

Efecto de la fertilización en el crecimiento y el control de enfermedades en el híbrido de café Sarchimoro 4260 (*Coffea arabica* L.)

Effect of fertilization on growth and disease control in the coffee hybrid Sarchimoro 4260 (*Coffea arabica* L.)

Ayón Villao Fernando , Holguín Flores Gladys , Valverde Lucio Alfredo , García Cabrera Juan , Gabriel Ortega Julio 



Datos del Artículo

Universidad Estatal del Sur de Manabí (UNESUM).
Facultad de Ciencias Naturales y de la Agricultura.
km 1.5 vía Noboa, Campus los Ángeles, Jipijapa.
Tel: 05-2600229/05-2601657/05-2600223.
Manabí, Ecuador.

*Dirección de contacto:

Alfredo Valverde Lucio.
Universidad Estatal del Sur de Manabí (UNESUM).
Facultad de Ciencias Naturales y de la Agricultura.
km 1.5 vía Noboa, Campus los Ángeles, Jipijapa.
Tel: 05-2600229.
Manabí, Ecuador.
E-mail: yhonny@unesum.edu.ec

Palabras clave:

Incidencia,
producción,
cafcultura,
resistencia genética.

J. Selva Andina Biosph.
2023; 11(1):22-32.

ID del artículo: 120/JSAB/2022

Historial del artículo

Recibido junio, 2022.
Devuelto octubre, 2022.
Aceptado enero, 2023.
Disponible en línea, mayo 2023.

Editado por:
Selva Andina
Research Society

Keywords:

Incidence,
production,
coffee growing,
genetic resistance.

Resumen

Con el objetivo de evaluar el efecto de la fertilización sobre el crecimiento y el control de enfermedades del híbrido de café Sarchimoro 4260, fue implementado una parcela en diseño experimental de bloques completamente aleatorios en arreglo factorial $4 \times 3 + 1$, donde el factor A fueron los tipos de fertilizantes (A_1 : micorriza + urea, A_2 : humus de lombriz + urea, A_3 : yeso agrícola + urea, A_4 : micro esencial + urea y A_5 : Testigo en el que se aplicó solo urea), y el factor B fueron las dosis, en el que se aplicó 3 dosis por cada producto. Las variables evaluadas fueron altura de planta, diámetro de tallo, diámetro de copa, número de ramas, y severidad de infección de la roya (*Hemileia vastatrix*) y el ojo de gallo (*Mycena citricolor*). Los resultados, presentaron diferencias altamente significativas ($p < 0.01$) para las variables morfológicas. La mejor respuesta morfológica en etapa de crecimiento del híbrido Sarchimoro 4260, fue para la aplicación de humus de lombriz en dosis de 1.0 kg/planta + urea y el yeso agrícola con dosis de 100 g/planta + urea. No hubo incidencia ni severidad de la enfermedad de la roya y el ojo de gallo. Hubo una alta correlación y positiva entre la altura de planta, el diámetro de tallo y el diámetro de copa.

2023. *Journal of the Selva Andina Biosphere*®. Bolivia. Todos los derechos reservados.

Abstract

In order to evaluate the effect of fertilization on the growth and disease control of the coffee hybrid Sarchimoro 4260, a completely randomized block experimental design plot was implemented in a $4 \times 3 + 1$ factorial arrangement, where factor A was the types of fertilizers (A_1 : mycorrhiza + urea, A_2 : earthworm humus + urea, A_3 : agricultural gypsum + urea, A_4 : micro essential + urea and A_5 : Control in which only urea was applied), and factor B were the doses, in which 3 doses were applied for each product. The variables evaluated were plant height, stem diameter, crown diameter, number of branches, and severity of infection of rust (*Hemileia vastatrix*) and cock's eye (*Mycena citricolor*). The results showed highly significant differences ($p < 0.01$) for the morphological variables. The best morphological response in the growth stage of the hybrid Sarchimoro 4260 was for the application of earthworm humus at a dose of 1.0 kg/plant + urea and agricultural gypsum at a dose of 100 g/plant + urea. There was no incidence and severity of rust disease and rooster's eye. There was a high and positive correlation between plant height, stem diameter, and crown diameter.

2023. *Journal of the Selva Andina Biosphere*®. Bolivia. All rights reserved.

Introducción

El cultivo de café, una de las principales actividades agrícolas en Ecuador, se encuentra entre los 10 cultivos con mayor superficie, además, se producen en varias provincias del país¹, concentrada su producción en la provincia de Manabí, particularmente en el cantón Jipíjapa². El informe de “Rendimientos de café grano seco en el Ecuador 2017” señaló que, durante el periodo de análisis, la especie de café arábigo representó 65 % de la producción nacional de café, con rendimiento de 0.23 t/ha, café Robusta 35 % del total producido a nivel nacional, con 0.49 t/ha. Las variedades más productivas fueron: Caturra 25 %, Catucai 19 % y Sarchimor 18 %³.

Sobre el café arábigo Sarchimor, Velásquez⁴ señaló que resulta del cruce Híbrido de Timor CIFIC 832/2 (resistente a roya) y la variedad Villa Sarchí. De ahí, se derivaron progenies que originaron variedades con características estables en diferentes países, Brasil IAPAR 59, Tupí y Obatá en Honduras, el Parainema en El Salvador, Cuscatleco en Nicaragua, Marsellesa se le llama simplemente Sarchimor cuando se desconoce su procedencia. Los cafés tipo Sarchimor, son plantas de porte bajo, brote verde o bronce, vigor y producción alta, bien adaptados a zonas de baja, media altitud, y buena taza⁵.

