

Comportamiento agronómico, calidad física y sensorial de 21 líneas híbridas de cacao (*Theobroma cacao L.*)

The agronomic behavior, physical quality and sensory quality of 21 hybrid lines of cocoa (*theobroma cacao L.*)

Ing. Jaime Fabián Vera Chang

Universidad Técnica Estatal de Quevedo
Facultad de Ciencias Pecuarias
jverac@uteq.edu.ec

Ing. Antonio Goya Baquerizo

Universidad Técnica Estatal de Quevedo
Facultad de Ciencias Pecuarias
antonio-goya@hotmail.com

RESUMEN

Fueron evaluados los híbridos de cacao genotipo Trinitario X Nacional con características productivas y con calidad para Ecuador. Se empleó un diseño de Bloques Completos al Azar con cuatro repeticiones, en el propósito de estudiar el comportamiento agronómico y la calidad física de la almendra proveniente de 21 líneas híbridas. Para la comparación de medias se utilizó la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad. El híbrido sobresaliente fue el DYRCYT-H-259 debido a que produjo el mayor número de mazorcas sanas, mientras que el mayor rendimiento corresponde a los híbridos DYRCYT-H-259, DYRCYT-H-255 con 1558,18 y 1446,86 kg Ha⁻¹año⁻¹. En la prueba de corte, porcentajes más altos fueron para DYRCYT-H-253, y DYRCYT-H-266 con 62,25 % y 61,00 % con buena fermentación. En las evaluaciones sensoriales los híbridos DYRCYT-H-254, DYRCYT-H-255, DYRCYT-H-257, DYRCYT-H-270 y el testigo JHVH -10 presentaron las mayores intensidades en los sabores frutal, nuez y arriba, con escalas de (5, 6 y 7), respectivamente.

Palabras clave: cacao, fenología, fermentación, prueba de corte, pasta de cacao.

ABSTRACT

The research involved assessing hybrid cocoa of National Trinity X genotype with productive and quality characteristics for Ecuador. A design of randomized complete blocks with four replications was used, the objective was to evaluate the agronomic performance and the physical quality of Almond that stems from 21 hybrid lines. Tukey 5 % probability test was used to compare the means. The outstanding hybrid was DYRCYT-H-259, because it produced the highest number of H-225 DYRCYT hybrids with 1558,18 and 1446.86 kg Ha⁻¹ year⁻¹. In the cutting test the highest percentages were for DYRCYT-H-253 and H-266 DYRCYT with 62.25 % and 61.00% with good fermentation. In the sensorial evaluations, the DYRCYT-H-254, DYRCYT-H-225, DYRCYT-H-257, DYRCYT-H-270 and the witness JHVH-10 revealed the highest intensities in the fruit and acorn flavors, with measures of 5, 6 and 7 respectively.

Key words: cocoa, phenology, fermentation, cutting test, cocoa paste.



Recibido: 16 de abril, 2015
Aceptado: 8 de noviembre, 2015

1. INTRODUCCIÓN

Los métodos de mejoramiento de cacao se aplican con mayor frecuencia en Ecuador con el objetivo de incrementar las características de sanidad y productividad de la planta, lo cual permite asegurar su calidad con posibilidades de conservar las propiedades de cacao “Arriba”, reconocidas a escala mundial.

Las investigaciones que realiza el Área de Cacao de la División Agrícola de la Dirección de Investigación Científica y Tecnológica de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, ha entregado a los cacaoteros ecuatorianos, en especial de la provincia de Los Ríos, nuevos cruces interclonales, altamente productivos y tolerantes a las principales enfermedades.

Estos nuevos materiales genéticos se obtuvieron mediante polinización controlada, proceso que permite reunir información preliminar, identificando sus características físicas, químicas y sensoriales, además de limitantes respecto a la compatibilidad genética, en un proceso ligado a barreras genéticas naturales denominadas sistemas genéticos de incompatibilidad y su mecanismo de polinización cruzada natural, producto de la recombinación genética (Braudeau, 1970).

El programa de mejoramiento se inició en 2010 con la selección de clones obtenidos de madres Trinitarios y padres Nacional con características altamente competitivas. Actualmente se denominan líneas híbridas interclonales de cacao al material mejorado, resultado de métodos de mejoramiento que generaron clones muy resistentes y productivos, conservando las características de aroma.

Las estrategias de mejoramiento genético permitirán que Ecuador aumente la producción de cacao con certificación “Arriba”, con lo cual mejoran el precio del producto y las condiciones de cientos de cacaoteros, puesto que el producto proviene de pequeñas fincas donde el cultivo se complementa con otros para dinamizar la economía familiar.

Se estima que la producción de cacao en Ecuador supera las 200 000 toneladas, provenientes de una superficie aproximada de 508 885 hectáreas plantadas (INEC, 2013; Valverde, 2011). Influye la creciente siembra de la variedad de cacao CCN-51, lo que permitirá posicionar al país como el cuarto productor mundial, superando al Brasil.

Los productores como Perú, Costa Rica, Colombia y Brasil evalúan la viabilidad de nuevos materiales genéticos altamente competitivos, frente a lo cual esta investigación se planificó estudiar en Ecuador el comportamiento agronómico, la calidad física y sensorial del cacao proveniente de 21 líneas híbridas interclonales, con énfasis en sus variables fenológicas, productivas, físicas y su calidad organoléptica.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en la Finca Experimental “La Represa”, propiedad de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, localizada en el kilómetro 7,5, recinto Fayta de la vía Quevedo – San Carlos, provincia de Los Ríos. Su ubicación Geográfica es de 1° 03' 18" de latitud Sur y de 79° 25' 24" de longitud Oeste, a una altura de 73 metros sobre el nivel del mar.

