

# Comportamiento agronómico de cuarenta y un cruces interclonales de cacao (*Theobroma cacao* L.) en Ecuador

## Agronomic behavior of forty-one interconnectional crosses of cocoa (*Theobroma cacao* L.) in Ecuador

Jaime Fabián Vera-Chang<sup>1</sup> ; Nataly Lorena Herrera-Tamayo<sup>2</sup> ; Ana Ruth Alvarez-Sanchez<sup>2,3</sup>   
Andry Annabel Alvarez-Aspiazu<sup>4\*</sup> ; Edison Geovanny Díaz-Camposano<sup>4</sup> ; Luis Humberto Vásquez-Cortez<sup>5</sup> 

<sup>1</sup>Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Facultad de Ciencias de la Industria y Producción, Grado en Ingeniería Alimentos, Maestría en Biotecnología Agropecuaria. Quevedo - Los Ríos, Ecuador; e-mail: jverac@uteq.edu.ec

<sup>2</sup>Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Facultad de Postgrado, Master en Biotecnología Agropecuaria. Quevedo - Los Ríos, Ecuador; e-mail: herreratamayon@gmail.com

<sup>3</sup>Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Facultad de Ciencias Pecuarías y Biológicas, Maestría en Biotecnología Agropecuaria. Quevedo - Los Ríos, Ecuador; e-mail: aalvarezs@uteq.edu.ec

<sup>4</sup>Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Facultad de Ciencias de la Industria y Producción, Grado en Ingeniería en Alimentos. Quevedo - Los Ríos, Ecuador; e-mail: andryalvarezaspiazu@gmail.com; ediazc2@uteq.edu.ec

<sup>5</sup>Universidad Técnica de Babahoyo. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Carrera de Agroindustria, Quevedo - Los Ríos, Ecuador; e-mail: lvazquezc@utb.edu.ec

\*autor de correspondencia: andryalvarezaspiazu@gmail.com

**Cómo citar:** Vera-Chang, J.F.; Herrera-Tamayo, N.L.; Alvarez-Sanchez, A.R.; Alvarez-Aspiazu, A.A.; Díaz-Camposano, E.G.; Vásquez-Cortez, L.H. 2024. Comportamiento agronómico de cuarenta y un cruces interclonales de cacao (*Theobroma cacao* L.) en Ecuador. Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient. 27(2):e2729. <http://doi.org/10.31910/rudca.v27.n2.2024.2729>

Artículo de acceso abierto publicado por Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica, bajo una Licencia Creative Commons CC BY-NC 4.0

Publicación oficial de la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A, Institución de Educación Superior Acreditada en Alta Calidad por el Ministerio de Educación Nacional

**Recibido:** junio 30 de 2024

**Aceptado:** diciembre 1 de 2024

**Editado por:** Helber Adrián Arévalo Maldonado

### RESUMEN

La producción de cacao en Ecuador enfrenta dificultades para identificar clones que sean altamente productivos y que cumplan con los estándares internacionales de calidad física y sanitaria. Este tipo de estudios es crucial para identificar clones con alto rendimiento y calidad, para mejorar la competitividad del cacao ecuatoriano, en el mercado global, razón, por la cual, esta investigación tuvo por objetivo evaluar el comportamiento agronómico de 41 cruces interclonales de cacao, para identificar materiales genéticos superiores. La investigación se realizó en la Finca Experimental “La Represa” en Los Ríos, Ecuador, utilizando un diseño completamente al azar, con 41 tratamientos y dos repeticiones. Se evaluaron variables productivas, sanitarias, de calidad física y la calidad del grano, mediante prueba de corte, clasificada según la norma INEN-17. En cuanto a los resultados, los tratamientos T2, T34 y T33 lograron los mayores índices productivos, aunque con costos elevados, por la mano de obra; en calidad física, el tratamiento T16 tuvo el mayor índice de semilla y T3 y T8 mostraron los valores más altos en espesor de lomo y espesor del surco, respectivamente. El tratamiento T31 alcanzó un 92,50 % de fermentación en la prueba de corte, clasificándose en la categoría ASSPS, la más alta, según la normativa.

**Palabras claves:** Características fitosanitarias; Calidad física; Comportamiento agronómico; Fitomejoramiento; Rendimiento.

### ABSTRACT

Cacao production in Ecuador faces challenges in identifying clones that are highly productive and meet international standards for physical and sanitary quality. Such studies are crucial for identifying high-performance and quality clones to enhance the competitiveness of Ecuadorian cacao in the global market. The aim of this research was to evaluate the agronomic performance of 41 interclonal cacao crosses to identify superior genetic materials. The research was conducted at the “La Represa” Experimental Farm in Los Ríos, Ecuador, using a completely randomized design with 41 treatments and two replications. Productive variables, sanitary variables, physical quality, and grain quality through cutting test were evaluated, classified according to the INEN-176 standard. The results showed that treatments T2, T34, and T33 achieved the highest productivity indices, although with high labor costs. In terms of physical quality, treatment T16 had the highest seed index, while T3 and T8 had the highest values for lobe thickness and furrow thickness, respectively. Treatment T31 reached 92.50% fermentation in the cutting test, classifying in the ASSPS category, the highest according to the standard.

**Keywords:** Agronomic performance; Physical quality; Phytosanitary characteristics; Plant breeding; Yield.

## INTRODUCCIÓN

La producción cacaotera en Ecuador es un pilar fundamental para el sector exportador (García Cruzatty *et al.* 2023; Lóor Zambrano *et al.* 2024; Morales-Rodríguez *et al.* 2024; Ramón Guanuche *et al.* 2024), destacándose como uno de los principales contribuyentes a la economía nacional (Villacis *et al.* 2022). Se estima que, aproximadamente, el 75 % del cacao exportado corresponde a la variedad de cacao fino de aroma (Erazo Solórzano *et al.* 2021), mientras que un gran porcentaje de las exportaciones restantes incluyen otras variedades, como el CCN51 (Boza *et al.* 2014). Este posicionamiento convierte a Ecuador en el país más competitivo de América Latina, en la producción y en la exportación de cacao (Camino-Mogro *et al.* 2016; Silva-Pérez *et al.* 2022).

En Ecuador, las variedades con el distintivo “sabor Arriba” son, generalmente, identificadas como materiales criollos, reconocidos por su calidad superior (Voigt *et al.* 2018); sin embargo, a pesar de estas clasificaciones generales, los comerciantes y los productores de cacao han mostrado un creciente interés en las subespecies e híbridos derivados de recientes programas de cruzamiento y de selección de semillas, debido a sus características particulares, que influyen directamente en el aroma y en el sabor del chocolate.

El problema central radica en la necesidad de identificar variedades de cacao que no solo mantengan un alto rendimiento productivo, sino que, también, ofrezcan resistencia a enfermedades comunes en el cultivo, como la Escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*) y la Moniliasis (*Moniliophthora roreri*) (Tirado-Gallego *et al.* 2016; Ferrer-Sánchez *et al.* 2022). Esta situación subraya la importancia de realizar estudios que permitan seleccionar materiales genéticos superiores que optimicen, tanto la productividad como la calidad del cacao.

En virtud de lo anterior, esta investigación se centró en la evaluación de 41 cruces interclonales de cacao, con el objetivo de identificar aquellos con mejor desempeño agronómico y resistencia a enfermedades. Este estudio no solo busca contribuir al mejoramiento genético del cacao en Ecuador, sino, también, proporcionar a los cacaoteros variedades con alto potencial productivo y mayor sostenibilidad en el cultivo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se llevó a cabo en la Finca Experimental “La Represa”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), situada en el recinto Fanta, km 7,5 de la Vía Quevedo – San Carlos, provincia de Los Ríos. Sus coordenadas geográficas son 01°03’41” S y 79°25’15” O, localizada en una zona ecológica clasificada como bosque húmedo tropical, a una altura de 90 m s.n.m.