En Ecuador se introdujeron las líneas de Sarchimor C-1669, Sarchimor C-4260 en 1985, ambos híbridos expusieron buena adaptación, principalmente en zonas secas de Manabí, el Oro y Loja, sus brotes son de color bronceado, de porte bajo, alta resistencia a la roya, producción, y bajo porcentaje de grano vano⁵. El Centro Nacional de Investigaciones de Café⁶, señalaron, una de las prácticas que contribuyeron al óptimo crecimiento, y logro del máximo potencial productivo en su cultivo, fue la fertilización, labor que puede realizarse mediante un plan ajustado a los resultados de análisis de suelos, o a través de un plan de abonamiento general. Cualquiera que sea la alter-

nativa seleccionada, su éxito dependerá en buena medida de la oportunidad y pertinencia con la que se lleve a cabo.

Los fertilizantes químicos-sintéticos, si son utilizados de manera incorrecta, pueden provocar afectaciones ambientales e incluso afectar la salud humana, contrario a los abonos orgánicos (AO), que actúan de forma indirecta y lenta, con la ventaja de mejorar la textura, estructura del suelo, incrementando su capacidad de retención de nutrientes, liberándolos progresivamente, en la medida que la planta los demande, además de mejorar la capacidad de almacenamiento de agua, permeabilidad del suelo⁷.

En investigaciones efectuadas por la Federación Nacional de cafeteros de Colombia (FNC Colombia⁸, recomiendan la aplicación de fertilizantes, dependiendo del sistema de producción del cafetal, según densidad de siembra y porcentaje de sombra. En lo que respecta a las enfermedades^{9,10}, la presencia de nutrientes puede reducir las enfermedades o disminuir sus niveles de intensidad, agregando que, junto con otras prácticas de manejo, se puede mejorar la sanidad de los cultivos, optimizando las condiciones crecimiento. Sieiro Miranda et al.¹¹ indicaron, el correcto suministro de una fertilización balanceada promueve el crecimiento óptimo de las plantas, considerándose importante para la resistencia a las enfermedades.

La problemática cafetalera en la zona sur de la Provincia de Manabí, está orientada a la baja productividad, y se definen como causas principales, el desconocimiento del productor en cuanto al manejo, nutrición del cultivo, por otro lado, a la presencia de enfermedades, particularmente la roya (*Hemileia vastatrix*), de paso sucede por el uso de variedades susceptibles^{10,12}. Aunque podrían existir otros problemas, de mayor afectación en la caficultura local. El objetivo de la presente investigación fue evaluar el

efecto de la fertilización sobre el desarrollo y el control de enfermedades del híbrido de café Sarchimoro 4260 en etapa de crecimiento.

Materiales y métodos

La investigación se desarrolló en Jipijapa, en la Finca de la Andil, perteneciente a la Universidad Estatal del Sur de Manabí, ubicada en el km 5 de la vía que conduce a la Parroquia Noboa del Cantón 24 de Mayo, ubicada a 378 msnm con una georreferenciación de 17M 0551229 y UTM 9851068, clima predominante

cálido seco en la zona Oeste, cálido húmedo con temporadas secas en la zona Este, con una temperatura media 24° C, afectada por la presencia de 2 temporadas, seca (entre mayo y octubre) y de lluvias (entre noviembre y abril)¹³.

Se implementó una parcela en diseño experimental de bloques completamente aleatorios (DBCA) con arreglo factorial 4 x 3 + 1¹⁴, siendo el factor A: los fertilizantes y el factor B: las dosis de los fertilizantes, el testigo utilizado fue la urea. Los tratamientos se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1 Tratamientos del experimento en la investigación

N°	Nomenclatura	Factor A - Tipos de fertilizantes	Factor B - Dosis de aplicación
1	A ₁ X B1	Urea - Micorriza	0.5 *+ 25 †
2	A ₁ X B2	Urea - Micorriza	1.0 *+ 25 †
3	A ₁ X B3	Urea - Micorriza	1.5 *+ 25 †
4	A ₂ X B1	Urea - HL	0.5 **+ 25 †
5	A ₂ X B2	Urea - HL	1.0 **+ 25 †
6	A ₂ X B3	Urea - HL	1.5 **+ 25 †
7	A ₃ X B1	Urea - YA	50 *+ 25 †
8	A ₃ X B2	Urea - YA	100 *+ 25 †
9	A ₃ X B3	Urea - YA	150 *+ 25 †
10	A ₄ X B1	Urea - ME	40 *+ 25 †
11	A ₄ X B2	Urea - ME	80 *+25 †
12	A ₄ X B3	Urea - ME	120 *+25 †
13	A ₅ X B1	Testigo	25 †

HL humus de lombriz, YA yeso agrícola, ME micro esencial, * g/planta, **kg/planta, † g urea

Para el ensayo fueron sembradas 480 plantas de café Sarchimoro 4260, distribuidas en DBCA, con 3 repeticiones, 10 plantas por repetición. Se aplicaron 13 tratamientos, con 39 unidades experimentales (UE). Las plantas sembradas fueron trasplantadas 5 meses antes.

Análisis estadístico. En las evaluaciones agronómicas una vez que los datos satisficieron los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza se analizó el experimento utilizando el modelo DBCA¹⁴.

Se realizaron análisis de varianza (AV) para probar hipótesis acerca de los efectos fijos, así como comparaciones de medias de los tratamientos mediante la prueba de Tukey Pr<0.05 de probabilidad, el AV también fue para estimar los componentes de va

rianza para los efectos aleatorios. Los análisis indicados se realizaron utilizando el software estadístico InfoStat¹⁵. Se realizó un análisis de correlación mediante el coeficiente de Pearson¹⁴ entre todas las variables de respuesta evaluadas.