Las condiciones meteorológicas y otras características que se presentan en el área de estudio son las siguientes:

Tabla 1. Condiciones meteorológicas y otras características del lugar experimental.

Datos meteorológicos	Valores medios
Temperatura, °C	23.4
Humedad relativa media, (%)	87
Heliofanía, horas /luz/mes	67.4
Precipitación, mm/ mensual	140.8
Topografía del terreno	Plana
Textura del suelo	Franco – arcilloso
pH	5.7 (ligeramente ácido)

Fuente. Información del Anuario Meteorológico de Agosto de 2014, proveniente de la Estación Experimental Tropical Pichilingue del INAMHI.

Tratamientos

Los híbridos en el campo experimental provienen de materiales interclonales constituidos por un grupo de 10 árboles por tratamiento (Tabla 2).

Tabla 2. Híbridos interclonales seleccionados en la obtención de híbridos de la Finca Experimental "La Represa".

N°	DYRCYT-H	ORIGEN	GENOTIPO	N° PL
1	251	La Represa	Trinitario x Nacional	10
2	252	La Represa	Trinitario x Nacional	10
3	253	La Represa	Trinitario x Nacional	10
4	254	La Represa	Trinitario x Nacional	10
5	255	La Represa	Trinitario x Nacional	10
6	256	La Represa	Trinitario x Nacional	10
7	257	La Represa	Trinitario x Nacional	10
8	258	La Represa	Trinitario x Nacional	10
9	259	La Represa	Trinitario x Nacional	10
10	260	La Represa	Trinitario x Nacional	10
11	261	La Represa	Trinitario x Nacional	10
12	262	La Represa	Trinitario x Nacional	10
13	263	La Represa	Trinitario x Nacional	10
14	264	La Represa	Trinitario x Nacional	10
15	265	La Represa	Trinitario x Nacional	10
16	266	La Represa	Trinitario x Nacional	10
17	267	La Represa	Trinitario x Nacional	10
18	268	La Represa	Trinitario x Nacional	10
19	269	La Represa	Trinitario x Nacional	10
20	270	La Represa	Trinitario x Nacional	10
21	JHVVH-10*	La Represa	Trinitario	10

*Testigo

Diseño experimental y prueba DMS

Se empleó un diseño aleatorio de 21 tratamientos con cuatro repeticiones, considerándose como tal a cada época de cosecha. Cada unidad experimental estuvo conformada por 10 plantas y para determinar diferencias entre medias de los tratamientos, se empleó la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$).

Variables fenológicas

Fueron evaluados los porcentajes de brotación, floración, fructificación y Cherelles Wilt, cuyos datos se tomaron durante tres meses durante la época lluviosa. El registro se realizó en todo el árbol, en 10 plantas por tratamiento, empleando una escala arbitraria de 1 a 5 (Tabla 3), según la siguiente tabla.

Tabla 3. Escala utilizada en los porcentajes de brotación, floración, fructificación y Cherelles Wilt.

Escala	Criterio
1 = 0%	Ausencia
2 = 25%	Poco
3 = 50%	Ligero
4 = 75%	Moderado
5 = 100%	Abundante

Variables productivas

Número de mazorcas sanas: Para el registro se realizó el conteo por planta en los 10 árboles por tratamiento, una vez por mes.

Peso fresco: El registro de peso fresco de semillas sin maguey se realizó en los 10 árboles, cada mes.

Rendimiento $kg\ ha^{-1}\ año^{-1}$: Al final de la cosecha se determinó el peso en gramos de almendras de cacao cosechadas en los 10 árboles de cada tratamiento y después se transformó a kilogramos por hectárea/año.

Variables físicas

Prueba de corte: Fueron considerados los porcentajes de granos fermentados, granos medianamente fermentados, granos violetas y granos pizarrosos, los cuales fueron evaluados mediante la prueba de corte que consistió en analizar la coloración interna del grano, así como las estrías que se forman producto de la fermentación. Se efectuaron cortes longitudinales a 100 granos secos con la finalidad de agrupar aquellos que presentaron las siguientes similitudes:

- a) **Almendras bien fermentadas:** se consideró aquellas almendras cuyos cotiledones presentaron una coloración marrón o marrón rojiza.
- b) **Almendras medianamente fermentadas:** se identificaron aquellas cuyos cotiledones presentaron una coloración medianamente marrón.
- c) **Almendras violetas:** estuvo definido por el porcentaje de granos cuyos cotiledones presentaron una coloración violeta intenso.
- d) **Almendras pizarras:** se consideraron aquellas cuyos cotiledones presentaron un color gris, negruzco y de aspecto compacto.

Índice de mazorcas (IM): La información se obtuvo recolectando al azar 20 mazorcas maduras y sanas de cada subparcela. Fueron fermentadas y secadas las almendras, determinándose el IM aplicando la siguiente fórmula:

$$IM = \frac{20 \text{ mazornas}}{\text{Peso de almendras secas}}$$

Índice de semillas (IS): De las 20 mazorcas recolectadas para determinar el IM, fueron tomados al azar 100 semillas considerando cinco semillas por mazorca. Una vez fermentadas y secadas se calculó el IS, utilizando la siguiente fórmula:

$$IS = \frac{\text{Peso en gramos de semillas fermentadas y secas}}{100}$$

VARIABLES ORGANOLÉPTICAS

Para determinar las características organolépticas se tomaron muestras de almendras fermentadas y secas de los híbridos con mejor desempeño agronómico, sanitario y productivo. Individualmente y utilizando los sentidos del olfato y el gusto, en los tres perfiles de sabores (básicos, específicos y adquiridos), se calificó la degustación del licor de cacao usando una escala internacional de 0 a 10 puntos, siguiendo la metodología de Braudeau (1970) (Tabla 4).

