

"COLECTA Y ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS Y ORGANOLEPTICAS EN FRUTA FRESCA Y LICOR DE ARBOLES DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) CON ATRIBUTOS DE POSEER CARACTERISTICAS DE FINO Y DE AROMA".

R.P. Saavedra-Arbildo¹, H. Cárdenas-Salazar², K.J. Márquez-Dávila³, Y. Beraun-Cruz⁴, M.S. Carranza-Cruz⁵, O.P. Hurtado-Gonzales⁴, J.A. Chia-Wong⁴

¹Universidad Nacional de San Martín (Tarapoto-Perú), ²Cooperativa Agraria Cafetalera Oro Verde (Lamas-Perú), ³Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana (Tarapoto-Perú), ⁴Universidad Nacional Agraria de la Selva (Tingo María-Perú), ⁵Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo (Lambayeque-Perú).

Resumen

El cacao es un importante componente económico de muchas familias en las regiones de San Martín, Huánuco, Ucayali, Cuzco, Amazonas y Piura en el Perú. En el marco del proyecto "Estudio molecular de la diversidad genética de los cacaos aromáticos en el Perú con fines del fortalecimiento de su competitividad y aumento de la producción nacional de cacao de calidad" financiado con fondos de INNÓVATE-PERÚ, se está realizando un trabajo de investigación cuyo objetivo es caracterizar a nivel morfológico y organoléptico de una colección de cacao con potencial de fino y de aroma.

Se evaluaron 80 árboles de cacao, utilizando la metodología descrita por (García, 2008) descriptores morfológicos de fruto y de semilla. Por otro lado, se realizó la evaluación sensorial en fruta fresca utilizando los principales atributos de sabores básicos (dulce, acidez, amargor y salado) y de sabores específicos (frutal y floral). También, se realizó la evaluación organoléptica en licor de cacao, para ello, las semillas de cada accesión fueron fermentadas por 7 días, secadas en 4 días hasta obtener una humedad del 7% y tostados a una temperatura de 135°C por 20 minutos, descascarados y sometidos a un molino concheador por 8 horas a una temperatura de 49°C, y finalmente enfriados. Cada muestra fue evaluada por catadores certificados Q-grader. Los atributos evaluados fueron fragancia, sabor, amargor, astringencia, acidez, frutal, nuez, limpieza, post gusto y balance. Ambas evaluaciones fueron realizadas utilizando una escala hedónica de 0 a 9 puntos. Los datos consignados fueron analizados mediante agrupamiento UPGMA y componentes principales, usando el coeficiente de Pearson.

Se encontró que hay una gran homogeneidad fenotípica entre los individuos de esta colección por región, lo que mostraría que hay poca diversidad de cacao a nivel regional. Estos estudios pueden proporcionar un punto de partida para valorizar los cacaos finos y de aroma del Perú, proporcionar información para gestionar Marcas Colectivas o Denominación de origen, y mediante herramientas moleculares, establecer un futuro programa de mejoramiento genético del cacao.

INTRODUCCION

Nuestra Amazonía alberga amplia diversidad y variabilidad genética en donde podemos encontrar poblaciones dispersas de cacao silvestre, cacao cultivado y especies afines al género *Theobroma*; además de los rasgos morfológicos que los distinguen de los forasteros, la selección de genotipos altamente productivos y la apreciada calidad aromática de sus almendras le brinda un sitio en el mercado internacional, con potencial de expansión, dadas las tendencias mundiales de crecimiento en el consumo de cacao; así como también serían objetivos ideales para programas de mejoramiento del cultivo.