Variables de respuesta. *Altura de planta (AP).* En cm, desde el ras del suelo hasta el ápice de la planta, se midieron 9 plantas por cada repetición, cada 30 días por un lapso de 6 meses, utilizando un flexómetro. *Diámetro de tallo (DT).* En mm, en 9 plantas con un calibrador Vernier digital, se tomó el diámetro en la parte del tallo a unos 10 cm del suelo, cada 30 días. *Diámetro de copa (DC).* En cm, con la ayuda de una cinta métrica o flexómetro, tomando las ramas del tercio medio de la planta. Se evaluaron 9 plantas por

cada repetición. *Número de ramas (NR)*. Se evaluaron con una frecuencia de 2 meses en las 9 plantas por cada repetición. *Severidad*. En porcentaje de afectación de las hojas de las plantas evaluadas.

Manejo del experimento. Se aplicaron los fertilizantes previstos, al inicio del periodo lluvioso, y al final de este periodo, se volvió a aplicar urea en dosis de 25 g/planta. Las plantas seleccionadas en la toma de

datos fueron identificadas con cintas de colores que eran ubicadas en una de las ramas de las plantas para su fácil identificación. El control de maleza fue manual, se hizo según se requería. Los datos se tomaron cada mes, durante los 6 meses.

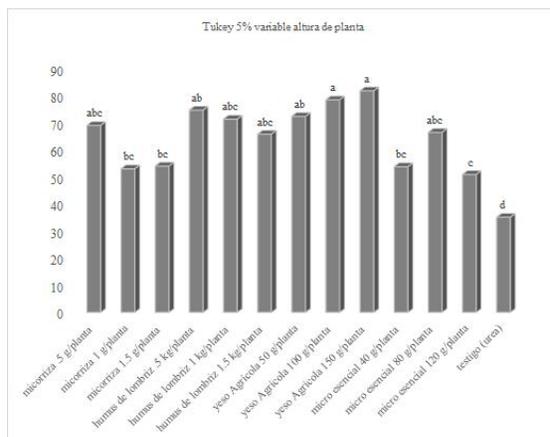
Resultados

Tabla 2 Comparación de medias de seis evaluaciones de altura de planta

Medias de altura de planta (cm)	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
Micorriza .5 *	51.44 ^{ab}	52.89 ^{abc}	55.45 ^{ab}	60.22 ^{abc}	60.78 ^{abc}	69 ^{abc}
Micorriza 1.0 *	46.56 ^{abc}	48.67 ^{abc}	51.67 ^{ab}	54 ^{abc}	55.45 ^{abc}	55.8 ^{bc}
Micorriza 1.5 *	45.67 ^{abc}	47.56 ^{abcn}	49.11 ^{abc}	50.89 ^{bcd}	52 ^{bcd}	54 ^{bc}
HL .5 **	57.67 ^a	59.45 ^{ab}	62.44 ^a	65.45 ^{ab}	67.67 ^{ab}	74.66 ^{ab}
HL 1.0 **	60.33 ^a	62.56 ^a	68 ^a	71.33 ^a	71.67 ^a	71.93 ^{abc}
HL 1.5 **	47.67 ^{abc}	50 ^{abc}	58.56 ^{ab}	61.67 ^{abc}	62.67 ^{abc}	65.77 ^{abc}
YA 50 *	57 ^{ab}	58.78 ^{abc}	61.44 ^{ab}	67 ^{ab}	68.89 ^{abc}	72.33 ^{abc}
YA 100 *	60.89 ^a	63 ^a	66.45 ^{ab}	68.22 ^a	71.56 ^a	78.44 ^a
YA 150 *	55.78 ^{ab}	58.56 ^{abc}	62.89 ^{ab}	68.89 ^a	70.45 ^a	81.78 ^a
ME 40 *	42.78 ^{abc}	45.11 ^{bcd}	49 ^{abc}	52.11 ^{bcd}	53.44 ^{bcd}	53.77 ^{bc}
ME 80 *	50.33 ^{ab}	52.67 ^{abc}	56 ^{ab}	59.56 ^{abc}	62.78 ^{abc}	66.44 ^{abc}
ME 120 *	41.78 ^{ab}	43.56 ^{bcd}	46.78 ^{ab}	48.89 ^{cd}	50.00 ^{cd}	50.88 ^c
Testigo ***	23.67 ^c	25.22 ^d	28.11 ^c	29.33 ^c	30.45 ^c	31.22 ^d

HL humus de lombriz, YA yeso agrícola, ME micro esencial, *g/planta + urea, ** kg/planta + urea, *** 25 g de urea

Figura 1 Comparación de medias mediante Tukey al 5 % de la variable altura de planta (cm)



Los datos de las variables evaluadas tuvieron distribución normal con la prueba de Kolmogorov-Smirnov al $p < 0.05$ de probabilidad y homogeneidad de varianzas con la prueba de Levin al $p < 0.05$ de probabilidad, sugiriendo esto se continúen los análisis de

varianza. La Tabla 2, las comparaciones de medias de la AP, hubo diferencias significativas al $p < 0.05$ de probabilidad, para YA, a las dosis de 150 y 100 g/planta + urea y HL dosis de 1 kg y 0.5 kg/planta + urea.

El análisis ortogonal expresó diferencias estadísticas entre el testigo vs los demás tratamientos como se observa en la Figura 1, se aprecia mediante la comparación de Tukey al 5 %, el tratamiento testigo con urea, está por debajo de la media de los tratamientos restantes.

La comparación de las medias del DT determinó diferencias altamente significativas entre tratamientos, con un $p < 0.01$ de probabilidad. La Tabla 3, los resultados AV, de DT en los 6 meses de evaluación. El análisis ortogonal de testigo vs tratamientos factoriales ratifica las diferencias entre es testigo a base de urea y los demás tratamientos. La prueba de medias

mediante la comparación múltiple de Tukey al 5 %, mostró que los tratamientos fueron HL 1.0 kg/planta,

YA con 100 y 150 g/planta, vs el testigo que tuvo menor DT.