Tabla 4. Intensidad que se expresa en la degustación del licor de cacao

Escala	Criterio
0	Ausente
1 a 2	Intensidad baja
1 a 5	Intensidad media
6 a 8	Intensidad alta
9 a 10	Intensidad muy alta o fuerte

Fuente. Tomado de Braudeau, 1970

3. RESULTADOS

VARIABLES FENOLÓGICAS

Los mayores promedios de brotación fueron para los híbridos DYRCYT-H-267, DYRCYT-H-268 con 75 %. Según la escala (Tabla 3) corresponde a una clasificación de 4 que los ubica en moderado, seguido por los demás tratamientos que obtuvieron 50 %, en promedio, situándose en un rango de 3 con ligera intensidad (Tabla 5).

El híbrido que alcanzó el mayor pico de floración fue el DYRCYT-H-262, con el 75 %, lo cual, según la escala, lo ubica como moderado, mientras que los menores promedios se presentaron para los híbridos DYRCYT-H-251, DYRCYT-H-265 y DYRCYT-H-268 con 25 % de intensidad de floración que equivale, según la escala, a poco. El resto de los híbridos presentó 50 % de floración equivalente a una intensidad ligera (Tabla 5).

Los mayores promedios de fructificación fueron para los híbridos DYRCYT-H-258, DYRCYT-H-259, DYRCYT-H-263 y DYRCYT-H-264, con 50 %. Según la escala, corresponde a una clasificación 3 calificada como de ligera intensidad, seguido de los demás tratamientos los cuales obtuvieron un 25 % que los ubica en un rango de 2 de poca intensidad (Tabla 5). El resultado de fructificación se atribuye a la presencia de una buena floración debido a que en el cacao la temperatura y humedad relativa óptimas son precursores para una mayor formación de frutos. Los promedios de Cherelles Wilt fueron similares para todos los cultivares, obteniendo un 25 % que, según la escala, los ubica en un rango de 2 con poca intensidad (Tabla 5).

Tabla 5. Porcentajes de brotación, floración, fructificación y Chermilles Wilt.

Nº	Códigos	Brotación	Floración	Fructificación	CH. WILT°
1	DYRCYT-H 251	50 a ¹	25 a ¹	25 a ¹	25 a ¹
2	DYRCYT-H 252	50 a	50 a	25 a	25 a
3	DYRCYT-H 253	50 a	50 a	25 a	25 a
4	DYRCYT-H 254	50 a	50 a	25 a	25 a
5	DYRCYT-H 255	50 a	50 a	25 a	25 a
6	DYRCYT-H 256	50 a	50 a	25 a	25 a
7	DYRCYT-H 257	50 a	50 a	25 a	25 a
8	DYRCYT-H 258	50 a	50 a	50 a	25 a
9	DYRCYT-H 259	50 a	50 a	50 a	25 a
10	DYRCYT-H 260	50 a	50 a	25 a	25 a
11	DYRCYT-H 261	50 a	50 a	25 a	25 a
12	DYRCYT-H 262	50 a	75 a	25 a	25 a
13	DYRCYT-H 263	50 a	50 a	50 a	25 a
14	DYRCYT-H 264	50 a	50 a	50 a	25 a
15	DYRCYT-H 265	50 a	25 a	25 a	25 a
16	DYRCYT-H 266	50 a	50 a	25 a	25 a
17	DYRCYT-H 267	75 a	50 a	25 a	25 a
18	DYRCYT-H 268	75 a	25 a	25 a	25 a
19	DYRCYT-H 269	50 a	50 a	25 a	25 a
20	DYRCYT-H 270	50 a	50 a	25 a	25 a
21	JHVH-10 (Testigo)	50 a	50 a	25 a	25 a
PROMEDIO		52,38	44,04	29,76	25
CV (%)		10,35	13,70	18,37	8,11

Promedios con la misma letra son estadísticamente iguales según la prueba de Tukey al ($P \leq 0.05$)

Variables productivas

Los promedios más altos respecto al número de mazorcas sanas total por tratamiento se presentaron en los híbridos DYRCYT-H-259 y DYRCYT-H-263 con 15 y 14 mazorcas, respectivamente, sugiriendo que estos materiales, además de ser precoces, comienzan a desarrollar su potencial de producción. Los promedios más bajos se presentaron para los híbridos DYRCYT-H-253 y JHVH-10 (Testigo) con 6 y 3 mazorcas, respectivamente (Tabla 6).

El continuo ascenso del número de mazorcas sanas y la disminución de mazorcas por causa de las enfermedades en estos materiales, demuestra una aparente estabilidad en los híbridos jóvenes promisorios de cacao y una tendencia a tolerar mejor el ataque de patógenos que afectan a los frutos.

Los mayores promedios de rendimiento de cacao

se presentaron en los híbridos DYRCYT-H-259, y DYRCYT-H-255, con 1558,18 y 1446,86 kg Ha⁻¹, respectivamente, con totales que difirieron estadísticamente de los restantes híbridos. El híbrido JHVH-10 (testigo) reportó el menor promedio con 395,19 kg ha⁻¹ (Tabla 6).

Los resultados obtenidos demuestran que en general los híbridos evaluados presentaron rendimientos promisorios considerando que los materiales tienen tres años de edad, lo cual estimula una iniciativa para continuar con selecciones de materiales con aceptable comportamiento productivo. De manera general, el rendimiento de los cultivares en el presente estudio y especialmente en los híbridos DYRCYT-H-259 y DYRCYT-H-255, se atribuye a que esta variable está directamente relacionada con los factores ecológicos de la zona, la que puede ser un medio para que los híbridos desarrollen su potencial productivo.

