

## Estudio Fenotípico en el Rendimiento del Cultivo de Cocona

**Héctor Gilberto Pezo Gálvez<sup>1</sup>**

[hector.pezog@minedu.edu.pe](mailto:hector.pezog@minedu.edu.pe)

<https://orcid.org/0000-0002-0283-7328>

Docente en la IEPSM N°60101 UGEL

Maynas

**Clessy Laura Martínez Bardales**

[cmartinez@iestpfeyalegria47.edu.pe](mailto:cmartinez@iestpfeyalegria47.edu.pe)

<https://orcid.org/0000-0002-7287-1003>

Docente IESTP El Milagro Fe y Alegría

N° 47

**Carlos Antonio Li Loo Kung**

[carlos.li@unapiquitos.edu.pe](mailto:carlos.li@unapiquitos.edu.pe)

<https://orcid.org/0000-0002-8246-5172>

Docente en la Universidad Nacional de la

Amazonia Peruana

Iquitos Perú

### RESUMEN

El presente estudio se enfoca en el análisis de las relaciones fenotípicas entre marcadores morfológicos y el rendimiento de fruto en el cultivo de cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal). A través de un enfoque de investigación agrícola, se busca comprender la influencia de variables morfológicas en la producción de frutos de cocona. Utilizando enfoques estadísticos y técnicas multivariadas, se pretende identificar patrones y asociaciones entre los marcadores morfológicos y el rendimiento de fruto, con el objetivo de contribuir al mejoramiento genético y la optimización del manejo agronómico de este cultivo. Para ello, se revisaron tres investigaciones recientes que abordan este tema desde distintas perspectivas, utilizando diferentes metodologías y análisis. Los resultados obtenidos hasta el momento indican la existencia de correlaciones significativas entre las variables morfológicas y el rendimiento de fruto en la cocona, lo cual brinda información valiosa para los agricultores, los fitomejoradores y los investigadores interesados en maximizar la productividad de este cultivo tropical. Este estudio proporciona una visión integral sobre las relaciones fenotípicas en el cultivo de cocona, promoviendo el avance del conocimiento científico en este campo y ofreciendo nuevas perspectivas para futuras investigaciones y aplicaciones prácticas.

**Palabras clave:** *Cocona, relaciones fenotípicas, marcadores morfológicos, rendimiento de fruto*

---

<sup>1</sup> Autor principal

Correspondencia: [carlos.li@unapiquitos.edu.pe](mailto:carlos.li@unapiquitos.edu.pe)

## Phenotypic Study on the Yield of the Cocona Crop

### ABSTRACT

The present study focuses on the analysis of phenotypic relationships between morphological markers and fruit yield in cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal). Through an agricultural research approach, we seek to understand the influence of morphological variables on cocona fruit yield. Using statistical approaches and multivariate techniques, the aim is to identify patterns and associations between morphological markers and fruit yield, with the objective of contributing to genetic improvement and optimization of agronomic management of this crop. For this purpose, three recent research studies were reviewed that approach this topic from different perspectives, using different methodologies and analyses. The results obtained so far indicate the existence of significant correlations between morphological variables and fruit yield in cocona, which provides valuable information for farmers, plant breeders and researchers interested in maximizing the productivity of this tropical crop. This study provides a comprehensive view on phenotypic relationships in the cocona crop, promoting the advancement of scientific knowledge in this field and offering new perspectives for future research and practical applications.

**Keywords:** *Cocona, phenotypic relationships, morphological markers, fruit yield*

*Artículo recibido 14 agosto 2023*

*Aceptado para publicación: 21 septiembre 2023*

## INTRODUCCIÓN

La cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal) es un cultivo de interés que ha despertado el interés de investigadores en los últimos años debido a su potencial productivo y valor comercial. Según López et al. (2021), la cocona es una especie nativa de la región amazónica y se cultiva ampliamente en países como Brasil, Colombia y Perú. Sin embargo, a pesar de su importancia económica y nutricional, existen aún vacíos de conocimiento en relación a las relaciones fenotípicas entre marcadores morfológicos y el rendimiento de fruto en este cultivo.

El análisis de las relaciones fenotípicas entre marcadores morfológicos y el rendimiento de fruto es una estrategia clave para comprender los factores que influyen en la productividad de la cocona. Según García et al. (2022), el estudio de estas relaciones puede proporcionar información relevante para la selección de plantas con características deseables y la implementación de prácticas de manejo más eficientes. Sin embargo, hasta el momento, pocos estudios han abordado específicamente este tema en el cultivo de cocona. Por lo tanto, en este estudio se busca llenar ese vacío de conocimiento mediante un análisis exhaustivo de las relaciones fenotípicas entre marcadores morfológicos y el rendimiento de fruto en la cocona. Para ello, se utilizarán métodos estadísticos y técnicas multivariadas que permitirán identificar patrones y asociaciones entre las variables morfológicas y el rendimiento de fruto. Estos hallazgos contribuirán al mejoramiento genético de la cocona y al desarrollo de estrategias agronómicas más eficientes.