Tabla 3 Comparación de medias del diámetro de tallo de seis evaluaciones

Medias del diámetro de tallo (mm)						
	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
Micorriza .5 *	1.06 ^a	1.17 ^a	1.29 ^a	1.43 ^a	1.49 ^a	1.52 ^a
Micorriza 1.0 *	.77 ^{ab}	.88 ^{ab}	.96 ^{ab}	1.06 ^{bc}	1.1 ^{abc}	1.13 ^{abc}
Micorriza 1.5 *	.83 ^{ab}	.90 ^{ab}	.94 ^{ab}	1.02 ^{bc}	1.04 ^{bc}	1.09 ^{bc}
HL .5 **	.88 ^{ab}	.96 ^{ab}	1.11 ^a	1.37 ^{ab}	1.46 ^a	1.51 ^a
HL 1.0 **	1.10 ^a	1.23 ^a	1.33 ^a	1.41 ^a	1.46 ^a	1.51 ^a
HL 1.5 **	.81 ^{ab}	.90 ^{ab}	1.06 ^a	1.22 ^{abc}	1.32 ^{ab}	1.39 ^{ab}
YA 50 *	.93 ^{ab}	1.02 ^{ab}	1.09 ^a	1.29 ^{abc}	1.36 ^{ab}	1.42 ^{ab}
YA 100 *	1.03 ^a	1.14 ^a	1.23 ^a	1.38 ^{abc}	1.51 ^a	1.57 ^a
YA 150 *	1.02 ^a	1.1 ^a	1.24 ^a	1.38 ^{abc}	1.44 ^a	1.49 ^a
ME 40 *	.84 ^{ab}	.94 ^{ab}	.99 ^{ab}	1.06 ^{bc}	1.14 ^{abc}	1.18 ^{abc}
ME 80 *	.83 ^{ab}	.92 ^{ab}	1.00 ^{ab}	1.11 ^{bc}	1.2 ^{abc}	1.22 ^{bc}
ME 120 *	.74 ^{ab}	.87 ^{ab}	.96 ^{ab}	1.06 ^{bc}	1.13 ^{abc}	1.14 ^{abc}
Testigo ***	.50 ^b	.58 ^b	.69 ^b	.77 ^c	.79 ^c	.87 ^c

HL humus de lombriz, YA yeso agrícola, ME micro esencial, *g/planta + urea, ** kg/planta + urea, *** 25 g de urea

Tabla 4 Comparación de las medias del diámetro de copa de seis evaluaciones

ANOVA diámetro de copa (cm)						
	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
Micorriza .5 *	65.44 ^{ab}	67.78 ^{ab}	68.667 ^{ab}	72.44 ^{ab}	72.89 ^{abc}	74.67 ^{ab}
Micorriza 1.0 *	51.22 ^{abc}	53.56 ^{abc}	55.67 ^{abc}	58.22 ^{bc}	59.67 ^{abc}	61.22 ^{abc}
Micorriza 1.5 *	52.00 ^{abc}	54.56 ^{abc}	55.89 ^{abc}	57.50 ^{bc}	58.67 ^{abc}	59.22 ^{bc}
HL .5 **	67.11 ^{ab}	69.11 ^{ab}	70.00 ^a	71.22 ^{ab}	74.00 ^{ab}	75.22 ^a
HL 1.0 **	72.00 ^a	74.00 ^a	75.00 ^a	78.45 ^a	79.44 ^a	80.66 ^a
HL 1.5 **	62.78 ^{abc}	64.89 ^{abc}	68.44 ^{ab}	69.33 ^{abc}	70.89 ^{abc}	72.89 ^{abc}
YA 50 *	63.33 ^{abc}	66.22 ^{abc}	67.89 ^{ab}	69.66 ^{abc}	71.67 ^{abc}	73.00 ^{abc}
YA 100 *	66.89 ^{ab}	69.00 ^{ab}	71.00 ^a	72.56 ^{ab}	75.44 ^{abc}	76.67 ^{ab}
YA 150 *	62.00 ^{abc}	64.11 ^{abc}	66.22 ^{ab}	68.56 ^{abc}	70.44 ^{abc}	71.33 ^{abc}
ME 40 *	53.22 ^{bc}	55.22 ^{bc}	56.77 ^{abc}	58.44 ^{bc}	59.33 ^{bc}	60.11 ^{bc}
ME 80 *	53.33 ^{bc}	55.56 ^{bc}	57.56 ^{abc}	60.78 ^{bc}	61.33 ^{bc}	62.11 ^{bc}
ME 120 *	49.67 ^{bc}	51.56 ^{bc}	53.67 ^{abc}	55.67 ^{bc}	57.00 ^{bc}	57.78 ^{bc}
Testigo ***	33.89 ^b	35.44 ^b	35.89 ^c	37.78 ^b	39 ^b	39.89 ^b

HL humus de lombriz, YA yeso agrícola, ME micro esencial, *g/planta + urea, ** kg/planta + urea, *** 25 g de urea

El análisis de varianza del DC, hay diferencias estadísticas entre los tratamientos ($p < 0.05$) y el análisis ortogonal determinó diferencias estadísticas entre el testigo vs los demás tratamientos, con la prueba de Tukey al $p < 0.05$ de probabilidad, encontrándose que hubo una mejor respuesta con el HL 1 kg/planta + urea con un incremento de 8.66 cm, destacándose además la dosis 1 kg de HL y los tratamientos de dosis de 100 y 150 g de YA, y micorriza en dosis de 0.5 g/planta + urea, el testigo es el de menor medidas en DC.

El AV del NR, determinó que la interacción entre factores al $p < 0.05$ de probabilidad (Tabla 4), determinó que hubo diferencias significativas entre los tratamientos. Asimismo, el análisis ortogonal, hay diferencias significativas entre el testigo vs los demás tratamientos. La comparación de medias, mediante la prueba múltiple de tukey al $p < 0.05$ de probabilidad, hubo diferencias significativas entre los tratamientos, siendo el HL 1.0 kg/planta + urea el que presenta una mejor respuesta al incremento de NR, seguido de los 3 tratamientos de YA (Tabla 5).