MATERIALES Y METODOS

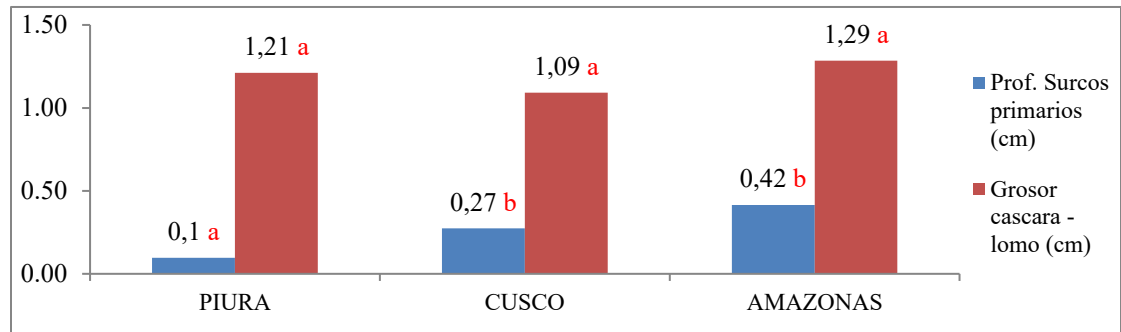
Se realizó la colecta, caracterización morfológica *insitu* de fruto y semillas de genotipos de cacos finos y de aroma de las regiones de San Martín, Huánuco, Amazonas, Cuzco y Piura de 5 a 10 frutos, y éstos a su vez se colocaron en bolsas de papel limpias rotuladas. Para su transporte, se colocaron dentro de bolsas plásticas limpias. Se conservarán en refrigeración a 4 °C para su uso posterior, identificadas con fecha, departamento, provincia, número de muestra, localización GPS y clasificación según la característica morfológica externa que presenta el fruto. Para la caracterización de semillas se evaluarán 5 semillas por fruto de cada genotipo en estudio. Ya en el laboratorio de la cooperativa Oro Verde las mazorcas fueron analizadas a nivel organoléptico en fruta fresca y licos de cacao.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

1. De la caracterización del fruto

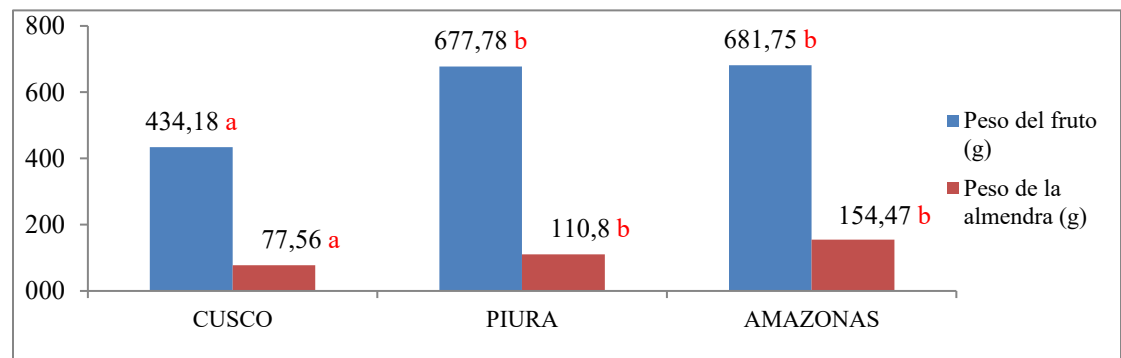
Podemos observar en el gráfico 1, que la prueba de rangos múltiples de Duncan, determinó la existencia de diferencias significativas en la profundidad de los surcos primarios entre promedios encontrados en los 3 departamentos, donde el mayor promedio de profundidad de los surcos se encontró en el departamento de Amazonas con 0,42 cm, siendo estadísticamente igual al encontrado en el Cuzco con 0,27 cm y los cuales superaron al promedio encontrado en el departamento de Piura con 0,1 cm de profundidad de los surcos. Así mismo, los promedios para el grosor de la cascara no difirieron estadísticamente entre sí, con 1,29 cm, 1,21 cm y 1,09 cm de grosor de la cascara al nivel del lomo para los departamentos de Amazonas, Piura y Cusco respectivamente.

Gráfico 1: Prueba de Duncan (P<0,05) para promedios de Profundidad de surcos primarios y grosor de la cascara hasta el nivel del lomo por departamento



Respecto a peso del fruto (g) y el peso de las almendras (g) (gráfico 2), la prueba de Duncan (P<0,05) nos muestra que los promedios más altos fueron obtenidos en los departamentos de Amazonas y Piura con 681,75 g y 677,78 g de peso del fruto respectivamente, siendo estadísticamente iguales entre sí y superando estadísticamente al promedio obtenido en el Cusco con 434,18 g de peso del fruto. Esta misma respuesta de significancia estadística se observa en el peso de las almendras con promedios de 154,47 g y 110,8 g de peso de las almendras para Amazonas y Piura y de 77,65 g de peso de las almendras para el Cusco.