Tabla 6. Número de mazorcas sanas, rendimiento de cacao seco en kg ha⁻¹ año⁻¹ (REND), Quintales ha⁻¹ año⁻¹.

Nº	Códigos	NºM Total	Rendimiento ha ⁻¹ (Kg)	qq ha ⁻¹ año ⁻¹
1	DYRCYT-H 251	10 a	824,92 a	18,19 a
2	DYRCYT-H 252	8 a	674,93 a	14,88 a
3	DYRCYT-H 253	6 a	649,94 a	14,33 a
4	DYRCYT-H 254	9 a	999,90 a	22,04 a
5	DYRCYT-H 255	13 a	1446,86 a	31,97 a
6	DYRCYT-H 256	12 a	1233,21 a	27,19 a
7	DYRCYT-H 257	13 a	1208,21 a	26,64 a
8	DYRCYT-H 258	12 a	1266,54 a	27,92 a
9	DYRCYT-H 259	15 a	1558,18 a	35,35 a
10	DYRCYT-H 260	12 a	1166,55 a	25,72 a
11	DYRCYT-H 261	13 a	1224,88 a	27,00 a
12	DYRCYT-H 262	13 a	1258,21 a	27,74 a
13	DYRCYT-H 263	14 a	1283,21 a	28,29 a
14	DYRCYT-H 264	11 a	1208,21 a	26,64 a
15	DYRCYT-H 265	11 a	1049,90 a	23,15 a
16	DYRCYT-H 266	7 a	716,60 a	15,80 a
17	DYRCYT-H 267	10 a	724,93 a	15,98 a
18	DYRCYT-H 268	10 a	699,93 a	15,43 a
19	DYRCYT-H 269	13 a	812,69 a	17,92 a
20	DYRCYT-H 270	8 a	656,03 a	14,46 a
21	JHVH-10 (Testigo)	3 a	395,19 a	8,71 a
PROMEDIO		10,62	1002,81	22,16
CV (%)		44,99	46,31	46,31

Promedios con la misma letra son estadísticamente iguales según la prueba de Tukey al ($P \leq 0.05$)

Variables de calidad física

Las variables físicas de los granos de cacao se vieron influenciadas posiblemente por los factores en estudio. Las reacciones bioquímicas, producto de la fermentación, provocan que la coloración en el interior cambie progresivamente de violeta a marrón.

Los mayores promedios para la variable de porcentajes de almendras con Buena fermentación fueron para los híbridos DYRCYT-H-253 y DYRCYT-H-266, con 62,25 % y 61,00 %, respectivamente (Tabla 7).

Los mayores promedios para la variable almendras con Mediana fermentación fueron para los DYRCYT-H-268 y DYRCYT-H-263, con 52,25 % y 48,50 %, respectivamente (Tabla 7).

Los granos con coloración violeta tuvieron un comportamiento inverso a los granos fermentados, es decir que, a medida que aumenta el tiempo de fermentación, disminuye el porcentaje de

granos violeta. Se puede observar que el menor contenido de estos granos se encuentra en los últimos días, llegando a reducirse alrededor del 80 % a los cinco días de fermentación.

Los mayores promedios para la variable almendras con defectos Violeta se presentaron en los híbridos DYRCYT-H-262 y DYRCYT-H-258, con 13,25 % y 12,50 %, respectivamente (Tabla 7). Esto puede atribuirse a la variabilidad de la cantidad de masa a fermentar, lo cual originaría inconsistencias. Se conoce que, para pocas cantidades de mezclas de cacao, el mejor tiempo de fermentación es de cinco días.

Los mayores promedios para almendras con defectos Pizarra se mostraron en los híbridos DYRCYT-H-254 y DYRCYT-H-260, con 1,92 % y 1,82 %. De manera general, los valores obtenidos fueron relativamente bajos (Tabla 7). Las almendras pizarrosas presentan un aspecto compacto de color gris negruzco, lo cual indica ningún efecto generado por la fermentación.

Tabla 7. Porcentaje de fermentación, defectos de almendras.

N°	Códigos	Fermentación			Defectos		
		Buena	Mediana	Violeta	Pizarra	Moho	
1	DYRCYT-H 251	54,25 a ¹	35,25 a ¹	7,25 a ¹	0,50 a ¹	1,40 a ¹	
2	DYRCYT-H 252	54,75 a	39,50 a	5,50 a	0,50 a	0,25 a	
3	DYRCYT-H 253	62,25 a	23,00 a	11,25 a	1,56 a	1,25 a	
4	DYRCYT-H 254	47,25 a	37,25 a	10,50 a	1,92 a	1,18 a	
5	DYRCYT-H 255	42,75 a	46,50 a	10,25 a	0,50 a	0,75 a	
6	DYRCYT-H 256	53,00 a	36,25 a	7,50 a	1,73 a	0,75 a	
7	DYRCYT-H 257	55,25 a	36,50 a	5,00 a	1,73 a	0,75 a	
8	DYRCYT-H 258	46,50 a	41,75 a	12,50 a	0,50 a	0,50 a	
9	DYRCYT-H 259	44,50 a	45,50 a	6,25 a	1,82 a	0,75 a	
10	DYRCYT-H 260	47,75 a	45,00 a	4,25 a	1,85 a	0,75 a	
11	DYRCYT-H 261	50,50 a	38,75 a	9,75 a	0,93 a	0,75 a	
12	DYRCYT-H 262	47,50 a	37,00 a	13,25 a	1,50 a	0,75 a	
13	DYRCYT-H 263	44,25 a	48,50 a	6,75 a	0,50 a	0,85 a	
14	DYRCYT-H 264	48,00 a	40,50 a	11,50 a	0,50 a	0,50 a	
15	DYRCYT-H 265	52,50 a	44,50 a	3,00 a	0,50 a	0,75 a	
16	DYRCYT-H 266	61,00 a	28,50 a	9,75 a	0,50 a	1,25 a	
17	DYRCYT-H 267	52,75 a	42,25 a	4,75 a	0,50 a	0,33 a	
18	DYRCYT-H 268	43,25 a	52,25 a	3,50 a	0,50 a	1,10 a	
19	DYRCYT-H 269	48,25 a	47,00 a	4,75 a	0,50 a	0,50 a	
20	DYRCYT-H 270	46,50 a	42,50 a	10,00 a	0,50 a	1,00 a	
21	JHVH-10 (Testigo)	36,00 a	48,50 a	6,50 a	0,50 a	0,25 a	
PROMEDIO		49,46	40,80	7,80	0,93	0,81	
CV(%)		31,76	32,33	40,42	86,21	82,20	