Tabla 5 Comparación de las medias del número de ramas

	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
Micorriza .5 *	12.00 ^{abc}	13.22 ^{ab}	15.22 ^{abc}	16.78 ^{abc}	18.11 ^{abcn}	19.67 ^{abcn}
Micorriza 1.0 *	8.67 ^{abc}	9.56 ^{abc}	10.78 ^{abc}	12.00 ^{cn}	12.89 ⁿ	14.33 ^{cn}
Micorriza 1.5 *	8.78 ^{abc}	10.00 ^{abc}	10.89 ^{abc}	12.78 ^{cn}	14.00 ^{cn}	15.22 ^{bcn}
HL .5 **	13.67 ^{ab}	15.00 ^{ab}	15.78 ^{abc}	18.33 ^{abc}	19.89 ^{abc}	21.00 ^{abcn}
HL 1.0 **	15.22 ^a	17.11 ^a	18.56 ^a	21.78 ^a	24.00 ^a	25.11 ^a
HL 1.5 **	9.22 ^{abc}	10.00 ^{abc}	11.33 ^{abc}	14.56 ^{bcn}	16.00 ^{bcn}	17.67 ^{abcn}
YA 50 *	14.56 ^{ab}	15.78 ^{ab}	17.67 ^{ab}	20.78 ^{abc}	23.00 ^{abc}	24.11 ^{abc}
YA 100 *	14.67 ^{ab}	16.11 ^{ab}	17.89 ^{ab}	21.67 ^{ab}	23.22 ^{abc}	24.33 ^{abc}
YA 150 *	11.33 ^{abc}	12.78 ^{ab}	15.22 ^{ab}	17.56 ^{abc}	20.00 ^{abc}	21.11 ^{abc}
ME 40 *	9.89 ^{abc}	10.67 ^{abc}	11.89 ^{abc}	13.33 ^{cn}	14.56 ^{cn}	15.00 ^{cn}
ME 80 *	11.33 ^{abc}	12.56 ^{abc}	13.44 ^{abc}	14.56 ^{bcn}	15.89 ^{bcn}	16.44 ^{bcn}
ME 120 *	7.44 ^{bc}	8 ^{bc}	9.78 ^{bc}	12.22 ^{cn}	13.33 ^c	13.78 ^{cn}
Testigo ***	10.22 ^{abc}	10.67 ^{abc}	12.33 ^{abc}	14.89 ^{bcn}	15.56 ^{bcn}	16.44 ^{bcn}

HL humus de lombriz, YA yeso agrícola, ME micro esencial, *g/planta + urea, ** kg/planta + urea, *** 25 g de urea

El análisis de severidad de ambas enfermedades, no hubo diferencias significativas al $p < 0.05$ de probabilidad a la aplicación de los fertilizantes.

Correlación de Pearson. Como se aprecia en la Tabla 6, hubo correlación entre las variables AP y DT, así como con las variables DC y NR, de igual manera existe correlación entre las variables DT con las variables NR y DC, y las variables NR se correlaciona con AP.

Discusión

El híbrido Sarchimor 4260, presentó respuesta morfológica a nivel de AP, DT, DC y NR, en el tratamiento HL 1.0 kg/planta más 25 g urea, y en los tratamientos YA 100 y 50 g/planta más 25 g de urea, definiendo la importancia de la fertilización ecológica a favor del desarrollo de las plantas de café, en este sentido Mosquera *et al.*¹⁶ y Bedoya Cardoso & Salazar Moreno¹⁷, concuerdan con nuestros resultados, al indicar que en el cultivo de café, su nutrición es uno de los aspectos preponderantes, garantizando plantas crecimiento y desarrollo, así como plantas sanas y productivas.

Estudios realizados por Valverde *et al.*¹⁸ y Vásquez-Montial *et al.*¹⁹, indicaron que la fertilización del cultivo de café es una práctica importante, la mayoría de

los suelos, donde se desarrolla la actividad cafetalera, son pobres en materia orgánica (MO) y nutrientes como el nitrógeno (N). El P, Mg, Ca y K son de medios a altos²⁰. Si bien en el presente estudio no se analizaron estos nutrientes, estos fueron fundamentales de considerar para determinar las dosis de aplicación.

Arias & Arnaude de Chacón²¹ indicaron que previo al uso de fertilizantes, debe efectuarse un diagnóstico de la fertilidad, grado acidez del suelo. En este sentido, con respecto al uso de AO, Canseco Martínez *et al.*²² indicaron, que estos mejoran las características físicas y químicas del suelo, propiciando la preservación del medio ambiente e incrementar la productividad del café. Se sugiere que, químicamente la lombricomposta y el bocashi inducen no solo el incremento productivo, sino que también mejoran la respuesta en el desarrollo vegetativo de las plantas²³.

Sobre el HL y su uso²⁴⁻²⁶, indicaron que, tanto el humus joven, de evolución rápida a humus estable, forman parte la llamada MO total del suelo. Al humus joven también se le llama “lábil” o “libre”, porque todavía no está fijado o ligado a las partículas del suelo y es sede de una intensa actividad microbiana y se lo puede considerar como un elemento fundamental de la fertilidad del suelo. En nuestro experimento detectamos que el HL tuvo un efecto sobresa

liente sobre las variables morfológicas, respecto de la urea.

Tabla 6 Coeficiente de correlación de Pearson para todas las variables de respuesta

Correlación de Pearson: coeficiente/probabilidad						
	Enfermedad roya	AP	DT	DC	NR	Enfermedad ojo de gallo
Enfermedad roya	1.00					
AP	-0.03	1.00				
DT	-0.01	.78	1.00			
DC	-0.09	.78	.88	1.00		
NR	-0.04	.82	.84	.81	1.00	
Enfermedad ojo de gallo	.21	.32	.29	.23	.31	1.00

Altura de planta AP, diámetro de tallo DT, diámetro de copa DC, número de ramas NR.