Gráfico 2: Prueba de Duncan (P<0,05) para promedios de peso del fruto, peso de almendras por departamento



La prueba de Duncan para los promedios obtenidos para la longitud del fruto (cm) por departamento (gráfico 3), no reportó diferencias estadísticas entre sí, con 17,69 cm, 17,26 cm y 16,93 cm de longitud del fruto para Amazonas, Cusco y Piura respectivamente. Sin embargo, los promedios del ancho del fruto obtenidos en Amazonas y Piura con 9,37 cm y 9,15 cm superaron estadísticamente al promedio de 8,17 cm de ancho del fruto obtenido en el Cusco. Respecto al número de almendras por fruto, el promedio más alto se obtuvo en Amazonas con 36,37 almendras por fruto, superando estadísticamente a los promedios obtenidos en Piura y el Cusco con 33,16 y 26,38 almendras por fruto respectivamente.

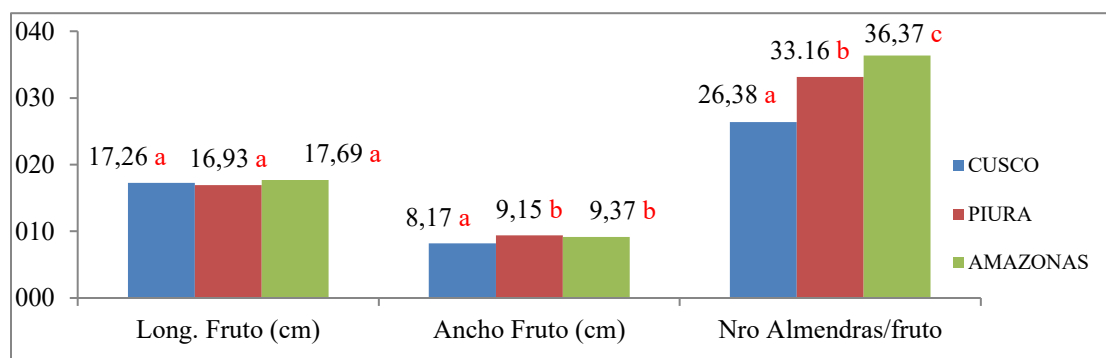


Grafico 3: Prueba de Duncan ($P < 0,05$) para promedios de longitud del fruto, ancho del fruto y número de almendras por fruto por departamento

2. De la semilla

En el gráfico 4, podemos observar que la prueba de Duncan ($P < 0,05$), respecto al peso fresco con testa reportó que en el Cusco se obtuvo el mayor promedio con 12,32 g, siendo estadísticamente igual al obtenido en Piura con 10,74 g y superando al promedio obtenido en el Cusco con 9,72 g de peso fresco con testa. Esta misma respuesta de significancia estadística se observa en el peso seco con testa con 8,45 g en Amazonas, 7,63 g en Piura y 6,66 g en el Cusco. Los promedios de porcentajes de humedad resultaron estadísticamente iguales entre sí con 68,94% para Amazonas, 71,07% para Piura y 68,57% para el Cusco respectivamente.

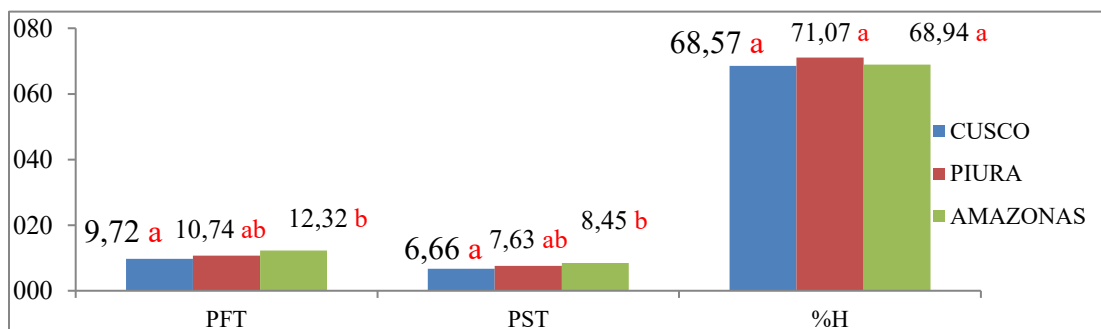


Grafico 4: Prueba de Duncan ($P < 0,05$) para promedios de peso fresco con testa (g), seco con testa (g) y porcentaje de humedad de la testa por departamento