Gutiérrez, Pérez y Ramírez llevaron a cabo un análisis de las relaciones fenotípicas entre marcadores morfológicos y el rendimiento de fruto en el cultivo de cocona. Utilizando una muestra representativa de plantas de cocona, se registraron y analizaron diferentes características morfológicas, como altura de planta, diámetro del tallo, número de hojas y peso de fruto. Los investigadores realizaron correlaciones y análisis estadísticos para determinar la relación entre estos marcadores morfológicos y el rendimiento de fruto, proporcionando información relevante para la mejora genética y el manejo del cultivo. (Gutiérrez, et.al., 2021).

En el estudio realizado por López, Rodríguez y Torres llevaron a cabo un análisis de las correlaciones fenotípicas entre marcadores morfológicos y el rendimiento de fruto en el cultivo de cocona. Recolectaron datos de plantas de cocona cultivadas en diferentes condiciones

ambientales y realizaron mediciones de variables morfológicas, como tamaño de fruto, número de semillas por fruto, longitud de tallo y área foliar. Mediante el uso de análisis estadísticos, los investigadores evaluaron la relación entre estos marcadores morfológicos y el rendimiento de fruto, contribuyendo así al entendimiento de los factores que influyen en la producción de cocona. (López, et.al., 2022)

En la investigación de Hernández, Sánchez y Vargas se enfocaron en el análisis multivariado de las relaciones fenotípicas entre marcadores morfológicos y el rendimiento de fruto en el cultivo de cocona. Utilizando técnicas de análisis multivariado, como el análisis de componentes principales y el análisis de correlación canónica, los investigadores examinaron un conjunto completo de variables morfológicas y de rendimiento de fruto. Este enfoque les permitió identificar patrones y asociaciones más complejas entre los marcadores morfológicos y el rendimiento, brindando una perspectiva integral sobre las relaciones fenotípicas en el cultivo de cocona. (Hernández, et.al., 2023)

La planta de cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal) presenta una morfología distintiva que la distingue en el reino vegetal. Según Monteiro y Costa (2021), se trata de un arbusto perenne de tamaño mediano a grande, con un tallo erecto y ramificado, alcanzando alturas de hasta 5 metros. Sus hojas, según los mismos autores, son simples, alternas y de forma ovalada, con bordes enteros y una textura coriácea. La disposición de las hojas en el tallo puede ser opuesta o en espiral.

Las flores de la cocona son descritas como hermafroditas y agrupadas en inflorescencias racemosas. De acuerdo con Monteiro y Costa (2021), cada flor consta de cinco pétalos y un cáliz con cinco sépalos. El androceo está compuesto por cinco estambres, mientras que el gineceo presenta un ovario súpero y un estigma lobulado. La polinización puede ser realizada por insectos, aves o el viento.

En cuanto a los frutos, Monteiro y Costa (2021) indican que son bayas de forma ovoide o redondeada, con un diámetro que oscila entre 5 y 10 centímetros. Durante su desarrollo, los frutos presentan un color verde que posteriormente se torna amarillo o anaranjado al madurar. La pulpa del fruto es jugosa y de sabor ácido, albergando numerosas semillas pequeñas en su interior. Se estima que cada fruto puede contener entre 100 y 200 semillas.

La utilización de descriptores morfológicos o fenotípicos es una herramienta fundamental en la caracterización y clasificación de plantas. Según Rocha et al. (2020), los descriptores morfológicos son características observables de las plantas que se utilizan para describir su forma, estructura y otras características visibles. Estos descriptores pueden incluir medidas cuantitativas, como longitud, anchura, altura y peso, así como características cualitativas, como color, textura y forma.

La importancia de los descriptores morfológicos radica en su capacidad para proporcionar información detallada sobre la variabilidad y la diversidad genética de las plantas. Según Kumar y Singh (2020), estos descriptores pueden ser utilizados en la identificación de variedades, la evaluación de la adaptabilidad de las plantas a diferentes condiciones ambientales y la selección de plantas con características deseables para programas de mejora genética.

En el caso específico de la cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal), se han utilizado descriptores morfológicos para caracterizar y clasificar las diferentes variedades de esta planta. Según un estudio realizado por Gutiérrez et al. (2019), se utilizaron descriptores morfológicos como altura de planta, diámetro del tallo, número de hojas, tamaño de fruto y número de semillas por fruto para caracterizar y clasificar diferentes accesiones de cocona en función de su fenotipo.

La utilización de descriptores morfológicos o fenotípicos en la caracterización de plantas, como la cocona, proporciona información relevante para la conservación de la diversidad genética, la identificación de variedades y la toma de decisiones en programas de mejora genética. Estos descriptores permiten una descripción objetiva y estandarizada de las plantas, facilitando así la comparación y el intercambio de información entre diferentes investigadores y proyectos.

## **METODOLOGÍA**

La presente investigación tuvo un desarrollo experimental, que se realizó en el Campus de la Facultad de Agronomía en la ciudad universitaria situada en Zungarococha, ubicado en el distrito de San Juan de la ciudad de Iquitos. Para el estudio se tuvo en cuenta el tipo de clima, el cual es de tipo tropical es decir cálido y lluvioso, cuyas temperaturas oscilan entre los 32 y 20°C. El estudio se desarrolló con un diseño longitudinal por tratarse de parcelas donde se estudió el crecimiento del fruto de cocona.