Se empleó un diseño completamente al azar (DCA), con cuarenta y un tratamientos, que correspondieron a cruces interclonales, pertenecientes al programa de cacao de la Unidad de Investigación Científica y Tecnológica de la UTEQ, más el testigo JHVH-10 (Tabla 1); cada tratamiento tuvo dos repeticiones y cada unidad experimental estuvo constituida por ocho plantas. El análisis

estadístico se realizó mediante el análisis de varianza ANOVA y las medias fueron comparadas mediante la prueba de la prueba de Tukey, con  $p \leq 0,05$  de confiabilidad.

El análisis de varianza consideró tres fuentes de variación: tratamiento, error experimental y total. Para el tratamiento, la fórmula para los grados de libertad fue  $t-1$ , resultando en 40 grados de libertad. El error experimental se calculó con  $t(r-1)$ , lo que dio 41 grados de libertad. Finalmente, el total se obtuvo con  $t*r-1$ , sumando un total de 81 grados de libertad.

El modelo matemático fue:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

Donde:  $Y_{ij}$  = Valor de la variable respuesta  $i$  “ésimo” efecto de las observaciones;  $\mu$  = Valor de la media general;  $T_i$  = Efecto de los tratamientos en estudio;  $E_{ij}$  = Error experimental o efecto aleatorio.

Las variables evaluadas en este estudio incluyeron varios aspectos del cacao. Primero, se registró el número de mazorcas sanas al cosechar, contando individualmente las mazorcas sanas por árbol en cada tratamiento (Guamán Villa *et al.* 2022). El rendimiento se calculó recolectando las mazorcas cosechadas y registrando el peso fresco de las almendras. Este peso fresco se multiplicó por 0,4 para obtener el peso seco, correspondiente en kg/ha/año (Jiménez Morejón *et al.* 2023). El número de mazorcas enfermas se contabilizó simultáneamente con las mazorcas sanas, contando las mazorcas enfermas por árbol de cada tratamiento (Guamán Villa *et al.* 2022).

Las variables de longitud, largo, ancho y espesor de lomo-surco se realizaron con pie de rey, a 20 almendras tomadas al azar por cada tratamiento; los valores de longitud se expresaron en centímetros (Andrade-Almeida *et al.* 2019). El índice de mazorca se refiere al número de mazorcas necesarias para obtener 1 kg de cacao seco, calculado con la fórmula:  $IM = (\text{Número de mazorcas}) / (\text{Peso de las almendras secas de las mazorcas (g)} \times 1000)$  (Sánchez-Mora *et al.* 2014). El índice de semilla (g) se obtuvo tomando 300 semillas de mazorcas recolectadas, fermentadas y secas, calculando el IS, con la fórmula:  $IS = (\text{Peso de 300 semillas fermentadas y secas (g)}) / 300$  (Sánchez-Mora *et al.* 2014).

El porcentaje de testa (%) se determinó pesando 10 almendras fermentadas y secas, descascarillando las almendras y pesando el cotiledón por separado. El porcentaje se calculó con:  $\% \text{ de testa} = (\text{Peso de testa}) / (\text{Peso de 10 almendras}) \times 100$  (Jiménez *et al.* 2018). El porcentaje de fermentación (%) se registró mediante una prueba de corte siguiendo la norma ecuatoriana INEN 176, clasificando 100 almendras al azar en diferentes categorías, según su coloración: bien fermentadas, medianamente fermentadas, violetas, pizarras y con moho; los valores se expresaron en porcentajes. Las almendras se fermentaron en una caja micro fermentadora de madera de laurel de 1,57 m de largo y 0,75 m de ancho y el secado posterior se realizó en plástico negro, diferenciando los tratamientos (Morales Rodríguez *et al.* 2016).

Tabla 1. Descripción de los tratamientos de 41 cruces interclonales de cacao, evaluados en la Finca Experimental “La Represa”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

N°	Código	Clones	Material genético
1	DICYT-H -272	LR17 X L46H88	Trinitario x Nacional
2	DICYT-H -273	LR17 X L12H27	Trinitario x Nacional
3	DICYT-H -274	CCN-51 XL46H75	Trinitario x Nacional
4	DICYT-H -275	LR18 X T19	Trinitario x Nacional
5	DICYT-H -276	CCN-51 X L46H57	Trinitario x Nacional
6	DICYT-H -277	CCN-51 X L49H98	Trinitario x Nacional
7	DICYT-H -278	LR17 X JHVH-10	Trinitario x Nacional
8	DICYT-H -279	CCN-51 X L4H98	Trinitario x Nacional
9	DICYT-H -280	CCN-51X L26H64f	Trinitario x Nacional
10	DICYT-H -281	CCN-51 X L26H64	Trinitario x Nacional
11	DICYT-H -282	LR14 X L12H27	Trinitario x Nacional
12	DICYT-H -283	LR14 X L46H67	Trinitario x Nacional
13	DICYT-H 284	LR20 X L12H27	Trinitario x Nacional
14	DICYT-H -285	LR20 X L40H49	Trinitario x Nacional
15	DICYT-H -286	LR20 X L8H12	Trinitario x Nacional
16	DICYT-H -287	LR18 X L12H37	Trinitario x Nacional
17	DICYT-H -288	LR18 X LN3H27	Trinitario x Nacional
18	DICYT-H -289	LR18 X L21H38	Trinitario x Nacional
19	DICYT-H -290	LR14 X L13H37	Trinitario x Nacional
20	DICYT-H -291	LR14 X L46H75	Trinitario x Nacional
21	DICYT-H -292	LR46H75 X LR14	Trinitario x Nacional
22	DICYT-H -293	LR20 X L40H66	Trinitario x Nacional
23	DICYT-H -294	LR15 X L20H43	Trinitario x Nacional
24	DICYT-H -295	LR16L11H18 X L19H43	Trinitario x Nacional x Nacional
25	DICYT-H -296	LR14 X LR16XL18H58	Trinitario x Nacional
26	DICYT-H -297	LR20H21XLR14X L18H58	Trinitario x Nacional x Nacional
27	DICYT-H -298	LR19 X L42H80	Trinitario x Nacional
28	DICYT-H -299	LR14XL26H64 X L46H66	Trinitario x Nacional
29	DICYT-H -300	LR20XH26XLR18X L49H98	Trinitario x Nacional
30	DICYT-H -301	LR19 X LR18XL26H69	Trinitario x Nacional x Nacional
31	DICYT-H -302	LR16D11H19 X L15H34	Trinitario x Nacional
32	DICYT-H -303	LR18L23H64	Trinitario x Nacional
33	DICYT-H -304	LR20 X LR16L18H58	Trinitario x Nacional
34	DICYT-H -305	LR20 (LR16) (EET-103)	Trinitario x Nacional
35	DICYT-H -306	LR14 X LR14L18H53	Trinitario x Nacional
36	DICYT-H -307	LR20 X LR17L11H19	Trinitario x Nacional
37	DICYT-H -308	LR17L11H19 X L8H12	Trinitario x Nacional
38	DICYT-H -309	LR17L11H19 X L32H72	Trinitario x Nacional
39	DICYT-H -310	LR19 X L12H27	Trinitario x Nacional
40	DICYT-H -311	L46H75 X LR20	Trinitario x Nacional
41	TESTIGO	JHVH-10	Trinitario

DICYT-H = Dirección de Investigación Científica y Tecnológica.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Número de mazorcas sanas.** El análisis ANOVA reveló diferencias altamente significativas ( $p \leq 0,01$ ) entre los tratamientos. El tratamiento T2 presentó el mayor valor, con 39 mazorcas sanas, seguido por T33, con 26 y T34, con 24 mazorcas. Los valores más bajos se observaron en los tratamientos T21, con 2 mazorcas y T30 y T40, ambos con 1 mazorca (Tabla 2). Estos resultados difieren significativamente de los reportados por Tarqui Freire *et al.* (2017), quienes, en un estudio de seis años, registraron un promedio de 71,33 mazorcas sanas. Asimismo, Escobar (2008) informó la obtención de 208 y 176 mazorcas sanas para los clones EET-103 y EET-544, respectivamente. Proaño Vincés *et al.* (2015), en un estudio de cuatro años, encontraron que los clones L29-H04, L26-H64, L46-H57 y L49-H98 presentaron promedios de 24, 21, 21 y 20 mazorcas sanas por planta, aunque con menor rendimiento.