En el gráfico 5, podemos observar que la prueba de Duncan ($P < 0,05$), respecto a la longitud de semilla (cm) detectó diferencias estadísticas significativas, donde en Piura se obtuvo el mayor promedio con 2,63 cm, superando estadísticamente a los promedios obtenidos en Amazonas y el Cusco con 2,42 cm y 2,2 cm de longitud de semilla respectivamente. Los promedios del ancho de la semilla por departamento obtuvieron promedios estadísticamente iguales entre sí, con 1,23 cm, 1,19 cm y 1,21 cm para Cusco, Amazonas y Piura respectivamente. Los mayores promedios de espesor de la semilla fueron obtenidos en el Cusco y Piura con 0,92 cm y 0,91 cm respectivamente, superando estadísticamente al promedio obtenido en Amazonas con 0,69 cm de espesor de la semilla.

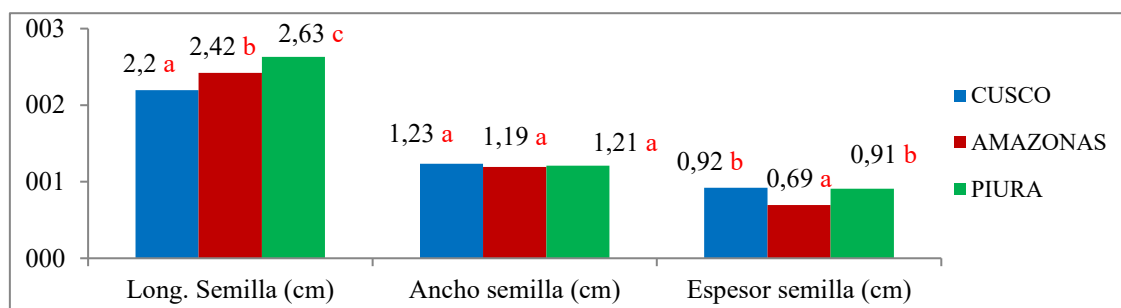


Grafico 5: Prueba de Duncan ($P < 0,05$) para promedios de longitud de semilla, ancho de semilla y espesor de semilla por departamento

3. De los Índices de mazorca y almendra

El mayor promedio de índice de mazorca con 55 se obtuvo en el Cusco, seguido de Piura y Amazonas con 51 y 44 respectivamente. Respecto al índice de almendra., el mayor promedio se obtuvo en Amazonas con 1,69, seguido de Piura con 1,53 y del Cusco con 1,33. Nótese, que a mayor índice de mazorca, menor resultó el índice de almendra y a la inversa.

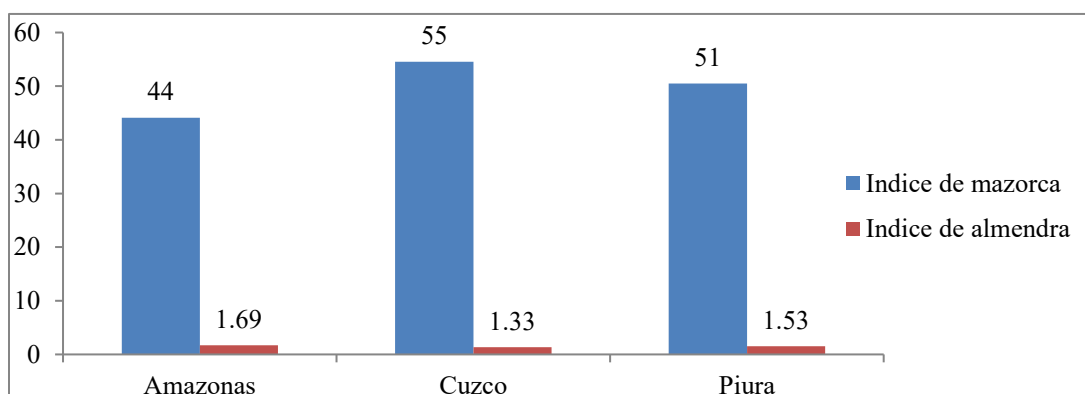


Grafico 6: Promedios de Índice de mazorca e Índice de almendra

4. Color del cotiledón de la almendra (%)

Tabla 1: Características del color de la almendra (%) por departamentos

Color	Amazonas (%)	Cusco (%)	Piura (%)
Blanco	0	0	75,0
Morado	0	13,3	0
Violeta	25,0	46,7	25,0
Violeta oscuro	75,0	40,0	0

Podemos distinguir que los colores violeta oscuro en 75% y violeta en 25% predominaron en el 100% de las muestras de los cotiledones de las almendras en el departamento de Amazonas. En el Cusco, predominaron el color violeta con 46,7%, el violeta oscuro con 40% y el morado en un 13,3%. En Piura, predominó el color blanco del cotiledón de la almendra en 75% y 25% con el color violeta (tabla 1).