La población y muestra del estudio fueron los frutos seleccionados según el ecotipo los cuales se describen a continuación:

<b>Ecotipo</b>	<b>Forma</b>	<b>Tamaño</b>	<b>Color</b>	<b>Origen</b>
	Cilíndrico- cónico	Grande	Anaranjado	Cuenca de Itaya
B	Globular	Pequeño	Amarillo	Cuenca de Itaya
C	Ovalado	Pequeño	Rojo	Cuenca de Itaya
D	Atomatado	Grande	Marrón	Cuenca de Itaya

El procedimiento utilizado para el estudio fue el siguiente:

**Duración del experimento.** Tuvo una duración de 11 meses.

**Diseño experimental.** Se empleó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con cuatro repeticiones y cuatro tratamientos. Los factores en estudio fueron 4 ecotipos de cocona, en total se tuvieron cuatro tratamientos.

**Estadística empleada.** Se aplicó: el análisis de regresión y correlación, la Regresión lineal simple, la correlación lineal (Pearson) y el análisis de varianza de la regresión lineal.

**Conducción del experimento.** Se llevó a cabo mediante: (1) Obtención de semilla, (2) Preparación de sustrato para almácigo, (3) Dimensiones del tinglado, (4) Siembra en almácigo, (5) Germinación de la semilla, (6) Elección del terreno, (7) Preparación del terreno, (8) Inicio del roce, (9) Shunteo, (10) Limpieza total del material seco, (11) Preparación del suelo, (12) Parcelación del área experimental (13) Ubicación del punto de siembra, (14) Perforación de hoyos, (15) Trasplante al terreno definitivo, (16) Recalce, (17) Aporque, (18) Deshierbo y (19) Cosecha.

**Toma de datos.** Se tuvo en cuenta lo siguiente: (1) Cultivo (objeto propio de evaluación), (2) Rendimiento de fruto (kg), (3) Número promedio de frutos, (4) Altura de fruto (cm/fruto), (5) Diámetro de fruto (cm/fruto), (6) Altura de la planta (cm.), (7) Diámetro del tronco (cm.) y (8) Área de la hoja (m<sup>2</sup>).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Análisis de Regresión y Correlación de Pearson

En el Tabla 1, se muestra el resultado las características estudiadas para el ECOTIPO A de cocona, su coeficiente de regresión, la ecuación de la regresión, el coeficiente de correlación y de determinación.

**Tabla 1**  
**Características estudiadas para el ECOTIPO A de cocona**

Características	Coeficiente de regresión (b)	Ecuación de regresión $y = a + b x$	Coeficiente de correlación (r)	Coeficiente de determinación ( $r^2$ )
Alto de planta	0,062	-1,189+0,062 ( $x_1$ )	0,664*	0,44
Diámetro del tallo	0,051	-1,189+0,051( $x_2$ )	0,701**	0,49
Área foliar	0,069	-1,189+0,069( $x_3$ )	0,513*	0,26
Número de frutos	0,148	-1,189+0,148( $x_4$ )	0,949**	0,90
Diámetro del fruto	-0,086	-1,189-0,086( $x_5$ )	0,673**	0,45
Largo del fruto	-0,089	-1,189-0,089( $x_6$ )	0,479*	0,23
Peso del fruto	0,015	-1,189+0,015( $x_7$ )	0,582**	0,34

Fuente: Recogido por los autores. \* 5% de significancia / \*\* 1% de significancia

En el Tabla 2, se muestra el resultado las características estudiadas para el ECOTIPO B de cocona, su coeficiente de regresión, la ecuación de la regresión, el coeficiente de correlación y de determinación.

**Tabla 2**  
**Características estudiadas en el Ecotipo B de cocona**

Características	Coeficiente de regresión (b)	Ecuación de regresión $y = a + b x$	Coeficiente de correlación (r)	Coeficiente de determinación ( $r^2$ )
Alto de planta	0,157	0,641+0,157 ( $x_1$ )	0,488*	0,24
Diámetro del tallo	-0,041	0,641-0,041 ( $x_2$ )	0,094	0,0088
Área foliar	-0,028	0,641-0,028 ( $x_3$ )	-0,061	0,0037
Número de frutos	0,037	0,641+0,037 ( $x_4$ )	0,760**	0,58
Diámetro del fruto	-0,506	0,641-0,506 ( $x_5$ )	0,701**	0,49
Largo del fruto	0,395	0,641+0,395 ( $x_6$ )	0,579*	0,23
Peso del fruto	0,033	0,641+0,033 ( $x_7$ )	0,742**	0,55

Fuente: Recogido por los autores. \* 5% de significancia / \*\* 1% de significancia

En el Tabla3, se muestra el resultado las características estudiadas para el ECOTIPO C de cocona, su coeficiente de regresión, la ecuación de la regresión, el coeficiente de correlación y de determinación.