**Número de mazorcas enfermas.** El análisis ANOVA mostró diferencias altamente significativas ( $p \leq 0,01$ ), siendo el tratamiento T34 el que obtuvo el mayor promedio, con 35 mazorcas enfermas, seguido por T10 y T1, con un promedio de 23. Los valores más bajos fueron observados en el tratamiento T32, con 2 mazorcas enfermas y en el T11, con 1 (Tabla 2). Escobar (2008) reportó que el clon EET-62 presentó el menor número de mazorcas enfermas, con solo 2 frutos afectados, en un estudio de seis años. Por otro lado, los resultados actuales superan los reportados por Tarqui Freire *et al.* (2017), quienes observaron un promedio general de 4,19 mazorcas enfermas, en 21 genotipos. Maldonado Fuentes (2015) informó valores más bajos, con promedios de 5,64, para escoba de bruja y 8,35, para moniliasis.

Tabla 2. Promedios estadísticos de los factores productivos y sanitario presentes en 41 cruces interclonales de cacao, en la Finca Experimental La Represa, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

Tratamientos		Número de mazorcas sanas		Número de mazorcas enfermas		Rendimiento (kg/ha/año)	
1	DICYT-H -272	20	abcd	23	ab	1903,15	ab
2	DICYT-H -273	39	a	19	ab	3699,63	a
3	DICYT-H -274	5	cd	13	ab	466,62	b
4	DICYT-H -275	6	bcd	6	b	524,95	b
5	DICYT-H -276	7	bcd	13	ab	583,28	b
6	DICYT-H -277	4	cd	16	ab	399,96	b
7	DICYT-H -278	6	bcd	6	b	499,95	b
8	DICYT-H -279	12	bcd	6	b	1266,54	b
9	DICYT-H -280	10	bcd	9	b	916,58	b
10	DICYT-H -281	10	bcd	23	ab	1083,23	b
11	DICYT-H -282	2	d	1	b	249,98	b
12	DICYT-H -283	8	bcd	3	b	866,58	b
13	DICYT-H 284	10	bcd	9	b	1149,89	b
14	DICYT-H -285	9	bcd	14	ab	933,24	b
15	DICYT-H -286	11	bcd	5	b	1366,53	b
16	DICYT-H -287	7	bcd	10	b	883,25	b
17	DICYT-H -288	9	bcd	7	b	939,91	b
18	DICYT-H -289	5	cd	8	b	533,28	b
19	DICYT-H -290	5	cd	8	b	466,62	b
20	DICYT-H -291	13	bcd	12	ab	1499,85	b
21	DICYT-H -292	2	d	5	b	166,65	b
22	DICYT-H -293	8	bcd	17	ab	716,60	b
23	DICYT-H -294	10	bcd	17	ab	883,25	b
24	DICYT-H -295	6	bcd	8	b	516,62	b
25	DICYT-H -296	5	cd	7	b	799,92	b
26	DICYT-H -297	12	bcd	14	ab	1183,22	b
27	DICYT-H -298	9	bcd	8	b	733,26	b
28	DICYT-H -299	15	bcd	11	ab	1133,22	b
29	DICYT-H -300	5	cd	5	b	283,31	b

Continuación tabla 2.

30	DICYT-H -301	1	d	2	b	50,00	b
31	DICYT-H -302	7	bcd	2	b	799,92	b
32	DICYT-H -303	4	cd	2	b	359,97	b
33	DICYT-H -304	26	ab	13	ab	1853,15	ab
34	DICYT-H -305	24	abc	35	a	1853,15	ab
35	DICYT-H -306	9	bcd	8	b	733,26	b
36	DICYT-H -307	12	bcd	16	ab	1199,88	b
37	DICYT-H -308	9	bcd	13	ab	639,94	b
38	DICYT-H -309	7	bcd	14	ab	506,62	b
39	DICYT-H -310	15	bcd	20	ab	1013,23	b
40	DICYT-H -311	1	d	5	b	66,66	b
41	TESTIGO (JHVH-10)	7	bcd	7	b	493,28	b
<b>Promedio</b>		9,00		10,00		883,37	
<b>CV(%)</b>		22,41		23,52		30,71	

PF: peso fresco; Rend. Kg/ha/año: Rendimiento kilogramos/hectárea/año; CV (%): Coeficiente de variación; Max: valor máximo; Min: Valor mínimo. Medias con una letra común no son significativamente, según Tukey ( $p \geq 0,05$ ).

**Rendimiento (kg/ha/año).** El análisis ANOVA indicó diferencias altamente significativas ( $p \leq 0,01$ ) en el rendimiento entre los tratamientos. El tratamiento T2 obtuvo el mayor rendimiento, con 3699,63 kg/ha/año, seguido por T1, con 1903,15 kg/ha/año y los tratamientos T34 y T33, con 1853,15 kg/ha/año. Los menores rendimientos fueron registrados en T40, con 66,66 kg/ha/año y T30, con 50,00 kg/ha/año (Tabla 2). En comparación, Vera Chang & Goya Baquerizo (2015) reportaron rendimientos superiores en los híbridos DYRCYT-H-259 y DYRCYT-H-255, con 1558,18 y 1446,86 kg/ha/año, respectivamente, mientras que el híbrido JHVH-10 presentó el menor rendimiento, con 395,19 kg/ha/año. Proaño Vincés *et al.* (2015) documentaron rendimientos de hasta 1117,2 y 1043,3 kg/ha/año, en los clones L11-H19 y L26-H64, respectivamente, con el clon L29-H04, alcanzando 613,6 kg/ha/año. Sánchez-Mora *et al.* (2014) observaron que 97 de 100 clones evaluados presentaron rendimientos de cacao seco inferiores a 1000 kg/ha/año, con una media de 376,02 kg/ha/año.

En términos de productividad, los tratamientos T2, T1, T34 y T33 se destacaron por presentar el mayor número de mazorcas sanas y los mejores rendimientos (kg/ha/año), lo que sugiere que estos tratamientos podrían ser considerados como materiales de alto rendimiento para nuevas plantaciones.

**Largo de almendra (cm).** El ANOVA no mostró diferencias significativas ( $p \geq 0,05$ ) (Tabla 3). Estos resultados son similares a los de Álvarez *et al.* (2007), quienes obtuvieron un promedio de 2,48 cm en granos fermentados en cajones de madera. Lares Amaíz *et al.* (2012) reportaron valores inferiores de 1,87 cm en granos frescos y hasta 1,71 cm en granos fermentados, secados al sol y tostados.