5. Forma del cotiledón de la almendra (%)

Tabla 2: Características de la forma del cotiledón de la almendra (%) por departamentos

Forma	Amazonas (%)	Cusco (%)	Piura (%)
Oblonga	0	46,7	50,0
Elíptico	50,0	33,3	12,5
Ovada	50,0	20,0	0
Irregular	0	0	37,5

En base al 100% de la muestra por departamento respecto a la forma del cotiledón, se distingue que en Amazonas predominaron las formas elípticas y ovadas con 50% cada una. En el Cusco, predominaron las formas oblonga, elíptica y ovada con 46,7%, 33,3% y 20% respectivamente. En Piura, predominaron las formas Oblonga, irregular y elíptica con 50%, 37,5% y 12,5% respectivamente (tabla 2).

6. Forma de los frutos (%)

Tabla 3: Características de la forma de los frutos (%) por departamentos

Clave	Característica	Amazonas (%)	Cusco (%)	Piura (%)
1	Oblongo	31,6	30,9	0
2	Elíptico	0	54,5	88,0
3	Abovado	26,3	0	12,0
4	Esférico	42,1	7,3	0
5	Ovlato	0	0	0
6	Ovado	0	7,3	0

En Amazonas, las formas de los frutos estuvieron caracterizadas como esféricos con 42,1%, oblongos con 31,6% y abovados con 26,3%. En el Cusco, predominó la forma elíptica con 54,5% seguido de la forma oblonga con 30,9%, esférica con 7,3% y ovado con 7,3%. En Piura, la forma elíptica predominó con 88%, seguido de la forma abovada con 12% (tabla 3).

7. Forma del ápice del fruto (%)

Tabla 4: Características de la forma del ápice del fruto (%) por departamentos

Clave	Característica	Amazonas (%)	Cusco (%)	Piura (%)
1	Atenuado	26,3	0	0
2	Agudo	0	0	0
3	Obtuso	31,6	18,2	100,0
4	Esférico	10,5	7,3	0
5	Apesonado	31,6	74,5	0
6	Dentado	0	0	0

En el departamento de Amazonas, las formas del ápice del fruto Obtuso, apesonado, atenuado y esférico predominaron con 31,6%, 31,6%, 26,3% y 10,5% respectivamente. En el Cusco, prevalecieron las formas

apesonadas, obtusas y esféricas con 74,5%, 18,2% y 7,3% respectivamente. En Piura, el 100% de las muestras de frutos fueron de la forma obtusa (tabla 4).

8. Rugosidad del fruto (%)

Tabla 5: Características de la rugosidad del fruto (%) por departamentos

Clave	Característica	Amazonas (%)	Cusco (%)	Piura (%)
1	Ausente	26,3	9,1	76,0
3	Ligero	31,6	29,1	24,0
5	Intermedio	31,6	38,2	0
7	Fuerte	10,5	23,6	0

El 26,3% de la muestra de frutos en Amazonas estuvo libre (ausente) de rugosidad, el 31,6% tuvo una rugosidad ligera, e, 31,6% una rugosidad intermedia y el 10,5% una fuerte rugosidad. En el Cusco, 9,1% de la muestra tuvo una rugosidad ausente, 29,1% una rugosidad ligera, 38,2% una rugosidad intermedia y 23,6% una rugosidad fuerte. En Piura, predominó una ausente rugosidad con 76% y 24% con una rugosidad ligera (tabla 5).

9. Constricción basal del fruto (%)

Tabla 6: Características de la rugosidad de los frutos (%) por departamentos

Clave	Característica	Amazonas (%)	Cusco (%)	Piura (%)
1	Ausente	31,6	40,0	16,0
3	Ligero	31,6	47,3	72,0
5	Intermedio	5,3	12,7	12
7	Fuerte	31,6	0	0

La constricción basal del fruto en Amazonas, se caracterizó por una ausencia en 31,6% de la muestra, 31,6% con constricción basal ligera, 5,3% con constricción basal intermedia y 31,6% con constricción basal fuerte. En el Cusco, el 40% con ausencia de constricción basal, 47,3% con constricción basal ligera y 12,7% con constricción basal intermedia, En Piura, el 16% con ausencia de constricción basal, 72% con constricción basal ligera y 12% con constricción basal intermedia.