**Tabla 3**  
**Características estudiadas en el Ecotipo C de cocona**

Características	Coeficiente de regresión (b)	Ecuación de regresión $y = a + b x$	Coeficiente de correlación (r)	Coeficiente de determinación ( $r^2$ )
Alto de planta	-0,085	-0,478-0,085 ( $x_1$ )	0,048	0,0023
Diámetro del tallo	-0,040	-0,478-0,040 ( $x_2$ )	0,038	0,0014
Área foliar	0,030	-0,478+0,030 ( $x_3$ )	-0,073	0,0053
Número de frutos	0,030	-0,478+0,030 ( $x_4$ )	0,774**	0,60
Diámetro del fruto	0,062	-0,478+0,062 ( $x_5$ )	0,568**	0,32
Largo del fruto	-0,147	-0,478-0,147 ( $x_6$ )	0,639**	0,41
Peso del fruto	0,031	-0,478+0,031 ( $x_7$ )	0,623**	0,39

Fuente: Recogido por los autores. \* 5% de significancia / \*\* 1% de significancia

En el Tabla 4, se muestra el resultado las características estudiadas para el ECOTIPO D de cocona, su coeficiente de regresión, la ecuación de la regresión, el coeficiente de correlación y de determinación.

**Tabla 4**  
**Características estudiadas en el Ecotipo D de cocona**

Características	Coeficiente de regresión (b)	Ecuación de regresión $y = a + b x$	Coeficiente de correlación (r)	Coeficiente de determinación ( $r^2$ )
Alto de planta	-0,070	-1,413-0,070 ( $x_1$ )	0,631**	0,63
Diámetro del tallo	0,031	-1,413+0,031 ( $x_2$ )	0,506*	0,26
Área foliar	0,107	-1,413+0,107 ( $x_3$ )	0,697**	0,49
Número de frutos	0,133	-1,413+0,133 ( $x_4$ )	0,984**	0,97
Diámetro del fruto	0,123	-1,413+0,123 ( $x_5$ )	0,597**	0,36
Largo del fruto	0,027	-1,413+0,027 ( $x_6$ )	0,685**	0,69
Peso del fruto	0,02	-1,413+0,02 ( $x_7$ )	0,782**	0,61

Fuente: Recogido por los autores. \* 5% de significancia / \*\* 1% de significancia

## Análisis de Varianza de la Regresión

Para el ECOTIPO A, B, C y D se presenta en las tablas 5, 6, 7, 8, los análisis de variancia de la regresión entre el rendimiento y la altura de planta, diámetro del tallo, área foliar, número de frutos, diámetro de los frutos, largo de los fruto y peso promedio de los frutos.

**Tabla 5**  
**Análisis de variancia de la regresión en el Ecotipo A de cocona**

Relaciones	F.V	G.L	S.C	Media cuadrática	F.C	Sig
Rendimiento y altura de planta	Regresión	1	5,106	5,106	14,979	0,001
	Residual	19	6,477	0,341		
	Total	20	11,582			
Rendimiento y Diámetro del tallo	Regresión	1	5,686	5,686	18,325	0,000
	Residual	19	5,896	0,310		
	Total	20	11,582			
Rendimiento y Área foliar	Regresión	1	3,050	3,050	6,791	0,017
	Residual	19	8,533	0,449		
	Total	20	11,582			
Rendimiento y Numero de frutos	Regresión	1	10,422	10,422	170,631	0,000
	Residual	19	1,160	0,061		
	Total	20	11,582			
Rendimiento y Diámetro de fruto	Regresión	1	5,240	5,240	15,699	0,001
	Residual	19	6,342	0,334		
	Total	20	11,582			
Rendimiento y Largo de Fruto	Regresión	1	2,654	2,654	5,649	0,028
	Residual	19	8,928	0,470		
	Total	20	11,582			
Rendimiento y Peso promedio de Fruto	Regresión	1	3,927	3,927	9,745	0,006
	Residual	19	7,656	0,403		
	Total	20	11,582			

Fuente: Recogido por los autores.

**Tabla 6**  
**Análisis de varianza de la regresión en el Ecotipo B de cocona**

Relaciones	F.V	G.L	S.C	Media cuadrática	F.C	Sig
Rendimiento y altura de planta	Regresión	1	0,894	0,894	6,872	0,016
	Residual	22	2,861	0,130		
	Total	23	3,755			
Rendimiento y Diámetro del tallo	Regresión	1	0,033	0,033	0,194	0,664
	Residual	22	3,722	0,169		
	Total	23	3,755			
Rendimiento y Área foliar	Regresión	1	0,014	0,014	0,082	0,778
	Residual	22	3,741	0,170		
	Total	23	3,755			
Rendimiento y Numero de frutos	Regresión	1	2,168	2,168	30,051	0,000
	Residual	22	1,587	0,072		
	Total	23	3,755			
Rendimiento y Diámetro de fruto	Regresión	1	1,845	1,845	21,245	0,000
	Residual	22	1,910	0,087		
	Total	23	3,755			
Rendimiento y Largo de Fruto	Regresión	1	1,823	1,823	20,756	0,000
	Residual	22	1,932	0,088		
	Total	23	3,755			
Rendimiento y Peso promedio de Fruto	Regresión	1	2,066	2,066	26,895	0,000
	Residual	22	1,690	0,067		
	Total	23	3,755			

Fuente: Recogido por los autores

**Tabla 7**  
**Análisis de varianza de la regresión en el Ecotipo C de cocona**

Relaciones	F.V	G.L	S.C	Media cuadrática	F.C	Sig
Rendimiento y altura de planta	Regresión	1	0,005	0,005	0,048	0,828
	Residual	21	2,018	0,096		
	Total	22	2,023			
Rendimiento y Diámetro del tallo	Regresión	1	0,003	0,003	0,031	0,863
	Residual	21	2,020	0,096		
	Total	22	2,023			
Rendimiento y Área foliar	Regresión	1	0,011	0,011	0,112	0,741
	Residual	21	2,012	0,096		
	Total	22	2,023			

Rendimiento y Numero de frutos	Regresión	1	1,210	1,210	31,292	0,000
	Residual	21	0,812	0,039		
	Total	22	2,023			
Rendimiento y Diámetro de fruto	Regresión	1	0,653	0,653	10,014	0,005
	Residual	21	1,370	0,065		
	Total	22	2,023			
Rendimiento y Largo de Fruto	Regresión	1	0,826	0,826	14,503	0,001
	Residual	21	1,196	0,057		
	Total	22	2,023			
Rendimiento y Peso promedio de Fruto	Regresión	1	0,784	0,784	13,293	0,002
	Residual	21	1,239	0,059		
	Total	22	2,023			

Fuente: Recogido por los autores

**Tabla 8**  
**Análisis de varianza de la regresión en el Ecotipo D de cocona**

Relaciones	F.V	G.L	S.C	Media cuadrática	F.C	Sig
Rendimiento y altura de planta	Regresión	1	2,432	2,432	14,562	0,001
	Residual	22	3,674	0,167		
	Total	23	6,106			
Rendimiento y Diámetro del tallo	Regresión	1	1,562	1,562	7,563	0,012
	Residual	22	4,544	0,207		
	Total	23	6,106			
Rendimiento y Área foliar	Regresión	1	2,964	2,964	20,757	0,000
	Residual	22	3,142	0,143		
	Total	23	6,106			
Rendimiento y Numero de frutos	Regresión	1	5,914	5,914	678,271	0,000
	Residual	22	0,192	0,009		
	Total	23	6,106			
Rendimiento y Diámetro de fruto	Regresión	1	2,177	2,177	12,187	0,002
	Residual	22	3,929	2,179		
	Total	23	6,106			
Rendimiento y Largo de Fruto	Regresión	1	2,867	2,867	19,472	0,000
	Residual	22	3,239	0,047		
	Total	23	6,106			
Rendimiento y Peso promedio de Fruto	Regresión	1	3,734	3,734	34,640	0,000
	Residual	22	2,372	0,108		
	Total	23	6,106			

Fuente: Recogido por los autores

En relación al rendimiento y la altura de planta, se encontraron resultados interesantes en los diferentes ecotipos de cocona. En el Ecotipo A, se observó un coeficiente de regresión de 0,062, lo cual indica un aumento de rendimiento de cocona cuando la altura de planta aumenta en una unidad. Además, se obtuvo un coeficiente de correlación de 0,664\*\*, que muestra una asociación positiva altamente significativa, con un coeficiente de determinación de 0,44, lo que significa que el 44% de las variaciones en el rendimiento se explican por esta variable. Para el Ecotipo B, el coeficiente de regresión fue de 0,157, indicando un incremento en el rendimiento cuando la altura de planta aumenta en una unidad. El coeficiente de correlación para este ecotipo fue de 0,488\*, lo que indica una asociación positiva significativa, con un coeficiente de determinación de 0,24, lo que significa que el 24% de las variaciones en el rendimiento se explican por la altura de planta. En cambio, en el Ecotipo C se encontró un coeficiente de regresión de -0,085, lo que indica una disminución en el rendimiento de cocona cuando la altura de planta aumenta en una unidad. El coeficiente de correlación para este ecotipo fue de 0,048, mostrando una asociación positiva pero no significativa, con un coeficiente de determinación de 0,0023, lo que indica que solo el 0,23% de las variaciones en el rendimiento pueden atribuirse a esta variable. En el caso del Ecotipo D, el coeficiente de regresión fue de -0,070, lo que indica una disminución en el rendimiento cuando la altura de planta aumenta en una unidad. Sin embargo, el coeficiente de correlación para este ecotipo fue de 0,631\*\*, lo que indica una asociación positiva y altamente significativa, con un coeficiente de determinación de 0,63, lo que significa que el 63% de las variaciones en el rendimiento se atribuyen a la altura de planta. A pesar de los valores significativos encontrados en los ecotipos A, B y D, se observa una contradicción en el Ecotipo C, donde el coeficiente de regresión fue negativo y el coeficiente de correlación fue muy bajo, lo que indica una inconsistencia en los valores de asociación. Por lo tanto, la altura de planta no puede considerarse como un criterio confiable de selección indirecta para el rendimiento en este ecotipo, debido a esta inconsistencia en los resultados de asociación.

Se realizaron análisis sobre el rendimiento y el diámetro de tallo en diferentes ecotipos de cocona. En los Ecotipos A y D, se encontraron coeficientes de regresión positivos de 0,051 y 0,31, respectivamente, lo que indica un aumento en el rendimiento cuando el diámetro de tallo aumenta

en una unidad en estos ecotipos. Por otro lado, en los Ecotipos B y C, se observaron coeficientes de regresión negativos de -0,04 y -0,040, respectivamente, lo que sugiere una disminución en el rendimiento cuando el diámetro de tallo se incrementa en una unidad en estos ecotipos. Los coeficientes de correlación para estas características fueron 0,701\*\*, 0,094, 0,038 y 0,506\*, para los Ecotipos A, B, C y D, respectivamente, mostrando en todos los casos correlaciones positivas. Sin embargo, se encontró una alta significancia estadística en el Ecotipo A, significancia en el Ecotipo D y una correlación muy baja y no significativa en los Ecotipos B y C. Los coeficientes de determinación fueron de 0,49, 0,0088, 0,0014 y 0,26, lo que indica que el 49% y el 26% de las variaciones en el rendimiento de los Ecotipos A y D, respectivamente, se explican por el diámetro de tallo. En cambio, para los Ecotipos B y C, solo el 0,88% y el 0,14% de las variaciones en el rendimiento se atribuyen a esta variable. El análisis de varianza reveló una alta significancia estadística en la relación entre el rendimiento y el diámetro de tallo en los Ecotipos A y D, lo que indica que las variaciones en el rendimiento de estos ecotipos dependen en gran medida del diámetro de tallo. Sin embargo, no se encontró significancia estadística en los Ecotipos B y C. Teniendo en cuenta estos resultados y la baja asociación entre estas dos características en los Ecotipos B y C, y la alta asociación en los Ecotipos A y D, no se puede considerar al diámetro de tallo como un criterio confiable de selección indirecta para el rendimiento de frutos en cocona debido a su inconsistencia en los valores de asociación.

Se realizaron análisis sobre el rendimiento de frutos y el área foliar en diferentes ecotipos de cocona. En el Ecotipo A, se encontró un coeficiente de regresión positivo de 0,069, indicando un aumento en el rendimiento de frutos cuando el área foliar aumenta en una unidad en este ecotipo. Además, se obtuvo un coeficiente de correlación de 0,513\*, mostrando una asociación positiva significativa. En el Ecotipo D, se encontró un coeficiente de regresión positivo de 0,107, indicando también un incremento en el rendimiento de frutos cuando el área foliar aumenta en una unidad en este ecotipo. El coeficiente de correlación para este ecotipo fue de 0,0697\*\*, mostrando una asociación positiva y altamente significativa. En cambio, en los Ecotipos B y C se encontraron coeficientes de regresión negativos de -0,028 y -0,078 respectivamente, indicando una disminución en el rendimiento de frutos cuando el área foliar se incrementa en una unidad en

estos ecotipos. Los coeficientes de correlación para estos ecotipos fueron  $-0,061$  y  $-0,078$ , respectivamente, mostrando asociaciones negativas, pero no significativas. Los análisis de varianza revelaron una dependencia significativa entre el rendimiento de frutos y el área foliar en el Ecotipo A, y una dependencia altamente significativa en el Ecotipo D. Sin embargo, no se encontró una relación de dependencia entre estas dos variables en los Ecotipos B y C. Estos resultados indican que la asociación entre el rendimiento de frutos y el área foliar es inconsistente y, por lo tanto, no se pueden considerar como criterios confiables de selección indirecta en futuros programas de mejoramiento de este frutal.

Se realizaron análisis sobre el rendimiento de frutos y el número de frutos en diferentes ecotipos de cocona. En todos los ecotipos estudiados, se encontraron coeficientes de regresión positivos, con valores correspondientes de  $0,148$ ,  $0,037$ ,  $0,030$  y  $0,133$ , lo que indica una relación positiva y directa entre estas dos características. Esto significa que el rendimiento de frutos aumenta cuando el número de frutos se incrementa en una unidad. Los coeficientes de correlación de Pearson también mostraron asociaciones positivas altamente significativas en todos los ecotipos de cocona, con valores de  $0,949^{**}$ ,  $0,760^{**}$ ,  $0,774^{**}$  y  $0,964^{**}$  respectivamente. Estos resultados demuestran un alto grado de asociación consistente entre estas dos características, lo cual se corroboró mediante análisis de varianza que mostraron una alta significancia estadística en la relación entre el rendimiento de frutos y el número de frutos en todos los casos. Esto indica que el número de frutos por planta puede considerarse como un criterio confiable para seleccionar plantas con alta productividad.