Promedios con la misma letra son estadísticamente iguales según la prueba de Tukey al ($P \leq 0.05$).

Los promedios de Índice de Mazorca (IM) demuestran que los híbridos DYRCYT-H-269 y DYRCYT-H-268 con 30,25 y 26,25 mazorcas, respectivamente, alcanzaron los más altos índices. Los demás cultivares presentaron promedios de IM que variaron entre 16,75 (DYRCYT-H 266) y 25,05 (DYRCYT-H 263) (Tabla 8), lo cual es aceptable para la comercialización y la industria, pues este parámetro puede estar influenciado por factores genéticos y ambientales.

Los mayores promedios de Índice de Semilla (IS) se presentaron en los híbridos DYRCYT-H-261 y DYRCYT-H-264 con 1,37 y 1,33 gramos, respectivamente (Tabla 8). El IS es un indicador clave para el rendimiento en estudios de mejoramiento y está influenciado por el ambiente y la conformación genética de los progenitores. Los valores alcanzados en el presente trabajo evidencian que, en general, los

promedios se encuentran enmarcados dentro de los requerimientos de calidad física según la Norma INEN 176, cumpliendo con los requisitos industriales.

Variables de calidad organolépticas

Sabores básicos

La mayor intensidad de amargor se detectó en las muestras de los materiales DYRCYT-H-257, DYRCYT-H-258 y DYRCYT-H-260, con un valor de 7. Este hecho es atribuido a que posiblemente existió una fermentación deficiente debido a la escasa masa, lo cual generó un sabor astringente.

Los valores de astringencia se detectaron con mayor intensidad en las muestras de los materiales DYRCYT-H-267, DYRCYT-H-258, DYRCYT-H-260 y DYRCYT-H-263 con valores de 8 y 7. Estos valores altos son consecuencia

Tabla 8. Índice de mazorca e; índice de semilla en los 21 híbridos; Finca Experimental la Represa.

Nº	Códigos	Índice mazorca	Índice semilla
1	DYRCYT-H 251	19,25 a	1,18 abc
2	DYRCYT-H 252	19,25 a	1,20 abc
3	DYRCYT-H 253	16,75 a	1,11 abc
4	DYRCYT-H 254	18,75 a	1,24 abc
5	DYRCYT-H 255	17,25 a	1,28 abc
6	DYRCYT-H 256	19,25 a	1,15 abc
7	DYRCYT-H 257	20,00 a	1,14 abc
8	DYRCYT-H 258	23,25 a	1,21 abc
9	DYRCYT-H 259	20,00 a	1,26 abc
10	DYRCYT-H 260	18,75 a	1,19 abc
11	DYRCYT-H 261	19,75 a	1,37 a
12	DYRCYT-H 262	20,00 a	1,29 ab
13	DYRCYT-H 263	23,75 a	1,09 abc
14	DYRCYT-H 264	21,75 a	1,33 a
15	DYRCYT-H 265	19,00 a	1,22 abc
16	DYRCYT-H 266	25,50 a	1,13 abc
17	DYRCYT-H 267	10,25 a	1,21 abc
18	DYRCYT-H 268	26,25 a	1,14 abc
19	DYRCYT-H 269	30,25 a	1,08 abc
20	DYRCYT-H 270	19,75 a	1,04 c
21	JHVH-10 (T)	12,25 a	1,05 bc
PROMEDIO		20,05	1,2
CV (%)		21,91	8,87

Promedios con letras distintas indican diferencia significativa de acuerdo a la prueba de Tukey al ($P \leq 0.05$).

de una inadecuada fermentación, lo cual causa contracciones en las mucosas de la lengua. Inicialmente se percibió un sabor floral pero después se tornó amargo, posiblemente debido al origen genético (Tipo nacional) de los materiales indicados.

La acidez con mayor intensidad se detectó en la muestras de los materiales, DYRCYT-H-262 y DYRCYT-H-266, con un valor de 4. Un chocolate elaborado con base en almendras sin una fermentación completa, tendrá un sabor con características ácidas.

Sabores específicos

En lo que se refiere al sabor a cacao, se detectó la mayor intensidad en las muestras de los materiales DYRCYT-H-255, JHVH-10 (Testigo) y DYRCYT-H-254, con promedios entre 7 y 6. Los Híbridos DYRCYT-H-251, DYRCYT-H-256 y DYRCYT-H-267, presentaron los valores más

bajos, situándose en 2. El resto presentó los valores más bajos en el perfil cacao. Los más altos lo obtuvieron como consecuencia de la adecuada fermentación de los híbridos y de la genética de estos materiales.