Los resultados con el YA aplicados en dosis g/planta + urea y HL dosis de 1 kg y 0.5 kg/planta + urea, con efectos sobresalientes en la AP. Resultados similares fueron a otros investigadores²⁷, quienes mencionaron que el YA mejora la morfología y textura del suelo, propiciando permeabilidad y facilita la asimilación de los fertilizantes, incrementando la capacidad de intercambio catiónico, Ca²⁺ y K⁺ intercambiable²⁸⁻³⁰, asimismo contribuye al desarrollo radicular y crecimiento de las plantas^{29,31}.

Por otra parte, observamos que la aplicación de las micorrizas fueron fundamentales para mejorar la disponibilidad del P, similares a los reportados^{32,33}, quienes además indicaron que estos hongos benefician y participan activamente en el transporte y absorción de nutrientes³³, especialmente aquellos de lenta difusión en la solución del suelo como el zinc, cobre y amonio, con capacidad para absorber hasta 40 veces más, que un pelo radicular gracias a su amplia exploración extra radicular^{34,35}. Vallejos-Torres et al.³⁴ confirmaron que la aplicación de micorrizas en el café es dependiente de la asociación simbiótica con hongos micorrícicos arbusculares nativos (HMA-N), ayudando en la absorción de nutrientes y agua, para el crecimiento y desarrollo de las plantas. En lo referente a la presencia de enfermedades del café como son la roya (*H. vastatrix*) y ojo de gallo

(*M. citricolor*), no fueron determinados en nuestros ensayos, esto posiblemente por el estado nutricional del cultivo que respondió al requerimiento nutricional de la planta, corroborado por Velasco Velasco³⁶, y Sieiro Miranda et al.¹¹ quienes señalaron que los nutrientes (macrominerales) contribuyen al desarrollo y resistencia de las plantas a los patógenos.

Asimismo, es posible que estas enfermedades no se presentaron por la resistencia a roya que tiene Sarchimor 4260, que viene de la cruce entre el híbrido Timor y Villa Sarchi^{4,37}.

Rivillas Osorio et al.³⁸, indicaron que la renovación de cafetales con materiales resistentes a la roya es la opción de manejo más eficiente y sostenible económica y ambientalmente.

Virginio-Filho³⁹ agrega, la nutrición de cultivos es un eje central en la producción agrícola, sin embargo, en ocasiones las adiciones de fertilización no corresponden a las condiciones edáficas del área de cultivo, ni a los requerimientos por parte de la planta, este manejo de la fertilidad degrada el suelo, disminuyendo el rendimiento y aumenta los costos de producción.

Fuente de financiamiento

PROG-004-PROY-002-DIP-2015 a AVL de la Universidad Estatal del Sur de Manabí.

Conflictos de intereses

Los autores declaran que esta investigación fue realizada en la Universidad Estatal del Sur de Manabí (Cantón Jipijapa) y no presenta conflictos de interés.

Agradecimientos

Los autores agradecemos a la Universidad Estatal del Sur de Manabí, por el apoyo brindado en el desarrollo del proyecto de investigación “Manejo integral del suelo agua y fertilidad en cafetales”, del cual es parte esta investigación.

Consideraciones éticas

La aprobación de la investigación por la Dirección de Investigación y Posgrado, el Comité de Ética, y el Comité de Investigación de la Carrera de Agropecuaria de la Universidad Estatal del Sur de Manabí (UNESUM), (Cantón Jipijapa), se siguió las pautas establecidas por estas instancias.

Limitaciones en la investigación

Los autores señalan que no hubo limitaciones en el presente trabajo de investigación.

Contribución de los autores

Ayón Villao Fernando, planeación del experimento, sistematización e interpretación de la información. *Holguín Flores Gladys*, planeación del experimento, toma de datos y sistematización e interpretación de la información. *Valverde Lucio Alfredo*, planeación del experimento, análisis estadístico, sistematización e interpretación de la información. Revisión del docu-

mento. *García Cabrera Juan*, sistematización e interpretación de la información. Revisión del documento. *Gabriel Ortega Julio*, análisis de la estadística, sistematización e interpretación de la información. Revisión del documento.

Literatura Citada

1. Ponce Vaca LA, Orellana Suarez KD, Acuña Velásquez IR, Alfonso Alemán JL, Fuentes Figueroa T. Situación de la caficultura ecuatoriana: perspectivas. *Estudios del Desarrollo Social* 2018;6(1):307-25.
2. Venegas Sánchez S, Orellana Bueno D, Pérez Jara P. La realidad ecuatoriana en la producción de café. *RECIMUNDO* 2018;2(2):72-91. DOI: [https://doi.org/10.26820/recimundo/2.\(2\).2018.24-44](https://doi.org/10.26820/recimundo/2.(2).2018.24-44)
3. Monteros Guerreo A. Rendimientos de café grano seco en el Ecuador 2017 [Internet]. Quito: Ministerio de Agricultura y Ganadería; 2017 [citado 2 de octubre de 2021]. 10 p. Recuperado a partir de: <https://fliphtml5.com/ijia/mzvg/basic>
4. Velásquez RA. Guía de variedades de café [Internet]. Guatemala: Asociación Nacional del Café; 2016 [citado 2 de mayo de 2021]. 48 p. Recuperado a partir de: <https://www.yumpu.com/es/document/view/58384474/guia-de-variedades-de-cafe>
5. Vargas Humatinga KS, Tapia Ramirez C (dir). Respuesta agronómica de tres variedades de café (*Coffea arabica*) con tres niveles de fertilización foliar [tesis licenciatura]. [La Maná]: Universidad Técnica de Cotopaxi; 2020 [citado 16 de mayo de 2021]. Recuperado a partir de: <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/6921>
6. González Osorio H, Sadeghian Khalajabadi S, Jaramillo Robledo A. Épocas recomendables para la fertilización de cafetales [Internet]. Manizales: Centro Nacional de Investigaciones de Café; 2014 [citado 6 de mayo de 2021]. Reporte No.: 442. Re-