**Ancho de almendra (cm).** No se observaron diferencias significativas en el análisis ANOVA ( $p \geq 0,05$ ) (Tabla 3). Álvarez *et al.* (2007) encontraron un promedio de 1,31 cm, mientras que Álvarez *et al.* (2010) obtuvieron resultados comparables a los actuales, con 1,34 cm en granos fermentados en cajones de madera y cestas plásticas.

**Espesor de lomo (cm).** El espesor de lomo presentó diferencias altamente significativas ( $p \leq 0,01$ ), con el tratamiento T3, registrando el mayor valor de 2,40 cm, mientras que los tratamientos T33 y T27 mostraron los valores más bajos, con 1,17 cm y 1,14 cm, respectivamente (Tabla 3). Pérez Garcia & Freile Almeida (2017) reportaron espesores de 1,70 cm y 1,71 cm en clones, como EET-103 y CCN-51. Pérez *et al.* (2002) indicaron espesores entre 0,02 cm y 0,31 cm.

**Espesor de surco (cm).** El análisis mostró diferencias altamente significativas ( $p \leq 0,01$ ), con los valores más altos registrados en los tratamientos T8 y T2, con 1,59 cm y 1,58 cm, respectivamente y el valor más bajo en T24, con 0,65 cm (Tabla 3). Pérez *et al.* (2002) reportaron valores entre 0,05 cm y 0,34 cm, mientras que Pérez Garcia & Freile Almeida (2017) registraron un espesor promedio de 1,20 cm en el clon EET-103, con una media general de 0,99 cm.

**Índice de mazorca.** No se observaron diferencias significativas en el índice de mazorca ( $p \geq 0,05$ ) (Tabla 3). Vera Chang *et al.* (2014) encontraron un promedio de 21,95 g, con el clon DIRCYT-C129, mostrando el mayor índice (34,36 g). Graziani de Fariñas *et al.* (2002) reportaron valores de 30,77 g, 30,46 g y 24,10, g para diferentes tipos de cacao, mientras que Sánchez-Mora *et al.* (2014) observaron una media de 23,30 mazorcas, con índices entre 14,6 y 17,7.

**Índice de semilla (g).** El análisis mostró diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ), siendo el tratamiento T16 el que presentó el mayor índice, con 1,73 g, seguido por T31, con 1,68 g, mientras que los menores índices correspondieron a T41 (Testigo), con 1,20 g y T40, con 0,65 g (Tabla 3). Solís Bonilla *et al.* (2015) reportaron un índice promedio de 0,77 g, mientras que Sánchez-Mora *et al.* (2014) encontraron índices entre 1,97 g y 1,62 g. Zambrano *et al.* (2010a) informaron un promedio de 1,45 g.

**Porcentaje de testa (%).** El análisis no reveló diferencias significativas ( $p \geq 0,05$ ) (Tabla 3). Zambrano *et al.* (2010b) reportaron un porcentaje de cascarilla de hasta 13,5 % y Lares Amaíz *et al.* (2013) indicaron una media de 15,5 0 %, en granos fermentados y secados al sol. Pérez *et al.* (2002) encontraron un porcentaje de testa de 14,16%, con muestras comerciales, alcanzando hasta un 15,33 %.

Tabla 3. Promedios estadísticos de los parámetros de calidad física de las almendras presentes en 41 cruces interclonales de cacao, en la Finca Experimental La Represa, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

Tratamientos		LA		AA		EL		ES		IM		IS		PT (%)	
		cm													
1	DICYT-H -272	2,52	a	1,43	a	1,88	a	1,32	a	26,49	a	1,49	a	13,03	a
2	DICYT-H -273	2,61	a	1,31	a	1,49	a	1,58	a	23,91	a	1,46	a	17,86	a
3	DICYT-H -274	2,45	a	1,40	a	2,40	a	1,45	a	23,76	a	1,45	a	19,22	a
4	DICYT-H -275	2,58	a	1,35	a	1,94	a	1,20	a	17,23	a	1,52	a	9,22	a
5	DICYT-H -276	2,46	a	1,31	a	2,20	a	1,27	a	24,10	a	1,38	ab	11,54	a
6	DICYT-H -277	2,39	a	1,28	a	1,85	a	1,25	a	18,67	a	1,45	a	6,97	a
7	DICYT-H -278	2,60	a	1,38	a	1,77	a	1,25	a	17,50	a	1,30	ab	17,07	a
8	DICYT-H -279	2,47	a	1,31	a	2,17	a	1,59	a	18,11	a	1,26	ab	14,29	a
9	DICYT-H -280	2,40	a	1,37	a	1,60	ab	0,92	ab	18,64	a	1,38	ab	14,29	a
10	DICYT-H -281	2,48	a	1,40	a	2,00	a	1,17	a	18,01	a	1,48	a	15,63	a
11	DICYT-H -282	2,56	a	1,39	a	1,82	a	1,27	a	14,40	a	1,55	a	9,19	a
12	DICYT-H -283	2,54	a	1,33	a	1,47	a	0,97	ab	16,41	a	1,53	a	14,29	a
13	DICYT-H 284	2,48	a	1,36	a	1,84	a	1,15	a	30,51	a	1,45	a	10,63	a
14	DICYT-H -285	2,45	a	1,27	a	1,95	a	1,34	a	22,53	a	1,46	a	9,22	a
15	DICYT-H -286	2,49	a	1,33	a	1,62	ab	1,15	a	10,92	a	1,52	a	15,63	a
16	DICYT-H -287	2,77	a	1,54	a	1,97	a	1,27	a	11,61	a	1,73	a	10,72	a
17	DICYT-H -288	2,58	a	1,28	a	1,45	a	1,10	ab	16,56	a	1,66	a	12,92	a
18	DICYT-H -289	2,44	a	1,33	a	2,00	a	1,30	a	12,83	a	1,45	a	20,00	a
19	DICYT-H -290	2,57	a	1,53	a	1,40	a	1,07	ab	13,54	a	1,40	ab	13,89	a
20	DICYT-H -291	2,41	a	1,35	a	1,62	ab	0,95	ab	17,18	a	1,30	ab	11,31	a
21	DICYT-H -292	2,22	a	1,30	a	2,12	a	1,44	a	12,45	a	1,31	ab	11,26	a
22	DICYT-H -293	2,44	a	1,31	a	1,39	a	0,92	ab	18,69	a	1,33	ab	16,03	a
23	DICYT-H -294	2,55	a	1,25	a	1,82	a	1,10	ab	17,48	a	1,35	ab	11,26	a
24	DICYT-H -295	2,53	a	1,41	a	1,20	ab	0,65	ab	15,58	a	1,50	a	6,97	a
25	DICYT-H -296	2,58	a	1,47	a	1,53	a	1,05	ab	10,91	a	1,60	a	10,84	a
26	DICYT-H -297	2,60	a	1,37	a	1,55	a	1,00	ab	21,47	a	1,56	a	13,22	a
27	DICYT-H -298	2,37	a	1,35	a	1,14	ab	0,72	ab	23,28	a	1,34	ab	17,07	a
28	DICYT-H -299	2,46	a	1,25	a	1,59	a	0,95	ab	25,21	a	1,24	ab	16,09	a
29	DICYT-H -300	2,66	a	1,57	a	1,95	a	1,32	a	26,02	a	1,48	a	10,24	a
30	DICYT-H -301	2,21	a	1,31	a	1,47	a	0,80	ab	34,02	a	1,35	ab	12,18	a
31	DICYT-H -302	2,52	a	1,36	a	1,33	ab	0,99	ab	13,74	a	1,68	a	12,13	a
32	DICYT-H -303	2,41	a	1,32	a	1,30	ab	0,70	ab	20,40	a	1,31	ab	13,34	a
33	DICYT-H -304	2,41	a	1,34	a	1,17	ab	0,67	ab	22,63	a	1,30	ab	11,31	a
34	DICYT-H -305	2,28	a	1,41	a	1,60	a	0,95	ab	20,08	a	1,55	a	10,48	a
35	DICYT-H -306	2,29	a	1,25	a	2,00	a	1,35	a	18,13	a	1,23	ab	11,69	a
36	DICYT-H -307	2,38	a	1,32	a	2,13	a	1,35	a	19,30	a	1,60	a	10,72	a
37	DICYT-H -308	2,53	a	1,35	a	1,74	a	1,14	a	29,66	a	1,46	a	11,26	a

Continuación tabla 3.