10. Análisis organoléptico en fruta fresca

Se ha evaluado 80 muestras de cacao a nivel de fruta fresca provenientes de las regiones de San Martín, Huánuco, Amazonas y Cusco, entre los atributos evaluados fueron sabores básicos y sabores específicos, siendo los básicos acidez, dulzura, amargor y sabor, y en los específicos frutal y floral, la muestra fueron evaluados con la participación de productores donde identificaron sus mejores árboles por su calidad sensorial y de mayor rendimiento. Todas las muestras fueron evaluadas en el Flavor Lab de la cooperativa Oro Verde en la ciudad de Lamas. Para la valoración se ha utilizado una escala hedónica con una puntuación entre 0 a 9.

Entre las mejores muestras que presentaron con puntajes superiores a 8.5 fueron 4 muestras de Lamas, y 01 muestra de la región Huánuco teniendo como sabores específicos a eucalipto, chirimoya, banana, guanabana, grandilla, cítricos y frutos rojos.

Tabla 7: los 07 mejores muestras que obtuvieron un puntaje entre 8.5 – 9 puntos.

CODIGO	Descripción de atributos	Sabor	Dulzura	Acidez	Floral	Frutal	Total Puntaje
OV-007	Perfumado, eucalipto	8.67	9.00	8.67	9.00	8.67	8.80
OV-013	Chirimoya, granadilla	9.00	8.67	8.33	8.33	9.00	8.67
OV-014	Frutal, chirimoya, bananas	8.67	8.67	9.00	9.00	8.00	8.67
OV-021	Granadilla, manzanilla, durazno	8.67	8.33	8.33	8.67	8.67	8.53
OV-027	Guanábana, excelente	8.67	9.00	9.00	8.00	8.33	8.60
CMP-101	Granadilla, Guanábana, Plátano	8.67	8.67	8.33	8.00	9.00	8.53
ECP-8	Floral, Guanábana, Jasmín muy dulce	9.00	9.00	8.33	8.33	8.67	8.67

Las muestra con menor puntaje fueron 32, con puntajes que se encuentran en un rango entre 5 a 6.73 puntos y 26 muestra en un rango de 7 a 8 puntos, y 15 muestras con puntajes en un rango entre 8 a 8.5 respectivamente. De estos resultados podemos decir que 49 muestras estan con puntajes superiores a 7 puntos en una escala de evaluación hedónica y se catalogan como cacao de muy buena calidad a excelente según sus bondades y las calidad descritas.

11. Analisis organoleptico en licor de cacao

Todas las muestras evaluadas a nivel de fruta fresta fueron sometidos a la evaluación sensorial en licor de cacao, la finalidad de esta evaluación fue correlacionar la calidad en fruta fresca y licor de cacao para determinar el perfil de sabor, las muestras fueron microfermentados por 7 días, secadas hasta obtener humedad del 7%, luego tostados a una temperatura de 135°C por 20 minutos, luego descascarillados, molidos y conchados por 8 horas a una temperatura de 49°C, las conchadoras que se utilizaron fue cocoa town. Después de moldear se ha enfriado hasta que el licor se solidificó para la preparación de las muestras se ha utilizado el protocolo de fine Cocoa Quality (FCC) y USAID/EQUALEXCHANGE/APPCACAO.

Las muestras fueron evaluados por catadores entrenados y certificados en una escala hedónica de 0 a 9 puntos, entre los atributos evaluados fueron: Fragancia ó aroma, acidez, amargor, astringencia, limpieza, frutal, nuez, sabor, post gusto y balance.

Los resultados muestran que todas las muestras presentaron puntajes superiores en un rango de 60 a 80 puntos en una escala de 0 a 100 puntos. 44 muestras con puntajes entre 60 a 69.99, 23 muestra con puntajes entre 70 a 74.9, 12 muestra con puntajes entre 75 a 79.9 y 1 muestra obtuvo 80 puntos, podemos decir que 36 muestras tienen potencial de fino de aroma que puede ser apreciado por los chocolateros por tener características especiales.