- cuperado a partir de: <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/498/3/avt0442.pdf>
7. Sandoval Estrada P, Venegas González J, Velázquez Machuca MA, Ávila Meléndez LA, Montañez Soto JL, Ceja Torres LF. A self-sustaining organic fertilizer for vegetable production. *Adv Biosci* 2016;7(2):51-6. DOI: <https://doi.org/10.15515/abr.0976-4585.7.2.5156>
 8. Federación Nacional de cafeteros de Colombia (FNC). Pergamino. Información y gestión de negocios para empresarios cafeteros. Federación nacional de cafeteros de Colombia. [Online]; 2011. Available from: Hyperlink https://www.federaciondecafeteros.org/pergamino-fnc/index.php/comments/fertilizacion_de_cafetales_clave_para_la_productividad
 9. Morales Y. Durabilidad de la resistencia genética a la roya del café (*Hemileia vastatrix*) en variedades mejoradas en Honduras al 2019 [Internet]. Tegucigalpa: Instituto Hondureño del Café; 2019 [citado 2 de octubre de 2021]. 19 p. Recuperado a partir de: <http://apps.iica.int/pccmca/docs/MT%20Frutales%20y%20Cafe/Martes%2030%20abril/8-Durabilidad%20de%20la%20Resistencia%20Gen%C3%A9tica%20a%20la%20Roya.pdf>
 10. Ramírez Rojas J. Sarchimor IAC 125 RN (IBC 12 o café Uva), resistente a roya y nemátodos [Internet]. Jorge Ramírez caficultura desde Costa Rica. 2016 [citado 3 de mayo de 2021]. Recuperado a partir de: <https://www.ramirezcaficulturadesdecostarica.com/ct-50>
 11. Sieiro Miranda GL, González Marrero AN, Rodríguez Lema EL, Rodríguez Regal M. Efecto de los macroelementos primarios en la susceptibilidad a enfermedades. *Ctro Agr* 2020;47(3):66-74.
 12. Bustamante J, Roa S, Casanova A, Roso L. Líneas de café resistentes a la roya en una localidad del Estado Táchira, Venezuela. *Agronomía Trop* 2004;54(1):75-91.
 13. Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo. Actualización del plan de desarrollo y ordenamiento territorial [Internet]. Jipijapa: Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Jipijapa; 2015 [citado 21 de mayo de 2021]. 391 p. Recuperado a partir de: https://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/1360000630001_PDyOT%20ACTUAL%20JIPIJAPA%202015_18-04-2015_19-58-08.pdf
 14. Gabriel Ortega J, Valverde LA, Indacochea Ganchozo B, Castro Piguave C, Vera Tumbaco M, Alcívar Cobeña J, *et al.* Diseños experimentales: Teoría y práctica para experimentos agropecuarios [Internet]. Guayaquil: Editorial Grupo Compás; 2021 [citado 12 de mayo de 2021]. 34 p. Recuperado a partir de: <http://142.93.18.15:8080/jspui/handle/123456789/625>
 15. Di Rienzo J, Balzarini M, Gonzalez L, Casanoves F, Tablada M, Walter Robledo C. InfoStat Software Estadístico [Internet]. Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba; 2008 <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/10346>
 16. Mosquera AT, Melo M, Quiroga C, Avendaño D, Barahona M, Galindo F, *et al.* Evaluación de fertilización orgánica en cafeto (*Coffea arabica*) con pequeños productores de Santander, Colombia. *Temas Agrarios* 2016;21(1):90-101. DOI: <https://doi.org/10.21897/rta.v21i1.894>
 17. Bedoya Cardoso M, Salazar Moreno R. Optimizing fertilizer use in coffee crops. *Rev Mex Cienc Agríc* 2014;(5 Supl 8):S1433-9.
 18. Valverde Lucio A, Ayon Villao F, García Cabrera J, Gabriel Ortega J, Vera Velázquez R. Análisis computacional de las caracterizaciones físico química de los suelos cafetaleros del Sur de Manabí - Ecuador. *Ser Cient Univ Cienc Inform* 2022;15(11):37-55.
 19. Vásquez-Montiel L, Sánchez-Hernández R, Valdés-Velarde E, Mendoza-Palacios JD, López-Noverola U, Escamilla-Prado E. Edaphic changes