38	DICYT-H -309	2,67	a	1,47	a	1,53	a	0,95	ab	22,75	a	1,39	ab	14,84	a
39	DICYT-H -310	2,43	a	1,35	a	1,62	a	0,80	ab	22,17	a	1,45	a	12,18	a
40	DICYT-H -311	1,21	a	0,63	a	-----		-----		6,18	a	0,65	b	6,25	a
41	TESTIGO (JHVH-10)	2,49	a	1,35	a	1,53	a	0,98	ab	23,11	a	1,20	ab	15,71	a
	<b>Promedio</b>	2,45		1,34		1,66		1,08		19,42		1,42		12,73	
	<b>CV(%)</b>	11,79		12,43		19,83		24,22		17,99		13,24		20,48	
	<b>Max</b>	2,77		1,57		2,40		1,59		34,02		1,73		20,00	
	<b>Min</b>	1,21		0,63		0,00		0,00		6,18		0,65		6,25	

LA: Largo de la almendra; AA: Ancho de la almendra; EL: Espesor lomo; ES: Espesor surco; IM: Índice de mazorca; IS: Índice de semilla; PT: Porcentaje de testa; CV (%): Coeficiente de variación; Max: valor máximo; Min: Valor mínimo.

Medias con una letra común no son significativamente, según el test de Tukey ( $p \geq 0,05$ ).

**Fermentación total (%).** El análisis ANOVA mostró diferencias altamente significativas ( $p \leq 0,01$ ), en los porcentajes de fermentación total entre tratamientos. El tratamiento T31 registró el mayor porcentaje (92,50 %), seguido por T10, con 89,50 %. En contraste, T21 y T32 mostraron los porcentajes más bajos, con 30,50 % y 23,00 %, respectivamente (Tabla 4). Según la norma INEN-176, los tratamientos T3, T10, T31, T34 y T35 cumplieron con el requisito mínimo del 85 % de fermentación para cacao comercial, mientras que T2, T20, T21, T27, T30, T32 y T37 no alcanzaron los valores requeridos para cacao comercial.

Ortiz de Bertorelli *et al.* (2009) encontraron un aumento en la fermentación con el tiempo, alcanzando el 99,58 % en el día 5. Nogales *et al.* (2006) reportaron índices superiores al 90 % para granos fermentados por 5 días, similares a los valores actuales. Portillo *et al.* (2005) observaron un índice de 54,47 % en granos fermentados en cajón rectangular, mientras que Contreras *et al.* (2004) encontraron una media de 37,1 %, usando caja de madera, destacando la variabilidad en la humedad, según el tipo de fermentador.

**Almendras bien fermentadas.** El análisis estadístico mostró diferencias altamente significativas ( $p \leq 0,01$ ), con el tratamiento T3, presentando el mayor número de almendras bien fermentadas (48), seguido por el T10, con 44 almendras. En contraste, el T21 no presentó almendras bien fermentadas (Tabla 4). Rivera Fernández *et al.* (2012) reportaron porcentajes promedio de 70 y 65 % en diferentes sistemas de fermentación, valores superiores a los obtenidos en este estudio. Quezada Ramón *et al.* (2017) documentaron un promedio de 45,05 %, comparable con los resultados actuales, pero inferior a los reportados por Rivera Fernández *et al.* (2012).

**Almendras medianamente fermentadas.** El análisis estadístico reveló diferencias altamente significativas ( $p \leq 0,01$ ), con los tratamientos T36 y T29, mostrando las mayores cantidades de almendras medianamente fermentadas (76,00 y 75,50, respectivamente). Los valores más bajos correspondieron a los tratamientos T30 y T32, con 26,50 y 17,50 almendras medianamente fermentadas (Tabla 4).

Morales Rodríguez *et al.* (2016) reportaron un promedio de 37,25 % y Quezada Ramón *et al.* (2017), de 27,11%, ambos inferiores a los obtenidos en este estudio, pero dentro del rango establecido por la Norma INEN 176.

**Almendras violetas.** El análisis de varianza reveló diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ), entre los tratamientos, con el T32 y el T30, registrando las mayores cantidades de almendras violetas (66,00 y 60,50, respectivamente). En cambio, los tratamientos T10 y T8 mostraron los valores más bajos (7,00 y 4,50) (Tabla 4). Rivera Fernández *et al.* (2012) encontraron que el porcentaje de almendras violetas disminuye con el tiempo de fermentación, en contraste con los resultados obtenidos en este estudio. Morales Rodríguez *et al.* (2016) reportaron un promedio de 27,17 %, similar a los resultados presentes.

**Almendras pizarras.** El análisis estadístico no mostró diferencias significativas ( $p \geq 0,05$ ) (Tabla 4). Vera Chang & Goya Baquerizo (2015) reportaron una media de 0,93, sugiriendo que la fermentación no tuvo un efecto notable en esta variable. Ortiz de Bertorelli *et al.* (2009) documentaron una media de 8,00 %, cuando se realizaba una remoción frecuente cada 24 horas, mientras que Rivera Fernández *et al.* (2012) reportaron un 10 % de almendras pizarras, sin observar influencia del tiempo de fermentación ni del tipo de fermentador utilizado.

**Almendras con presencia de moho.** El análisis no reveló diferencias significativas ( $p \geq 0,05$ ) (Tabla 4). Álvarez *et al.* (2010) y Morales Rodríguez *et al.* (2016) no reportaron moho en sus investigaciones, mientras que Guzmán Duque & Gómez Prada (2014) encontraron un promedio del 6,82 % de almendras afectadas por moho, en su estudio.

En la prueba de corte, los tratamientos T31, T10, T35, T34 y T3 presentaron los mayores porcentajes de fermentación, superando el 85 % y clasificándose dentro de la categoría ASSPS (Arriba Superior Summer Plantación Selecta). Los tratamientos T2, T34 y T33 destacaron por sus mejores rendimientos en cacao seco.

Tabla 4. Promedios estadísticos de la prueba de corte en almendras presentes en 41 cruces interclonales de cacao, en la Finca Experimental La Represa, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

Tratamientos		FT (%)		ABF		AMF		AV		AP		Moho		Arriba
1	DICYT-H -272	66,00	ab	35,00	ab	31,00	ab	31,00	ab	2,50	a	0,50	a	ASS
2	DICYT-H -273	51,50	ab	21,50	ab	30,00	ab	35,50	ab	2,50	a	10,50	a	-----
3	DICYT-H -274	85,50	a	48,00	a	37,50	ab	11,50	ab	1,00	a	2,00	a	ASSPS
4	DICYT-H -275	71,00	ab	37,50	ab	33,50	ab	23,50	ab	1,00	a	4,50	a	ASS
5	DICYT-H -276	81,00	a	38,00	ab	43,00	ab	15,00	ab	2,50	a	1,50	a	ASSS
6	DICYT-H -277	55,50	ab	28,00	ab	27,50	ab	38,00	ab	5,00	a	1,50	a	ASN
7	DICYT-H -278	65,50	ab	34,00	ab	31,50	ab	30,50	ab	0,50	a	3,50	a	ASS
8	DICYT-H -279	81,50	a	40,50	ab	41,00	ab	4,50	ab	1,50	a	12,50	a	ASSS
9	DICYT-H -280	84,50	a	39,50	ab	45,00	ab	9,50	ab	0,00	a	6,00	a	ASSS
10	DICYT-H -281	89,50	a	44,00	ab	45,50	ab	7,00	ab	1,00	a	2,50	a	ASSPS
11	DICYT-H -282	68,00	ab	8,50	ab	59,50	ab	23,50	ab	8,50	a	0,00	a	ASS
12	DICYT-H -283	76,50	a	17,50	ab	59,00	ab	19,00	ab	3,50	a	1,00	a	ASSS
13	DICYT-H 284	69,00	ab	31,00	ab	38,00	ab	24,00	ab	3,50	a	3,50	a	ASS
14	DICYT-H -285	70,00	ab	17,50	ab	52,50	ab	22,50	ab	1,00	a	6,50	a	ASS
15	DICYT-H -286	68,00	ab	23,50	ab	44,50	ab	32,00	ab	0,00	a	0,00	a	ASS
16	DICYT-H -287	65,50	ab	24,50	ab	41,00	ab	29,50	ab	3,50	a	1,50	a	ASS
17	DICYT-H -288	60,00	ab	4,00	ab	56,00	ab	36,50	ab	1,00	a	2,50	a	ASN
18	DICYT-H -289	72,50	ab	14,00	ab	58,50	ab	25,00	ab	2,00	a	0,50	a	ASSS
19	DICYT-H -290	68,50	ab	16,00	ab	52,50	ab	31,00	ab	0,00	a	0,50	a	ASS
20	DICYT-H -291	50,50	ab	13,50	ab	37,00	ab	48,50	ab	1,00	a	0,00	a	-----
21	DICYT-H -292	30,50	ab	0,00	b	30,50	ab	8,50	ab	5,00	a	6,00	a	-----
22	DICYT-H -293	75,50	a	15,00	ab	60,50	ab	18,00	ab	3,50	a	3,00	a	ASSS
23	DICYT-H -294	75,50	a	7,00	ab	68,50	a	16,50	ab	5,50	a	2,50	a	ASSS
24	DICYT-H -295	64,50	ab	5,50	ab	59,00	ab	30,50	ab	1,00	a	4,00	a	ASN
25	DICYT-H -296	63,00	ab	4,50	ab	58,50	ab	28,00	ab	1,50	a	7,50	a	ASN
26	DICYT-H -297	66,50	ab	17,50	ab	49,00	ab	25,50	ab	6,00	a	2,00	a	ASS
27	DICYT-H -298	38,50	ab	3,00	b	35,50	ab	46,00	ab	15,00	a	0,50	a	-----
28	DICYT-H -299	83,00	a	9,50	ab	73,50	a	11,00	ab	1,50	a	4,50	a	ASSS
29	DICYT-H- 300	80,00	a	4,50	ab	75,50	a	17,00	ab	2,00	a	1,00	a	ASSS
30	DICYT-H -301	32,50	ab	6,00	ab	26,50	ab	60,50	ab	0,50	a	1,00	a	-----
31	DICYT-H -302	92,50	a	36,00	ab	56,50	ab	7,50	ab	0,00	a	0,00	a	ASSPS
32	DICYT-H -303	23,00	ab	5,50	ab	17,50	ab	66,00	a	11,00	a	0,00	a	-----
33	DICYT-H -304	56,50	ab	29,00	ab	27,50	ab	35,00	ab	5,00	a	3,50	a	ASN
34	DICYT-H -305	86,00	a	29,00	ab	57,00	ab	8,00	ab	0,00	a	6,00	a	ASSPS
35	DICYT-H -306	87,50	a	13,50	ab	74,00	a	11,00	ab	1,50	a	0,00	a	ASSPS
36	DICYT-H -307	78,00	a	2,00	b	76,00	a	21,00	ab	0,50	a	0,50	a	ASSS
37	DICYT-H -308	45,00	ab	8,50	ab	36,50	ab	52,00	ab	2,50	a	0,50	a	-----
38	DICYT-H -309	57,50	ab	13,50	ab	44,00	ab	42,00	ab	0,50	a	0,00	a	ASN
39	DICYT-H -310	58,50	ab	3,00	b	55,50	ab	39,50	ab	1,50	a	0,50	a	ASN

Continuación tabla 4.

40	DICYT-H -311	----		----		-----		-----		-----		-----		-----
41	TESTIGO (JHVH-10)	57,00	ab	2,00	b	59,00	ab	33,00	ab	9,50	a	1,50	a	ASN
	<b>Promedio</b>	64,66		18,30		46,45		26,20		2,80		2,57		-----
	<b>Max</b>	92,50		48,00		76,00		66,00		15,00		12,50		-----
	<b>Min</b>	23,00		0,00		17,50		4,50		0,00		0,00		-----
	<b>LI</b>	59,64		14,83		42,17		22,09		1,83		1,62		-----
	<b>LS</b>	69,68		21,78		50,73		30,30		3,78		3,53		-----

FT: Fermentación total; ABF: Almendras bien fermentadas; AMF: Almendras medianamente fermentadas; AV: Almendras violetas; AP: Almendras pizarras; Moho: almendras con presencia de Moho; Max: valor máximo; Min: valor mínimo; LI: Límite inferior; LS: Límite superior. Medias con una letra común no son significativamente, según el test de Tukey ( $p \geq 0,05$ ).

Este estudio revela que los tratamientos T2 (DICYT-H -273), T34 (DICYT-H -305) y T33 (DICYT-H -304), se destacan como los más prometedores, en cuanto a producción de mazorcas sanas y rendimientos de cacao seco por hectárea, posicionándose como materiales de alto rendimiento, que pueden ser utilizados en futuras plantaciones. Además, en términos de calidad física de la almendra, los tratamientos T3 (DICYT-H -274), T8 (DICYT-H -279) y T16 (DICYT-H -287) sobresalieron en características clave, como espesor de lomo, espesor de surco e índice de semilla, respectivamente. La prueba de corte confirmó que los tratamientos T31 (DICYT-H -302), T10 (DICYT-H -281), T35 (DICYT-H -306), T34 (DICYT-H -305) y T3 (DICYT-H -274) alcanzaron altos niveles de fermentación, superando el 85 %, requerido para la categoría ASSPS. En conjunto, estos tratamientos no solo ofrecen un rendimiento superior, sino, también, una excelente calidad física y de fermentación, lo que los convierte en opciones viables para mejorar la productividad y calidad del cacao.

**Conflictos de intereses:** El artículo fue redactado y revisado por todos los autores, quienes declaran que no existen conflictos de interés que pongan en riesgo la validez de los resultados presentados. **Contribución de los autores:** Jaime Fabián Vera Chang y Andry Annabel Alvarez Aspiazu realizaron la curaduría y el análisis formal de los datos para la escritura del borrador del manuscrito. Nataly Herrera Tamayo y Luis Vásquez contribuyeron con la investigación en campo y el manejo de recursos. Particularmente, Edison Geovanny Díaz Campozano y Ana Ruth Alvarez Sanchez lideraron la contextualización y la metodología del manuscrito. Todos los autores participaron en la redacción, la revisión, la edición del manuscrito y la versión final. **Financiación:** En este estudio no se contó con la financiación de alguna institución; sin embargo, agradecemos a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, por el acceso a sus laboratorios, instalaciones y equipos, lo que hizo posible la realización de esta investigación.

## REFERENCIAS

- ÁLVAREZ, C.; PÉREZ, E.; LARES, M. 2007. Caracterización física y química de almendras de cacao fermentadas, secas y tostadas cultivadas en la región de Cuyagua, estado Aragua. *Agronomía Tropical*. 57(4):249-256.
- ÁLVAREZ, C.; TOVAR, L.; GARCÍA, H.; MORILLO, F.; SÁNCHEZ, P.; GIRÓN, C.; DE FARIAS, A. 2010. Evaluación de la calidad comercial del grano de cacao (*Theobroma cacao* L.) usando dos tipos de fermentadores. *Revista Científica UDO Agrícola*. 10(1):76-87.
- ANDRADE-ALMEIDA, J.; RIVERA-GARCÍA, J.; CHIRE-FAJARDO, G.; UREÑA-PERALTA, M. 2019. Propiedades físicas y químicas de cultivares de cacao *Theobroma cacao* L. de Ecuador y Perú. *Enfoque UTE*. 10(4):1-12.
- BOZA, E.J.; MOTAMAYOR, J.C.; AMORES, F.M.; CEDEÑO-AMADOR, S.; TONDO, C.L.; LIVINGSTONE, D.S.; SCNELL, R.J.; GUTIÉRREZ, O.A. 2014. Genetic characterization of the cacao cultivar CCN 51: Its impact and significance on global cacao improvement and production. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 139(2): 219–229. <https://doi.org/10.21273/JASHS.139.2.219>
- CAMINO-MOGRO, S.; ANDRADE-DÍAZ, V.; PESÁNTEZ-VILLACÍS, D. 2016. Posicionamiento y eficiencia del banano, cacao y flores del Ecuador en el mercado mundial. *Revista Ciencia UNEMI*. 9(19):48–53.
- CONTRERAS, C.; ORTIZ DE BERTORELLI, L.; GRAZIANI DE FARIÑAS, L.; PARRA, P. 2004. Fermentadores para cacao usados por los productores de la localidad de Cumboto, Venezuela. *Agronomía Tropical*. 54(2):219-232.

- ERAZO SOLÓRZANO, C.Y.; BRAVO FRANCO, K.J.; TUÁREZ GARCÍA, D.A.; FERNANDEZ ESCOBAR, Á.O.; TORRES NAVARRETE, Y.G.; VERA CHANG, J.F. 2021. Efecto de la fermentación de cacao (*Theobroma cacao* L.), variedad nacional y trinitario, en cajas de maderas no convencionales sobre la calidad física y sensorial del licor de cacao. *Revista de Investigación Talentos*. 8(2):42-55. <https://doi.org/10.33789/talentos.8.2.153>
- ESCOBAR, R. 2008. Comportamiento de seis clones de “cacao” (*Theobroma cacao* L.) en Guasaganda, provincia de Cotopaxi, Ecuador. *La Granja*. 7(1):9-12. <https://doi.org/10.17163/lgr.n7.2008.02>
- FERRER-SÁNCHEZ, Y.; MAFALDO-SAJAMI, A.A.; PLASENCIA-VÁZQUEZ, A.H.; URDÁNIGO-ZAMBRANO, J.P. 2022. Riesgo para el cultivo de cacao por los cambios en la distribución potencial del fitopatógeno *Moniliophthora perniciosa* bajo escenarios de cambio climático en Ecuador continental. *Terra Latinoamericana*. 40:1-10. <https://doi.org/10.28940/terra.v40i0.1338>
- GARCIA CRUZATY, L.; GARCÍA TALLEDO, B.; SÁNCHEZ MORA, F. 2023. Variability and combinatorial ability in fruit characters of new *Theobroma cacao* hybrids in Ecuador. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*. 18(3):e3265.
- GRAZIANI DE FARIÑAS, L.; ORTIZ DE BERTORELLI, L.; ANGULO, J.; PARRA, P. 2002. Características físicas del fruto de cacaos tipos criollo, forastero y trinitario de la localidad de Cumboto, Venezuela. *Agronomía Tropical*. 52(3):343-362.
- GUAMÁN VILLA, M.A.; JARAMILLO AGUILAR, E.; BERNAL MORALES, J. 2022. Control biológico de la mazorca negra (*Phytophthora palmivora* L.) en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.). *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*. 5(3):149-154.
- GUZMÁN DUQUE, J.A.; GÓMEZ PRADA, S.L. 2014. Evaluación sensorial de cacao (*Theobroma cacao* L.) cultivado en la región del sur del departamento de Bolívar (Colombia). *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*. 5(2):221-236.
- JIMÉNEZ MOREJÓN, E.I.; SANTANA ARAGONE, D.X.; CARTAGENA FAYTONG, M.I.; RIVERA REYES, R.R.; BUSTAMANTE INTRIAGO, A. 2023. Bioestimulantes orgánicos en el cultivo del cacao (*Theobroma cacao* L.). *Conocimiento Global*. 8(2):1-17. <https://doi.org/10.70165/cglobal.v8i2.308>
- JIMÉNEZ, J.C.; TUZ GUNCAI, I.G.; QUEVEDO GUERREO, J.N.; GARCÍA BATISTA, R.M. 2018. Presecado: Su efecto sobre la calidad sensorial del licor de cacao (*Theobroma cacao* L.). *Revista Científica Agroecosistemas*. 6(2):63-73.
- LARES AMAÍZ, M.; PÉREZ SIRA, E.; ÁLVAREZ FERNÁNDEZ, C.; PEROZO GONZÁLEZ, J.; EL KHORI, S. 2013. Cambios de las propiedades físico-químicas y perfil de ácidos grasos en cacao de Chuao, durante el beneficio. *Agronomía Tropical*. 63(1-2):37-47.
- LARES AMAÍZ, M.D.C.; GUTIÉRREZ, R.; PÉREZ, E.; ÁLVAREZ, C. 2012. Efecto del tostado sobre las propiedades físicas, fisicoquímicas, composición proximal y perfil de ácidos grasos de la manteca de granos de cacao del estado Miranda, Venezuela. *Revista Científica UDO Agrícola*. 12(2):439-446.
- LOOR ZAMBRANO, H.Y.; FEIJÓ CUENCA, N.P.; FEIJÓ CUENCA, T.E.; NAVAS BAYONA, W.I. 2024. Comercialización de productos derivados de cacao en Manabí, Ecuador. *Universidad y Sociedad*. 16(1):302-312.
- MALDONADO FUENTES, C. 2015. Efecto del manejo en la reducción de incidencia de enfermedades (Moniliasis, Escoba de Bruja y Mazorca Negra) en el cultivo de Cacao (*Theobroma cacao* L.) en la Estación Experimental de Sapecho. *Revista Científica de Investigación INFO-INIAF*. 1(1):88-93.
- MORALES RODRÍGUEZ, W.J.; VALLEJO TORRES, C.A.; SINCHE BÓSQUEZ, P.D.; TORRES NAVARRETE, Y.G.; VERA CHANG, J.F.; ANZULES CEDEÑO, E.D. 2016. Mejoramiento de las características físico-químicas y sensoriales del cacao CCN51 a través de la adición de una enzima y levadura durante el proceso de fermentación. *Revista Amazónica Ciencia y Tecnología*. 5(2):169-181.
- MORALES-RODRÍGUEZ, W.J.; CARLOSAMA-MARTÍNEZ, J.M.; SINCHI RIVAS, C.A.; ALDERETE RENDON, J.; VALLEJO TORRES, C.A.; MORALES CEDEÑO, W. 2024. Calidad química del cacao (*Theobroma cacao* L.) tipo nacional de la parroquia Valle Hermoso – Ecuador. *Ciencia y Tecnología*. 17(1):38-49.
- NOGALES, J.; GRAZIANI DE FARIÑAS, L.; ORTIZ DE BERTORELLI, L. 2006. Cambios físicos y químicos durante el secado al sol del grano de cacao fermentado en dos diseños de cajones de madera. *Agronomía Tropical*, 56(1):5-20.
- ORTIZ DE BERTORELLI, L.; ROVEDAS, L.; GRAZIANI DE FARIÑAS, L. 2009. Influencia de varios factores sobre índices físicos del grano de cacao en fermentación. *Agronomía Tropical*. 59(1):81-88.
- PÉREZ GARCIA, G.A.; FREILE ALMEIDA, J.A. 2017. Adaptabilidad de clones promisorios de cacao nacional (*Theobroma cacao* L.), en el cantón Arosemena Tola de Ecuador. *Centro Agrícola*. 44(2):44-51.

- PÉREZ, E.E.; ÁLVAREZ, C.; LARES, M. 2002. Caracterización física y química de granos de cacao fermentados, secos y tostados de la región de Chuao. *Agronomía Tropical*. 52(2):161-172.
- PORTILLO, E.; GRAZIANI DE FARIÑAS, L.; BETANCOURT, E. 2005. Efecto de los Tratamientos post-cosecha sobre la Temperatura y el Índice de Fermentación en la calidad del cacao criollo Porcelana (*Theobroma cacao* L.) en el Sur del Lago de Maracaibo. *Revista de la Facultad de Agronomía*. 22(4):394-406.
- PROAÑO VINCES, O.; TORO GARCÍA, J.V.; COROZO QUIÑÓNEZ, L.; SÁNCHEZ-MORA, F.; MATUTE MATUTE, A.F.; VÁSQUEZ MORÁN, V.F. 2015. Potencial productivo de clones experimentales de cacao tipo "Nacional". *Revista La Técnica*. 14:24-29.
- QUEZADA RAMÓN, L.A.; QUEVEDO GUERRERO, J.N.; GARCÍA BATISTA, R.M. 2017. Determinación del efecto del grado de madurez de las mazorcas en la producción y calidad sensorial de (*Theobroma cacao* L.). *Revista Científica Agroecosistemas*. 5(1):36-46.
- RAMÓN GUANUCHE, R.E.; ERDEZOTO REINOSO, M.D.R.; ROMERO, D.J.; MELEÁN ROMERO, R.A. 2024. Análisis de las exportaciones cacaoteras en Sudamérica y su relación con Ecuador. *Uniandes EPISTEME*. 11(1):86-103.
- RIVERA FERNÁNDEZ, R.D.; MECÍAS GALLO, F.W.; GUZMÁN CEDEÑO, A.M.; PEÑA GALEAS, M.M.; MEDINA QUINTEROS, H.N.; CASANOVA FERRÍN, L.M.; BARRERA ÁLVAREZ, A.E.; NIVELA MORANTE, P.E. 2012. Efecto del tipo y tiempo de fermentación en la calidad física y química del cacao (*Theobroma cacao* L.) tipo Nacional. *Ciencia y Tecnología*. 5(1):7-12.
- SÁNCHEZ-MORA, F.; ZAMBRANO MONTUFAR, J.; VERA CHANG, J.; RAMOS REMACHE, R.; GÁRCES FIALLOS, F.; VÁSCONEZ MONTÚFAR, G. 2014. Productividad de clones de cacao tipo nacional en una zona del bosque húmedo tropical de la provincia de Los Ríos, Ecuador. *Revista Ciencia y Tecnología UTEQ*. 7(1):33-41.
- SILVA-PÉREZ, E.J.; GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ, L.K.; MORÁN MURILLO, P.N. 2022. Exportaciones del cacao orgánico certificado de Ecuador: Análisis comparativo. *Revista Científica FIPCAEC*. 7(3):431-444. <https://doi.org/10.23857/fipcaec.v7i1>
- SOLÍS BONILLA, J.L.; ZAMARRIPA COLMENERO, A.; PECINA QUINTERO, V.; GARRIDO RAMÍREZ, E.; HERNÁNDEZ GÓMEZ, H. 2015. Evaluación agronómica de híbridos de cacao (*Theobroma cacao* L.) para selección de alto rendimiento y resistencia en campo a moniliasis. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*. 6(1):71-82.
- TARQUI FREIRE, O.M.; SOTOMAYOR CANTOS, I.A.; CASANOVA MENDOZA, T.D.J.; RODRÍGUEZ ZAMORA, G.A.; PLAZA AVELLÁN, L.F.; ZAMBRANO FLORES, F.G. 2017. Selección de genotipos de cacao (*Theobroma cacao* L.) con resistencia a escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*) en Los Ríos, Ecuador. *Ciencia y Tecnología*. 10(1):17-26.
- TIRADO-GALLEGO, PA.; LOPERA-ÁLVAREZ, A.; RÍOS-OSORIO, L.A. 2016. Estrategias de control de *Moniliophthora roreri* y *Moniliophthora perniciosa* en *Theobroma cacao* L.: Revisión sistemática. *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria*. 17(3):417-430. [https://doi.org/10.21930/rcta.vol17\\_num3\\_art:517](https://doi.org/10.21930/rcta.vol17_num3_art:517)
- VERA CHANG, J.; GOYA BAQUERIZO, A. 2015. Comportamiento agronómico, calidad física y sensorial de 21 líneas híbridas de cacao (*Theobroma cacao* L.). *Revista de las Agrociencias*. 15: 26-37.
- VERA CHANG, J.; VALLEJO TORRES, C.; PÁRRAGA MORÁN, D.; MORALES RODRÍGUEZ, W.; MACÍAS VÉLIZ, J.; RAMOS REMACHE, R. 2014. Atributos físicos-químicos y sensoriales de las almendras de quince clones de cacao nacional (*Theobroma cacao* L.) en el Ecuador. *Ciencia y Tecnología*. 7(2):21-34.
- VILLACIS, A.; ALWANG, J.; BARRERA, V. 2022. Cacao value chains and credence attributes: lessons from Ecuador. *Journal of Agribusiness in Developing and Emerging Economies*. 12(4):549-566. <https://doi.org/10.1108/JADEE-10-2021-0267>
- VOIGT, J.; TEXTORIS-TAUBE, K.; WÖSTEMEYER, J. 2018. pH-Dependency of the proteolytic formation of cocoa- and nutty-specific aroma precursors. *Food Chemistry*. 255:209-215. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.02.045>
- ZAMBRANO, A.; GÓMEZ, Á.; RAMOS, G.; ROMERO, C.; LACRUZ, C.; RIVAS, E. 2010a. Caracterización de parámetros físicos de calidad en almendras de cacao criollo, trinitario y forastero durante el proceso de secado. *Agronomía Tropical*. 60(4):389-396.
- ZAMBRANO, A.; ROMERO, C.; GÓMEZ, A.; RAMOS, G.; LACRUZ, C.; BRUNETTO, M.D.R.; MÁXIMO, G.; GUTIÉRREZ, L.; DELGADO, Y. 2010b. Evaluación química de precursores de aroma y sabor del cacao criollo merideño durante la fermentación en dos condiciones edafoclimáticas. *Agronomía Tropical*. 60(2):211-219.