CONCLUSIONES

- En Amazonas los frutos se caracteriza por una mayor profundidad de surcos primarios con un promedio de 0,42 cm, mayor peso del fruto y de las almendras con 681,75g y 154,47g respectivamente, así mismo, con mayor promedio en el número de almendras por fruto y peso seco con testa con 36,37 almendras y 8,45g respectivamente.
- En Piura se identificó los mayores promedios en longitud de la semilla y espesor de la semilla con 2,63 cm y 0,91 cm respectivamente.
- Las hojas en Piura y Cusco alcanzan los mayores promedios en largo y ancho y longitud base hasta el punto más ancho de la hoja.

- A mayor índice de mazorca, menor índice de almendra y a viceversa.
- Los colores violeta y violeta oscuro del cotiledón predominaron en Amazonas y el cusco, el Piura el color blanco.
- La predominancia de la forma del cotiledón de la almendra en Amazonas fueron elíptico y ovada, en el Cusco, oblonga, elíptica y ovada y el Piura las formas oblonga, elíptica e irregular.
- La forma de los frutos predominantes en Amazonas fueron oblongas, abovados y esféricos. En el Cusco, predominó el elíptico y el oblongo y en Piura, el elíptico.
- La forma predominante del ápice del fruto en Amazonas fueron atenuado, obtuso y apesonado, en el Cusco la forma apesonada y en Piura la forma obtusa.
- La rugosidad del fruto predominante en Piura fue ligera (24%), en el Cusco, intermedia (38,2%), ligera (29,1%) y fuerte (23,6%) y en Amazonas, ligero (31,6%), intermedio (31,6%) y fuerte (10,5%).
- La constricción basal del fruto en Piura predominó la constricción ligera (72%), en el Cusco, la ligera (47,3%) y en Amazonas, la ligera (31,6%) y fuerte (31,6%).
- A nivel organoléptico 49 muestras califican como cacao especial por sus características especiales
- A nivel de licor de cacao 36 muestras presentaron puntajes superiores a 70 puntos los le atribuye a ser cacao de especialidad de alto valor.

Agradecimientos

Este proyecto de investigación es financiado a través del Contrato 317-2015 del Programa Nacional de Innovación para la Competitividad y Productividad (Innovate Perú) del Ministerio de la Producción, del cual estamos muy agradecidos. Asimismo, reconocemos sinceramente el apoyo de diversos colaboradores, en Cusco (Ing. Carlos Valer Delgado – Fundo Valer), en Huánuco (Ing. Mendis Paredes Arce - Alborada y Sra. Carmen Beteta Rojas – Alcaldesa de Rondos), en Amazonas (Dra. Sigrun Karst -TAJIMAT e Ing. César Aguirre Camacho - CEPROAA) y a la Cooperativa Oro Verde Ltda en Lamas.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Adriazola, J. (2003) *Producción del Alimento de los Dioses Theobroma cacao L. Monografía*, Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo Maria.
- Afoakwa, E., Paterson, A., Fowler, M. y Ryan, A. (2008) *Flavor formation and character in cocoa and chocolate: a critical review*.
- Agama, J. (2005) *Selección de progenies y plantas elites de cacao Theobroma cacao L., mediante la evaluación de características agronómicas y de resistencia a enfermedades*. Trabajo de grado. Ingeniero agrónomo. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Central del Ecuador. Quito, Ecuador.
- Allen, J. & Lass, A. (1983) *London cocoa trade Amazon project*. Final report, phase 1. Cocoa Growers' Bulletin.
- Aranzazu, F., Martínez, N., Palencia, G., Coronado, R. y Rincón, D. (2009) *Manejo del recurso genético para incrementar la producción y productividad del sistema de cacao en Colombia*. Unión Temporal Cacao de Colombia Uno. FEDECACAO, CORPOICA y Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.
- Bartley, B. , (2000) *An Explanation of the Meaning of the Term and its relationship to the Introductions from Ecuador in 1937*. Ingenic Newsletter
- Braudeau, J. (1981) *El Cacao*. Blume Distribuidora, S.A. México, D.F. – México.
- Cheesman, E. (1944) *Notes on the nomenclature, classification and possible relationships of cacao populations*. Tropical Agriculture (Trinidad).
- Dejean, M. (1984) *Floración del cacao*. Boletín informativo del cacao, San José.