- caused by use of fertilizers of natural origin in a coffee region of Veracruz, México. *Terra Latinoam* 2019;37(4):351-9. DOI: <https://doi.org/10.28940/terra.v37i4.515>
20. Holguín Flores GK. Comportamiento morfológico del café (*Coffea arabica* L.) Sarchimor 4260 en etapa de crecimiento con fertilizantes químicos y orgánicos [tesis licenciatura]. [Manabí]: Universidad Estatal del Sur de Manabí; 2019 [citado 26 de mayo de 2021]. Recuperado a partir de: <https://library.co/document/qvv33v0q-comportamiento-morfologico-arabica-sarchimor-crecimiento-fertilizantes-quimicos-organicos.html>
 21. Arias K, Arnaude de Chacón O. Effect of the fertilization chemical, organic and combined on the yield of variety Granola. *Agronomía Trop* 2010;60(1):75-84.
 22. Canseco Martínez DA, Villegas Aparicio Y, Castañeda Hidalgo E, Carrillo Rodríguez JC, Robles C, Santiago Martínez GM. Response of *Coffea arabica* L. to the application of organic fertilizers and biofertilizers. *Rev Mex Cienc Agríc* 2020;11(6):1285-98. DOI: <https://doi.org/10.29312/remexca.v11i6.2612>
 23. Barquero Miranda M. Recomendaciones para el combate de la roya del cafeto (*Hemileia vastatrix* Berk et Br.) [Internet]. Heredia: Instituto del Café de Costa Rica; 2013 [citado 2 de mayo de 2021]. 76 p. Recuperado a partir de: https://www.researchgate.net/publication/281625030_Recomendaciones_para_el_combate_de_la_roya_del_cafeto
 24. Ibarra Villarreal AL, Valenzuela Aragón B, Parra Cota FI, de los Santos Villalobos S. Materia orgánica y su importancia en la vida del suelo - Valle del Yaqui, Sonora [Internet]. *Ciencia y Desarrollo*. 2019 [citado 5 de mayo de 2021]. Recuperado a partir de: <https://www.cyd.conacyt.gob.mx/?p=seccion&id=4&n=556>
 25. Julca-Otiniano A, Meneses-Florián L, Blas-Sevillano R, Bello-Amez S. Organic matter, importance, experiences and its role in agriculture. *Idesia* 2006;24(1):49-61. DOI: <https://doi.org/10.4067/S0718-34292006000100009>
 26. Félix-Herrán JA, Sañudo-Torres RR, Rojo-Martínez GE, Martínez-Ruiz R, Olalde-Portugal V. Importance of organic manures. *Ra Ximhai* 2008;4(1):57-67.
 27. Acosta L, Rivera J, Marza F, Claure T. Use of agricultural gypsum as an amendment in the cultivation of forage maize in the central valley of Tarija. *Info INIAF* 2017;4(9):56-62.
 28. López-Aguilar R, Rodríguez-Quezada G, Naranjo-Murillo A, Beltrán-Morales LF, Troyo-Diéguez E, Casanova-Cruz A, et al. The use of gypsum for a sustainable organic agriculture in arid and semiarid zones. *Interciencia* 2012;37(8):594-601.
 29. Baquero Peñuela JE, Yacomelo Hernández MJ, Orduz-Rodríguez JO. Effect of gypsum on the chemical characteristics of an Oxisol from the Colombian Orinoquia cultivated with Tahiti acid lime. *Temas Agrarios* 2018;23(2):154-63. DOI: <https://doi.org/10.21897/rta.v23i2.1299>
 30. Lerma-Lasso JL, Zapata-Molina JJ, Chañag-Mirama HA, Meneses-Buitrago DH, Ruiz-Eraso H, Ojeda-Jurado H, et al. Effect of calcareous amendments on the productivity and quality of *Medicago sativa* (L.) in Colombia. *Pastos y Forrajes* 2020;43(3):179-88.
 31. Girón J. Enmiendas de suelo en el cultivo de café [Internet]. Guatemala: Centro de Investigaciones en Café de Anacafé; 2018 [citado 22 de mayo de 2021]. 7 p. Recuperado a partir de: <https://www.anacafe.org/uploads/file/5cd916d3b6d7447db8a009ccb36d201d/Boletin-Tecnico-CEDICAFE-2018-04.pdf>
 32. Hernández-Acosta E, Banuelos J, Trejo-Aguilar D. Distribution and effect of mycorrhizal fungi in the coffee agroecosystem: A review. *Rev Biol Trop* 2021;69(2):445-61. DOI: <http://doi.org/10.15517/rbt.v69i2.42256>
 33. Rayo Sánchez CL, Avellaneda-Torres LM. Effects

- of applying arbuscular mycorrhizal fungi to nitrogen cycle microorganisms in soils with coffee plantations. *Cienc Tecnol Agropecuaria* 2022;23(3):e2342. DOI: https://doi.org/10.21930/rcta.vol23_num3_art:2342
34. Vallejos-Torres G, Sánchez T, García MA, Trigo M, Arévalo LA. Effect of arbuscular mycorrhizae in clones of *Coffea arabica*, Caturra variety. *Acta Agron* 2019;68(4):278-84. DOI: <https://doi.org/10.15446/acag.v68n4.72117>
35. Herrera Monroy S, Castro Brindis R, Pérez Moreno J, Valdés Velarde E. Endomycorrhizal diversity in coffee plants (*Coffea arabica* L.) infected with rust (*Hemileia vastatrix*). *Nova Scientia* 2019;11(22):102-23. DOI: <https://doi.org/10.21640/ns.v11i22.1642>
36. Velasco Velasco VA. Role of mineral nutrition on plant disease tolerance. *Terra Latinoam* 1999;17(3):193-200.
37. Buriticá Céspedes P. The coffee rust in Colombia: achievements of national and international impact in the Twentieth siglo. *Rev Fac Nac Agron Medellín* 2010;63(1):5285-92.
38. Rivillas Osorio CA, Serna Giraldo CA, Cristancho Ardila MA, Gaitán Bustamante AL. La roya del cafeto en Colombia. Impacto, manejo y costos [Internet]. Chinchiná: Centro Nacional de Investigaciones de Café; 2011 [citado 26 de mayo de 2021]. Boletín Técnico No.: 36. Recuperado a partir de: <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/594/1/036.pdf>
39. Virgínio Filho EM, Anzueto F, Urrutia S, Avelino J, Smith M. Cafetales sanos, productivos y ambientalmente amigables. Guía para trabajo con familias productoras [Internet]. Turrialba: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza; 2018 [citado 12 de octubre de 2021]. 37 p. Recuperado a partir de: <https://buscador.una.edu.ni/Record/RepoCATIE8717>

Nota del Editor:
Journal of the Selva Andina Biosphere (JSAB). Todas las afirmaciones expresadas en este artículo son únicamente de los autores y no representan necesariamente las de sus organizaciones afiliadas, o las del editor, editores y los revisores. Cualquier producto que pueda ser evaluado en este artículo, o la afirmación que pueda hacer su fabricante, no está garantizado o respaldado por el editor.