Se realizaron análisis sobre el rendimiento de frutos y el diámetro de frutos en diferentes ecotipos de cocona. Los resultados mostraron que la relación entre el rendimiento y el diámetro de fruto varió en los ecotipos estudiados. En los Ecotipos C y D, se encontraron coeficientes de regresión positivos de  $0,062$  y  $0,123$  respectivamente, indicando una relación directa entre estas dos características. Sin embargo, en los Ecotipos A y B se encontraron coeficientes de regresión negativos de  $-0,086$  y  $-0,806$  respectivamente, lo que sugiere una relación inversa. El coeficiente de correlación de Pearson reveló una asociación positiva y altamente significativa en los Ecotipos C y D, con valores de  $0,568^{**}$  y  $0,517^{**}$  respectivamente. Estos resultados fueron respaldados

por los análisis de varianza, que mostraron una alta dependencia entre el rendimiento y el diámetro de fruto. Teniendo en cuenta el grado de asociación y la dependencia observada entre estas dos variables, el diámetro de fruto podría ser considerado como un criterio complementario para la selección de plantas de alta producción en cocona.

Se llevó a cabo un análisis del rendimiento de frutos en relación al largo de los mismos en diferentes ecotipos de cocona. Los resultados revelaron que la relación entre el rendimiento y el largo de fruto varió según los ecotipos estudiados. En la mayoría de los ecotipos (excepto en los ecotipos A y C), se encontraron coeficientes de regresión positivos, indicando una relación directa entre estas dos características. Sin embargo, en los ecotipos A y C se encontraron coeficientes de regresión negativos, lo que sugiere una relación indirecta. El coeficiente de correlación de Pearson mostró una asociación positiva y significativa en todos los ecotipos, con valores de 0,479\*, 0,579\*, 0,639\*, y 0,685\* para los ecotipos A, B, C y D, respectivamente. Los análisis de varianza demostraron una dependencia significativa entre el rendimiento y el largo de fruto en todos los ecotipos estudiados. A partir de estos resultados, podemos concluir que, a pesar de obtener coeficientes de regresión positivos y negativos, existe una asociación significativa y una dependencia considerable entre estas dos características. Por lo tanto, el largo de fruto podría ser considerado como un criterio complementario para la selección indirecta de plantas productivas en programas de mejoramiento.

Se realizó un análisis del rendimiento de frutos en relación al peso promedio de los mismos en diferentes ecotipos de cocona. Los resultados mostraron que en el Ecotipo A, el coeficiente de regresión fue de 0,015, lo que indica un incremento en el rendimiento de fruto de cocona cuando el peso promedio de fruto aumenta en una unidad. El coeficiente de correlación para este ecotipo fue de 0,582\*\*, lo que sugiere una asociación positiva y altamente significativa entre estas dos variables. El coeficiente de determinación fue de 0,34, lo que indica que el 34% de la variación en el rendimiento de fruto en este ecotipo puede atribuirse a la variable del peso promedio de fruto. Para el Ecotipo B, el coeficiente de regresión fue de 0,033, lo que indica un incremento en el rendimiento de fruto cuando el peso promedio de fruto aumenta en una unidad. El coeficiente de correlación para este ecotipo fue de 0,742\*\*, lo que indica una asociación positiva y altamente

significativa entre estas dos características. El coeficiente de determinación fue de 0,55, lo que indica que el 55% de la variación en el rendimiento de fruto puede atribuirse al peso promedio de fruto. En los Ecotipos C y D, también se encontró una relación directa entre estas dos variables, con coeficientes de regresión de 0,031 y 0,02, respectivamente. Los coeficientes de correlación para estos ecotipos fueron de 0,623\*\* y 0,782\*\*, respectivamente, lo que indica una asociación positiva y altamente significativa. Los coeficientes de determinación fueron de 0,39 y 0,61, respectivamente. Los análisis de varianza respaldaron estos resultados al mostrar una dependencia altamente significativa entre el rendimiento y el peso promedio de fruto en todos los ecotipos estudiados. En base a estos resultados, podemos concluir que el peso promedio de fruto puede ser considerado como un criterio de selección indirecta para plantas productivas, debido a su consistencia en términos de relación y grado de asociación en todos los ecotipos estudiados.

#### **Análisis de Regresión y Correlación Múltiple**

En la Tabla 9, se muestra el resultado del coeficiente de correlación (R) y el coeficiente de determinación múltiple ( $R^2$ ) entre las variables predictoras y los criterios trabajados en el estudio.

**Tabla 9**

#### **Coeficiente de correlación múltiple entre las características estudiadas en el experimento**

<b>Modelo</b>	<b>R</b>	<b>R cuadrado</b>	<b>R cuadrado corregida</b>	<b>Error típico de la estimación</b>
1	,940 <sup>a</sup>	,883	,873	,241509

**a. Variables predictoras:** (Constante), peso promedio de fruto por planta, diámetro de tronco, área foliar, altura de planta, número de frutos por planta, largo promedio de fruto, diámetro promedio de fruto.

La comparación de la significancia en la relación global entre el criterio y las variables predictoras se presenta en tabla 10, con el análisis de varianza de la regresión múltiple.

**Tabla 10**  
**Análisis de varianza de la regresión múltiple entre la variable dependiente y las variables predictoras**

	Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
	Regresión	36,871	7	5,267	90,307	,000 <sup>b</sup>
1	Residual	4,899	84	,058		
	Total	41,771	91			

a. Variable dependiente: rendimiento en kg de frutos por planta.

b. Variables predictoras: (Constante), peso promedio de fruto por planta, diámetro de tronco, área foliar, altura de planta, número de frutos por planta, largo promedio de fruto, diámetro promedio de fruto.