En lo referente al sabor Arriba, se detectó la mayor intensidad en la muestras de los materiales DYRCYT-H-255, DYRCYT-H-270 y JHVH-10 (Testigo), con un valor de 7 y 6, respectivamente. De manera frecuente, de acuerdo al análisis en este tipo de cacao, aflora un sabor floral fuerte con características de astringencia.

Con respecto al sabor a Nuez, se detectó la mayor intensidad en las muestras de los materiales DYRCYT-H-254 y DYRCYT-H-268 con un valor de 3. Estos resultados confirman lo expresado en la literatura en relación a los sabores típicos de los cacaos finos y ordinarios cuya característica es la suavidad y finura en la percepción durante la catación.

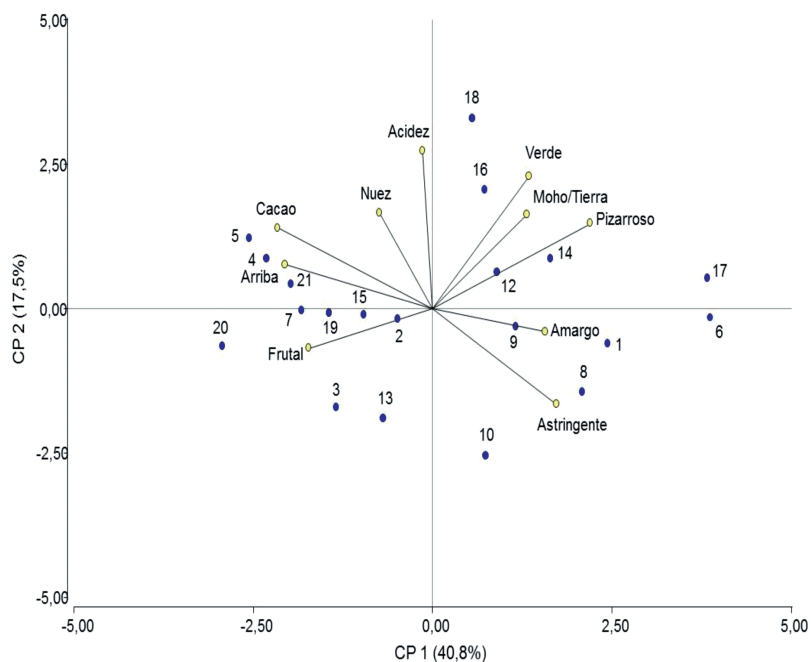


Figura 1. Análisis de Componentes Principales para las variables organolépticas en función de los diferentes genotipos considerados en el estudio.

4. DISCUSIÓN

Se puede apreciar de manera general que la brotación de los híbridos aumentó progresivamente entre marzo, abril y mayo, presentando intermitencia entre los cultivares durante el periodo evaluado. Este hecho concuerda con lo manifestado por Enríquez (2004), quien expresa que la mayor brotación en cacao tipo Nacional se presenta entre diciembre y marzo.

La cantidad de flores es estable y más abundante en los cacaos de tipo Nacional durante los meses de lluvia, debido a que la temperatura y humedad relativa son mayores durante el periodo de marzo-mayo. Los resultados expuestos anteriormente son similares a los expresados por Montoya (2012), quien expresa que la intensidad alta de floración se da en época lluviosa con promedios de 3,3, según la escala.

Montoya (2012) describió la fructificación como un evento dependiente de la floración, estrechamente relacionados entre sí. En sus estudios presentó una mayor intensidad de fructificación en el clon experimental UICYT-C-076, igual al testigo CCN-

51 con 2,1 frutos, que, según la escala, clasifican como de poca intensidad.

En cuanto a Cherelles, se conoce que estudios de Jumbo & Yantalema (2008) expresan que la mayor presencia de frutos marchitos fisiológicamente se presenta en los meses de junio, julio y agosto. Al respecto, Quiroz (2002) indica que la muerte prematura de los frutos se debe a un problema de regulación fisiológica del número de estos.

Para los frutos sanos, Zambrano (2011) señala que el mayor número de mazorcas sanas se obtuvo en los genotipos UICYT-C114 (17,30), lo cual varía según lo presentado por Jumbo & Yantalema (2008) quienes obtuvieron 30 mazorcas sanas en el clon CCAT. Por otro lado, Campi (2013) expresa que el número de mazorcas sanas es determinante para la clave del rendimiento, la cual tiene proporcionalidad directa con la variable peso fresco total.

Estos rendimientos fueron superiores a lo descrito por Zambrano (2011), quien encontró promedios en los genotipos UICYT-C114 con 394,41 kg ha⁻¹ y UICYT-C con 208,31 kg ha⁻¹. Según

Eskes (1999) la eficiencia del rendimiento es una relación que se calcula entre la producción y el vigor del árbol.

En las variables físicas, la normativa ecuatoriana INEN 176:2006 permite entre 65 y 75 % (min) de granos con buena fermentación para ciertas calificaciones. Respecto al índice de semilla, Zambrano (2011) obtuvo valores en el UICYT-C217 (1,50), UICYT-C186 (1,52) y el UICYT-C114 (1,40). Montoya (2008) obtuvo valores iguales entre 68,25, 68,08 y 61,42 % en trinitarios.

Esto puede ser atribuido a que las cajas tuvieron poca masa fermentativa, lo cual indica que cuando existe poca cantidad de almendras disminuye la temperatura en la fermentación y genera almendras medianamente fermentadas. Sánchez (2007) cita a Corven & Villanueva quienes expresan que los granos con mediana fermentación se identifican por presentar cotiledones con una coloración medianamente marrón. La normativa INEN 176 permite mínimo entre 5 y 10 % de granos con mediana fermentación para ciertas calificaciones.

