíz, peso fresco y peso seco) que el resto de los tratamientos.

- Los tratamientos con gallinaza, presentaron el mejor peso y volumen de raíz.
- En términos generales, la gallinaza es la mejor alternativa como materia orgánica en el sustrato para la producción de plántulas de café, en parte por su alto contenido de fósforo.
- El tratamiento de Suelo más Lombricompost al 40% tuvo al final del ensayo, la longitud mayor de raíz.
- Los tratamientos a base de lombricompost, no superaron en este ensayo al testigo (suelo puro) en la mayoría de las variables fenológicas evaluadas y estuvieron muy por debajo en rendimiento comparadas con aquellas a base de gallinaza.
- Las plantas levantadas con sustrato de suelo más gallinaza, tienen menor costo.
- La tecnología EcoPil no se vio favorecida en ninguna de las variables fenológicas evaluadas.

8. RECOMENDACIONES

- Sembrar los diferentes tratamientos en campo, para evaluar el desarrollo de la plantía, y posteriormente su rendimiento, producción y calidad de tasa.
- Utilizar Lombricompost de pulpa recién precompostada.



8. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

Asociación Nacional del Café (1988) Manual de caficultura, Guatemala, Guatemala p.43-60

ÁVILA A R; W.E.; SADEGHIAN; K.S. SÁNCHEZ A; CASTRO F. Producción de almácigos de café en el departamento de Santander con diferentes fuentes de materia orgánica y de fósforo. Avances Técnicos Cenicafe 356:1-12 2007

Instituto Hondureño del café, IHCAFE (2021) Manual Técnico para una caficultura sostenible y productiva, Tegucigalpa Honduras p 57-75

Ordoñez, V; M. A. (1995) Evaluación de modalidades de fertilización al suelo y foliares en la producción de viveros de café en bolsa de polietileno. In: 6to. Seminario Nacional de investigación y transferencia en caficultura, IHCAFE, Tegucigalpa, Honduras. P.414-420

SALAZAR A; J.N. Sistema de siembra del café en almácigo. Avances Técnicos Cenicafe # 92; 1-4 (1979)

VELÁSQUEZ, G. P; ARCILA P.J; ARISTIZABALL.M. Relación entre el proceso de beneficio de la semilla de café

Coffea arabica var. Colombia y el disturbio de la raíz bifurcada. Cenicafe 54(4);316-328 (2003)

moCCA

www.moCCA.org



Food for
Progress