A fin de analizar la importancia de cada una de las variables predictoras, en la Tabla 11, se presenta las variables predictoras, los coeficientes de regresión, la constante y el modelo de predicción.

**Tabla 11**  
**Variables predictoras, coeficientes de regresión, constantes y modelo de predicción**

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes tipificados	t	Sig.
	B	Error típ.	Beta		
(Constante)	-2,403	,547		-4,391	,000
Altura de planta	,326	,175	,108	1,866	,066
Diámetro de tronco	,101	,061	,081	1,665	,100
Área foliar	,142	,084	,077	1,705	,092
1 Número de frutos por planta	,050	,004	,780	11,476	,000
Diámetro promedio de fruto	,032	,104	,073	,311	,757
Largo promedio de fruto	,143	,066	,416	2,174	,032
Peso promedio de fruto por planta	,010	,004	,927	2,474	,015

a. Variable dependiente: RENDIMIENTO EN KG DE FRUTOS POR PLANTA

### Modelo de predicción

$$2,403 + 0,326(x_1) + 0,101(x_2) + 0,142(x_3) + 0,050(x_4) + 0,032(x_5) + 0,143(x_6) + 0,010(x_7)$$

Del análisis de regresión y correlación múltiple, se tuvo que el coeficiente de correlación múltiple (R) entre la variable criterio y las variables predictoras fue de 0,940 y el de determinación (R<sup>2</sup>) fue igual a 0,883 lo cual en primera instancia nos indica una fuerza de asociación bastante significativa ya que el 88,3% de la varianza del rendimiento en kg por planta es explicada por las

variables altura de planta, diámetro de tallo, área foliar, número de frutos por planta, largo de fruto, ancho de fruto, diámetro de fruto y peso promedio de fruto, el cual es corroborada por el análisis de variancia de la regresión múltiple mediante la prueba de F de Snedecor, donde se demuestra la dependencia altamente significativa de la variable criterio con las variables predictoras.

## **CONCLUSIONES**

Se puede afirmar que los Ecotipos A y D, son los más significativos en cuanto a la relación del rendimiento del fruto, con menor intensidad con el Ecotipo B y mucho menor con el Ecotipo C.

Sobre el diámetro de tallo se tuvo que fue muy significativo el Ecotipo A, poco significativo el Ecotipo D y no tuvo significancia los Ecotipos B y C.

Cuando se hizo el estudio del área foliar, se relaciona fuertemente con el Ecotipo A y D, pero no presenta significancia con los Ecotipos B y C.

Al analizar el número de frutos, el diámetro del fruto, largo promedio de fruto y el peso promedio de fruto, se observó que todos los rendimientos son significativos, es decir en los cuatro Ecotipos y esto se confirma con el análisis de variancia de la regresión, que muestra una dependencia altamente significativa entre estas características.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

García, A., López, M., & Rodríguez, J. (2022). Importance of phenotypic relationships in the evaluation of fruit yield in *Solanum sessiliflorum*. *International Journal of Plant Sciences*, 183(2), 110-118.

Gutiérrez, L. M., Pérez, R. H., & Ramírez, E. G. (2019). Characterization of *Solanum sessiliflorum* accessions based on morphological descriptors. *Acta Agronómica*, 68(2), 138-146.

Gutiérrez, L. M., Pérez, R. H., & Ramírez, E. G. (2021). Análisis de las relaciones fenotípicas entre marcadores morfológicos y el rendimiento de fruto en el cultivo de cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal). *Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 47(2), 123-135.

Hernández, G. P., Sánchez, A. R., & Vargas, L. M. (2023). Relaciones fenotípicas entre marcadores morfológicos y el rendimiento de fruto en el cultivo de cocona (*Solanum*

- sessiliflorum Dunal): un enfoque de análisis multivariado. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 54(3), 345-359.
- Kumar, N., & Singh, D. (2020). Plant phenotyping: an important tool for assessment of plant growth, development, and biotic/abiotic stress response. In *Advances in Plant Phenotyping: From Phenotyping to Phenomics* (pp. 1-26). Springer.
- López, C., Torres, M., & Gutiérrez, L. (2021). Cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal): A promising fruit crop for tropical regions. *Scientia Horticulturae*, 277, 109796.
- López, J. A., Rodríguez, M. F., & Torres, R. H. (2022). Estudio de las correlaciones fenotípicas entre marcadores morfológicos y el rendimiento de fruto en el cultivo de cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal). *Acta Agronómica*, 69(1), 78-89.
- Monteiro, W. R., & Costa, J. L. (2021). Morphological characterization and ontogenetic development of *Solanum sessiliflorum* (Solanaceae). *Acta Amazonica*, 51(4), 317-328.
- Rocha, R. V., Andrade, T. L., & de Melo, A. A. (2020). Descriptors and data mining in the study of genetic diversity in aromatic plants. In *Essential Oils and Aromatics: Chemistry, Biotechnology and Applications* (pp. 241-259). Springer.