- Efombagn, M., Sounigo, O., Eskes, A., Motamayor, J., Manzanares, M., Schnell, R. y Nyassé, S. (2009) *Parentage analysis and outcrossing patterns in cacao Theobroma cacao L. farms in Cameroon*. In: Heredity
- Engels, J. (1983) *A systemic description of cacao clones I. The discriminative value of quantitative characteristics*. Euphytica.
- Enríquez, G. (1991) *Descripción y evaluación de los recursos genéticos. In Técnicas para el manejo y uso de los recursos genéticos vegetales*. Quito EC. Editorial Porvenir.
- Enriquez, G. y Soria, J. (1968) *The variability of certain bean characteristics of cacao (Theobroma cacao L.)*. Euphytica.
- García, L. (2000) *El Cultivo del Cacao en la Amazonía Peruana*. Presidencia de la Republica. Ministerio de Agricultura, Lima - Perú.
- García, L. (2008). *Estudio de la caracterización del potencial genético del cacao en el Perú*. Proyecto de cooperación UE-Perú en materia de asistencia técnica relativa al comercio –Apoyo al programa estratégico nacional de exportaciones. M & O Consulting S.A.C. Perú.
- Hidalgo, R. (2003) *Variabilidad genética y caracterización de especies vegetales. In Análisis estadístico de datos de caracterización morfológica de recursos filogenéticos*. Boletín técnico no 8, IPGRI Cali, Colombia.
- Internacional Board for Plant Genetic Resources. (1981). *Genetic resources of cocoa Roma*, IT. 25.
- International Plant Genetic Resources Institute. (2000). *Estudios sobre el procedimiento para evaluar y seleccionar germoplasma de cacao*. Montpellier.
- Johnson, E., Bekele, F., Brown, S., Song, Q., Zhang, D., Meinhardt, L. y schnell, R. (2009) *Population structure and genetic diversity of the Trinitario cacao Theobroma cacao L. from Trinidad and Tobago*.
- Morales, O., Borda, A., Argandoña, A.; Farach, R. García, L. y Lazo, K. (2015) *La Alianza Cacao Perú y la cadena productiva del cacao fino de aroma*. Lima.
- Motamayor, J., Risterucci, A., López, P., Ortiz, C., Moreno, A. y Lanaud, C. (2002) *Cacao domestication I: the origin of the cacao cultivated by the Mayas*. In: Heredity.
- Motamayor, J., Lachneaud, P., Da Silva, J., Loo, R., Kuhn, D., Brown, J. y Schnell, R. (2008) *Geographic and genetic population differentiation of the Amazonian chocolate tree (Theobroma cacao L.)*.
- Ostendorf, F. (1965) *Identifying characters for cacao clones crop In Reuniao do Comité Técnico Interamericano do Cacau*, VI Salvador, Bahia, BR
- Phillips, W. y Enríquez, G.A. (1988) *Catálogo de cultivares de cacao*. CATIE, Turrialba, Costa Rica.
- Phillips, W., Coutiño, A., Ortiz, C., López, A., Hernández, J. y Aime, M. (2006) *First report of Moniliophthora roreri causing frosty pod rot Moniliasis disease of cocoa in México*.
- Pinzon, J. y Ardila, J. (2005) *Guía técnica para el cultivo de cacao: origen y reseña histórica del cacao*. Cuarta edición. Bogotá. SAS Industrias gráficas.
- Pound, FJ. (1932) *The genetic constitution of cacao crops I. Pp 9 -29 In Annual report of cacao Research 1931 – 1945*. Imperial College of Tropical Agriculture Trinidad. Trinidad y Tobago.
- Pound, F. (1938) *Cacao and witches broom disease Marasmius perniciosus of South América with notes on other species of Theobroma*. Port of Spain, Trinidad and Tobago.
- Powis, T., Cyphers, A., Gaikwad, N., Grivetti L y Cheong, K. (2011) *Cacao use and the San Lorenzo Olmec*. U.S. A.

- Quiroz, V. (2002) *Caracterización molecular y morfológica de genotipos superiores con características de cacao nacional Theobroma cacao L., de Ecuador*. Tesis Maestría en ciencias. Turrialba, Costa Rica. CATIE.
- Vázquez, A., Molina, F., Nuñez, J. y Salvador, M. (2012) *Potencial de los marcadores moleculares para el rescate de individuos de Theobroma cacao L. de alta calidad*. En: Revista de la Sociedad Mexicana de Biotecnología y Bioingeniería A.C. México.
- Wood, G. (1975) *Cocoa*. Longman Group Limited. Londres. 3ra edición.