Esto, posiblemente puede deberse a que la elevación de la temperatura de la masa durante el proceso de fermentación fue muy moderada y alta, lo cual originó un mayor porcentaje de almendras bien fermentadas; además, en esta etapa las almendras de color marrón o café poseen una fermentación muy completa.

Los datos obtenidos reflejan que los mayores porcentajes de granos violeta se presentan cuando la muestra a fermentar no fue la adecuada. Estos valores son inferiores a los obtenidos por Corven (1993) y Sánchez (2007) quienes reportan que los mayores porcentajes de almendras violeta se registraron en las muestras provenientes de los árboles 2126 (30 %), 2507 (27 %) y 2078 (25%). Al respecto, Guzmán, Galeas & Casanova (2012) informan que los granos violeta tienen un comportamiento inverso a los granos con buena fermentación, es decir que, a medida que aumenta el tiempo de fermentación disminuye el porcentaje de granos violeta, siempre y cuando la cantidad de masa a fermentar sea la correcta.

Los defectos como verde se explican porque el exceso de madurez de los frutos favorece el incremento de perfiles desagradables al paladar. Guzmán et al. (2012) manifiestan que es probable que este porcentaje sea producto de frutos que no tenían adecuado grado de madurez al momento de la cosecha.

Para el Índice de Mazorca, Ampuero (1960), citado por Calderón (2004), manifiesta que para seleccionar árboles de cacao, el índice debe de ser menos de 20 mazorcas para la obtención de un kilogramo de cacao seco Soria (1966). IPGRI (2000) expresa que el IM está influenciado por factores genéticos, ambientales, la edad de la planta, la posición de los frutos en el árbol y las condiciones de suelo y fertilidad, por esta razón para su determinación es importante usar un mínimo de 20 frutos.

Arciniega (2005) aclara que los genotipos que tienen índices de semillas superiores a 1,0 g son aceptables desde el punto de vista de los estudios fitogenéticos e industriales.

Sánchez (2007) expresa que la característica de amargor se refleja posiblemente en una fermentación deficiente. Esto concuerda con Cros (2004), quien sostiene que un chocolate elaborado de almendras, con una fermentación incompleta, tendrá un sabor amargo, astringente y por completo desagradable.

Braudeau (2001) enfatiza que la astringencia es más que un sabor, es una sensación o percepción que causa una contracción de la superficie de las mucosas de la boca debido a la mala fermentación. Al respecto, Quiroz & Soria (1994) indican que los valores de amargor, acidez y astringencia demuestran que la hibridación para el mejoramiento genético de la calidad sensorial es posible, aunque es de esperarse bastante segregación de individuos con perfiles indeseables.

Voltz (1990), Ramos, Ramos y Azócar (2000) y Jiménez (2003) coinciden en su descripción sobre la acidez como un sabor ácido, debido a la presencia de ácidos volátiles y no volátiles y se la percibe a los lados y al centro de la lengua. Lo relacionan con las frutas cítricas y vinagre.

Ramos *et al.* (2005) expresan que el sabor a cacao es típico de las almendra tipo Forastero y Trinitarios, lo cual confirma los resultados encontrados por el proyecto ECU (1999), citado por Sánchez (2007), acerca de los cacaos de tipo trinitario que presentan un mediano sabor a cacao al momento de la degustación.

Barros (1981) menciona que el sabor a cacao de una fuente particular de granos está determinado principalmente por el genotipo de los materiales.

Salto (2005) expresa que el sabor "Arriba" del cacao Nacional es muy particular y diferente. Se lo describe como sabor floral, fuerte, con matrices de astringencia o sabor a leguminosas. Por otro lado, Graziani (2003) expresa que el cacao debe desarrollar el aroma y el característico sabor "Arriba", para que sea calificado como de primera calidad. Estas cualidades se desarrollan solamente cuando las almendras, debidamente fermentadas y secadas, son tostadas (Moreira 1994, citado por Sánchez 2007).

Ramos *et al.* (2000) y Liendo (2003) destacan que los cacaos nacionales y criollos se diferencian por tener notas de sabor a nuez. En lo referente al sabor frutal, Hardy (1961) menciona que los grupos Nacionales poseen un sabor muy particular y diferente que se lo describe como floral y frutal. Por otro lado, Enríquez (1985) manifiesta que las notas frutales y florales son un indicativo de suavidad y finura del sabor en los genotipos que los presenten.

5. CONCLUSIONES

- Los mejores índices de mazorca y semilla los presentó el híbrido DIRCYT- H- 267 cuyos promedios fueron parecidos al testigo JHVH-10, mientras que los híbridos que se destacaron por su rendimiento de cacao seco por hectárea año fueron DIRCYT- H- 259 y DIRCYT- H- 255, que superaron los 30 quintales.

La degustación en chocolate de los híbridos de cacao mostraron amplia variabilidad sensorial, debido a la distinta constitución genética de los árboles. Los materiales DIRCYT- H- 255,

DIRCYT- H- 257, DIRCYT- H- 261 y DIRCYT- H- 270, incluyendo el testigo JHVH-10, registraron sabores de cacao "Arriba" (perfiles organolépticos 5, 6, 7) y de estos, los materiales DIRCYT- H- 255 y DIRCYT- H- 270 presentaron una mayor intensidad sabor frutal y nuez.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arciniega, A. (2005). *Caracterización de árboles superiores de cacao (Theobroma cacao L.), seleccionados por el programa de mejoramiento genético del CATIE*. Recuperado de [http://www.catie.ac.cr/BancoMedios/Documentos%20PDF/pcc adriana arcinieguas. pdf](http://www.catie.ac.cr/BancoMedios/Documentos%20PDF/pcc%20adriana%20arcinieguas.pdf)
- Barros, P. (1981). *Cacao*. Instituto Colombiano Agropecuario.
- Braudeau, J. (1970). *El cacao*. Barcelona, España: Editorial Blume
- Braudeau, J. (2001). *El cacao. Técnicas agrícolas y productos tropicales*. Barcelona, España: Editorial Blume.
- Calderon, D. (2004). *Caracterización u evaluación de accesión de cacao Amazónico con énfasis en su comportamiento sanitario y productivo*. (Tesis de grado) Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo, Ecuador.
- Campi, C. (2013). *Caracterización fenotípica de 40 accesiones clonales de cacao (Theobroma cacao L.) para desarrollar su capacidad de uso*. (Tesis de grado) Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador.
- Corven, J. (1993). *Manual para análisis de cacao el laboratorio*. San José de costa Rica, IICA. Recuperaod de: <http://books.google.com.ec/books?id=jFcHyoSu1FYC&pg=PA13&lpg=PA13&dq=prueba+de+corte+de+almendras>.
- Cros, E. (2004). *Factores que afectan el desarrollo del sabor a cacao, bases Bioquímicas del perfil aromático*. Memorias INIAP.
- Enríquez, G. (1985). *Curso sobre el cultivo del cacao. Beneficio y cura del cacao*. I. A. Agropecuarias.
- Enríquez, G. (2004). *Cacao organico Guia para*

- productores ecuatorianos. Variedades de cacao.* Ecuador: INIAP.
- Eskes, A. (1999). Evaluation of vigour, yield and pod and bean traits. Working procedures and Recording Sheets for the. Montpellier, France: CFC/ICCO/IPGRI Project.
- Graziani, L. (2003). *Calidad del cacao, memorias del primer Congreso Venezolano del cacao y su Industria.* Recuperado de: www.Cacao.sian.info.ve/memorias/html/18html.
- Guzman, C., Gáleas, M. & Casanova L. (2012). *Efecto del tipo y tiempo de fermentación de la calidad física y química del cacao (Theobroma cacao L.) tipo nacional.* (EBSCO-ISSN, Ed.) *Cacao*(5) 7.
- Hardy, F. (1961). *Manual de cacao.* (s.f.) Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, I. (2013). *Encuesta de superficie y producción Agropecuaria.* Recuperado de: http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac%202013/.
- IPGRI (International plant Genetic Resources Institute, F. (2000). Working procedures for cocoa germplasm evaluation and selection.
- Jiménez, J. (2003). *Práctica del beneficio del cacao y su calidad organoléptica en Ecuador.* Calidad del cacao. INIAP, Ecuador
- Jumbo, L. & Yantalema, C. (2008). *Comportamiento agronomico de 12 clones de cacao en la zona de Quevedo.* (Tesis de grado) Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador.
- Liendo, J. (2003). Origen del aroma del cacao. *Revista Digital del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuaria. Cenaip Hoy.* Recuperado de: www.ceniap.gov.ve/ceniaphoy/articulos/n1/texto/rliendo.htm.
- Montoya, M. (2008). *Evaluación de la fermentación y secado del cacao (Theobroma cacao L.) como factores condicionales de la calidad.* Quevedo, Ecuador.
- Montoya, M. (2012). *Evaluación de 36 clones élites de cacao (theobroma Cacao L.), tipos nacional y trinitario, procedentes de huertas tradicionales de la cuenca alta del Rio Guayas.* (Tesis de grado) Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador.
- Quiroz, J. & Soria, J. (1994). *Caracterización fenotípica del cacao nacional del Ecuador.* Boletín Técnico INIAP. Estación Experimental Tropical Pichilingue (74) p 1- 16.
- Quiroz, V. (2002). Caracterización molecular y morfológica de genotipos superiores de cacao (*Theobroma cacao L.*) de Ecuador. 111 p.
- Ramos G., Gómez, A., Zambrano, A., Romero, C., Rivas, E., & Dugarte, S. (2005). *Definición de perfiles sensoriales de licores de cacao para diferenciar entre tipos finos y comunes.* Póster presentado In Taller Internacional 68 Determinación de los parámetros físicos Químicos y Organolépticos para diferenciar cacaos finos de ordinarios. (INIAPCFCANECACAO, Ed.)
- Ramos, G., Ramos, P., & Azocar, A. (2000). Beneficio del cacao. *In manual del productor de cacao.* Mérida, Venezuela. p 58-69.
- Saltos, A. (2005). *Efectos de métodos de fermentación, frecuencias de remoción y volúmenes variables de masa fresca de cacao sobre la calidad física y organoléptica del "complejo nacional x trinitario".* (Tesis de grado) Universidad de Guayaquil, Ecuador.
- Sánchez, V. (2007). Caracterización organoléptica del cacao (*Theobroma cacao L.*) para la selección de árboles con perfiles de sabor de interés comercial. (Tesis de Grado) Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador.
- Soria, J. (1966). Obtención de clones de cacao por el método de índices de selección. Turrialba, Costa Rica 16(2), 119-124.
- Valverde, L. (2011). *Producción anual de cacao.* (MAGAP, Editor) Recuperado de: <http://www.magap.gob.ec/mag01/index.php/prensa-boletinesprensa/2867-62-del-cacao-fino-de-aroma-del-mundo-se-produce-en-ecuador>.
- Voltz, M. (1990). Glossary of terms for sensory evaluation of cocoa materials. Nestle Recherche Center Lausanne 12 p.
- Zambrano, J. (2011). *Evaluación sanitaria y productiva de 150 genotipos de cacao (Theobroma cacao L.) en la Finca La Represa.* (Tesis de grado). Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador.