



Artículo

Evaluación del grano de cacao (*Theobroma cacao* L.), usando dos fermentadores, provincias Orellana y Sucumbíos, Ecuador

Maritza Carolina Sánchez Capa ¹ , Yadira Beatriz Vargas Tierras ² , Remigio Armando Burbano Cachiguango ³ , Andrés Santiago Calero Cárdenas ³ , César Andrés Ramírez Romero ³ 

¹ Escuela superior Politécnica de Chimborazo, facultad de Ciencias, El Coca EC220001, Ecuador;

² Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental Central de la Amazonía, Programa de Fruticultura, km 3 vía San Carlos. Joya de los Sachas, Ecuador.

³ Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental Central de la Amazonía, Laboratorio de Calidad de Alimentos, km 3 vía San Carlos. Joya de los Sachas, Ecuador

yadira.vargas@iniap.gob.ec (Y.B.V.T); remigio.burbano@iniap.gob.ec (R.A.B.C);
andresant218@hotmail.com (A.S.C.C); cesarramro85@gmail.com (C.A.R.R)

* Correspondencia: maritzac.sanchez@esPOCH.edu.ec

Recibido: 30 marzo 2020; Aceptado: 30 abril 2020; Publicado: 12 mayo 2020

Resumen: El estudio tuvo lugar en las provincias de Orellana y Sucumbíos, En estas provincias el cacao es uno de los rubros agrícolas más importantes, sus derivados pretenden posicionarse como un producto amigable con el medio ambiente por ubicarse en la zona de influencia de la Reserva de Biósfera Yasuní. La finalidad de este trabajo consistió en definir la calidad del cacao Nacional y Trinitario (CCN51) con proceso de fermentación en sacos, método usado a nivel local por los pequeños productores y con el uso de cajas Rohan como una alternativa para el manejo de pequeñas cantidades de la especie. Las características físicas analizadas fueron porcentaje de granos fermentados, índice de semilla, número de almendras en 100 g, porcentaje de testa, pH de cotiledón y pH de testa. Los resultados que mostraron diferencias significativas respecto a la influencia del tipo de fermentación fueron el porcentaje de granos fermentados (cajas Rohan: 79.6%; en sacos: 60.4%), pH de testa (cajas Rohan: 7.02; en sacos: 6.05) y pH de cotiledón (cajas Rohan: 5.61; en sacos: 4.96), mientras que el tipo de cacao produjo diferencias significativas en el índice de semilla (Nacional: 1.34, CCN51: 1.61) y número de almendras en 100g (Nacional: 65.5, CCN51: 80). El porcentaje de granos fermentados con el uso de la caja Rohan alcanzó el rango de la categoría ASSS mientras que la fermentación en sacos el de la categoría ASN. El pH del cotiledón sugiere una buena fermentación en las cajas Rohan mientras que con sacos, la fermentación fue incompleta.

Palabras claves: Ecuador, cacao, fermentación, variedades, Amazonía

Evaluation of the cocoa bean (*Theobroma cacao* L.), using two fermenters, Orellana and Sucumbíos provinces, Ecuador

Abstract: The study took place in the provinces of Orellana and Sucumbíos. In these provinces, cocoa is one of the most important agricultural products, and its derivatives are intended to be positioned as an environmentally friendly product because they are located in the area of influence of the Yasuní Biosphere Reserve. The purpose of this work was to define the quality of the National and Trinitario cocoa (CCN51) with the process of fermentation in sacks, a method used locally by

small producers and with the use of Rohan boxes as an alternative for the management of small quantities of the species. The physical characteristics analyzed were percentage of fermented beans, seed index, number of almonds in 100 g, percentage of testa, cotyledon pH and testa pH. The results that showed significant differences regarding the influence of the type of fermentation were the percentage of fermented beans (Rohan boxes: 79.6%; in bags: 60.4%), testa pH (Rohan boxes: 7.02; in bags: 6.05) and cotyledon pH (Rohan boxes: 5.61; in bags: 4.96), while the type of cocoa produced significant differences in the seed index (National: 1.34, CCN51: 1.61) and number of kernels in 100g (National: 65.5, CCN51: 80). The percentage of beans fermented with the use of the Rohan box reached the range of the ASSS category while the bagged fermentation reached the ASN category. The pH of the cotyledon suggests a good fermentation in the Rohan boxes while with the sacks, the fermentation was incomplete..

Keywords: Ecuador, cocoa, fermentation, varieties, Amazon

1. Introducción

El cacao ecuatoriano es un producto que se encuentra posicionado estratégicamente a escala internacional por ser fino y de aroma [1,2]. Actualmente el cultivo de cacao, es uno de los rubros de mayor importancia para el Ecuador, ocupando el tercer lugar de las exportaciones no petroleras [3]. De acuerdo a los datos de Asociación Nacional de Exportadores de Cacao, el país exportó alrededor de 260 mil toneladas métricas de cacao en grano y derivados, un 10% superior con respecto al 2014, generando un rubro de \$ 812 millones. La clasificación del cacao se realiza de acuerdo a las exigencias de los mercados internacionales. La norma INEN 176:2018-2 establece tres categorías para cacao fino, la primera es Arriba Superior Summer Selecto (A.S.S.S), Arriba Superior Selecto (A.S.S) y Arriba Superior Época (A.S.E); para la primera categoría las 100 almendras deben pesar por encima de 130 g y tener un porcentaje de fermentación superior al 75 %. A escala nacional, los cultivos de cacao se encuentran distribuidos en 16 provincias [4], siendo la principal zona productora de cacao la región costa, encabezada por la provincia del Guayas con 49,233 toneladas métricas por año, abarcando el 28 % de la producción nacional, seguida por la Sierra y Amazonía [5,6].

Tradicionalmente la diversidad genética a menudo se considera un recurso para la mejora futura de los cultivos. La agricultura depende de la biodiversidad a través de polinizadores, aves, plagas de insectos, control de enfermedades y plantas cultivadas y parientes silvestres [7,8]. Numerosas especies en el suelo están directamente involucradas en los procesos del ecosistema y los servicios ecológicos que contribuyen a mantener la agricultura [9-12]. La biodiversidad del suelo está determinada por múltiples factores: vegetación, propiedades físicas y químicas del suelo., clima y las interacciones entre los organismos del suelo [7,13,14]. Los enfoques de agroecosistemas se esfuerzan por integrar las unidades de producción agrícola y alimentaria en el dominio ambiental más amplio, que reconoce y preserva el papel de la fauna y flora nativas en sus hábitats naturales [15-17]. Los posibles impactos del cambio climático y la variabilidad climática en la biodiversidad deben caracterizarse más plenamente, ya que los ecosistemas agrícolas y naturales se verán afectados [16,18,19].

En la Amazonía ecuatoriana existen alrededor de 41,815 hectáreas plantadas de cacao, con una producción de 11,229 toneladas por hectárea, las provincias con mayor superficie sembrada de cacao en la región son Sucumbíos, Napo y Orellana (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos [INEN], 2016). Sin embargo en la región la calidad del cacao se ve afectada por el deficiente manejo poscosecha, dado que no existe un registro en el sector que indique la forma correcta de fermentación de la almendra, en cambio, en la costa los procesos de fermentación se realizan en sacos de yute, cajas de madera y amontonando la almendra [3,20].

La aplicación de una poscosecha adecuada, proporciona un buen proceso de fermentación del grano, ya que se producen una serie de transformaciones bioquímicas que dan origen a los precursores de aroma y sabor típicos de un cacao fino y de aroma [3,21-23]. Estos cambios en la almendra nos permiten caracterizar los diferentes tipos de cacao existentes en la región y en el país [24]. Durante la fermentación las células pigmentarias que contienen los polifenoles del tipo antocianinas se liberan por el exudado cambiando de color la almendra, de morado a marrón [4,25];

la epicatequina y catequina se oxidan a quinonas y ocurre la condensación de las proteínas y polifenoles, disminuyendo la astringencia [6,19]. Mientras que en los alcaloides constituidos por teobromina y cafeína no se ha visto transformación alguna, pero pierden el 20 % de la teobromina, lo que ocasiona la disminución del amargo [26,27].

La sinergia entre estos alcaloides y las dicetopiperazinas son los responsables del sabor amargo del cacao [25,28]. Todos estos compuestos afectados durante la fermentación además de la acidez volátil (ácido acético) [3,26] y la fracción volátil son indicadores de la calidad organoléptica del cacao, dando como resultado notas florales y frutales [26,28]. Sin embargo, la carencia o insuficiente fermentación de la almendra impacta negativamente en el contenido y concentración de la fracción volátil, el perfil sensorial y características físicas [3,29]. Por esta razón, el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de dos fermentadores sobre las características físicas del grano de cacao (*Theobroma cacao*) en la Amazonía ecuatoriana.

2. Materiales y métodos

2.1 Área de estudio

La investigación se realizó en la región norte de la Amazonía ecuatoriana, en las provincias de Sucumbios y Orellana. La temperatura promedio fue de 23 °C, la pluviosidad 3.500 mm anuales, con una humedad relativa de 89 % [4,6]. En la localidad se seleccionaron 20 fincas, con parcelas de cacao (*Theobroma cacao* L.), pertenecientes al proyecto “Aporte a la construcción del desarrollo agroforestal sostenible en la Amazonía ecuatoriana (AFAM)”, desarrollado por el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (Catie) y el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (Iniap). Las fincas seleccionadas tenían al menos un tipo de cacao, Nacional (materiales propios del productor) o Trinitario (CCN51), de entre 5 a 10 años de edad y como mínimo dos hectáreas del cultivo en producción, además el interés de los productores en participar en el estudio. En la Figura 1 se indica la localización de las fincas del estudio.

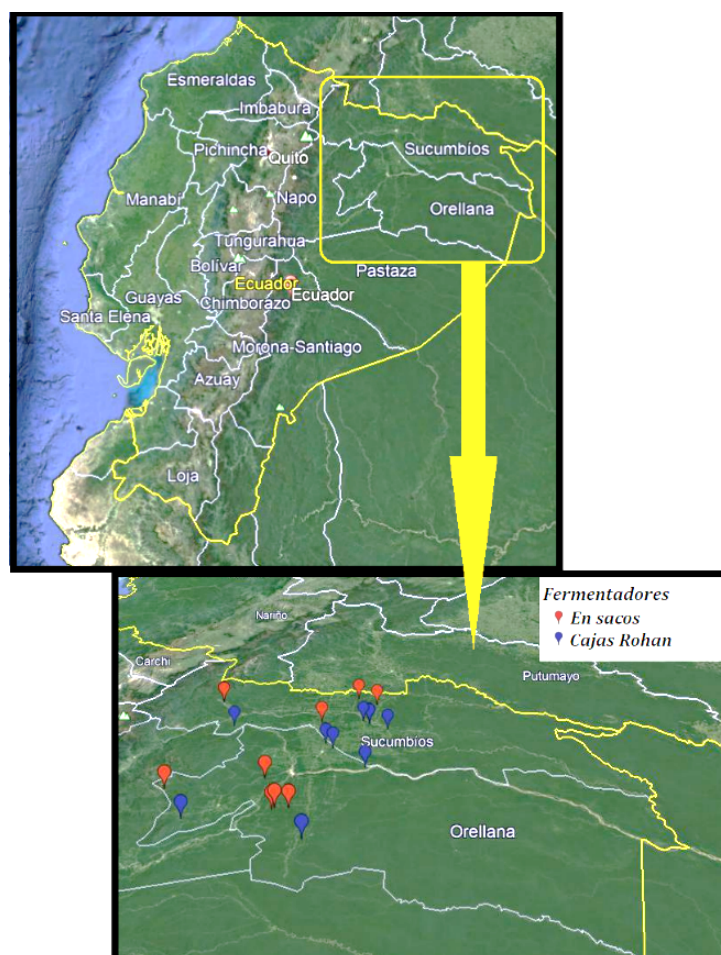


Figura 1. Localización de las fincas del estudio, con distinción del fermentador usado

Manejo del experimento

En los meses de octubre y noviembre el equipo investigador dispuso dos parcelas principales, cada una constituida por 10 fincas, la primera con producción de cacao trinitario (CCN51) y la segunda con producción de cacao Nacional. Las parcelas principales se dividieron en dos subparcelas de 5 fincas. De cada unidad de la subparcela se realizó una recolecta de tres muestras de 45 kg de cacao en baba que se fermentaron y secaron para obtener independientemente 1 kg de cacao seco al 7% de humedad, que se analizó por duplicado en el laboratorio de Alimentos del Iniap – Estación Experimental Central de la Amazonía

Fermentación en sacos

La fermentación en sacos se realizó de acuerdo al procedimiento que usaban los productores de las fincas en estudio, mismo que consistió en colocar una masa de cacao de 45 kg en sacos de polipropileno con una cubierta de hojas de plátano, durante 3 días, con remoción a las 24 y 48 horas.



Figura 2. Fermentación de cacao en sacos

Fermentación en cajas Rohan

La fermentación en cajas Rohan se realizó por 5 días, con una masa de cacao de 45 kg, con remociones a las 24 y 48 horas. Las cajas Rohan que se utilizaron fueron de madera de Laurel con una dimensión de 100x100x15 cm (largo x ancho x altura) con compartimentos cuadrados de 15x15x15 cm (largo x ancho x altura) y una base plana con rendijas de 0,5 cm para permitir el escurrimiento del mucilago.



Figura 3. Caja Rohan para fermentación de cacao

Variables en estudio

El diseño experimental que se aplicó fue parcelas divididas, las parcelas principales estuvieron formadas por 2 variedades de cacao y las subparcelas las constituyeron los 2 fermentadores, se realizaron 5 repeticiones. Las variables fueron: porcentaje de granos fermentados (%), índice de semilla, número de almendras en 100 g (unidades), porcentaje de testa (%), pH de cotiledón y pH de testa. Estas se analizaron en las tres muestras de cacao en baba que se obtuvieron de cada unidad experimental.

Parámetros físicos

El porcentaje de granos fermentados, índice de semilla, número de almendras en 100g y porcentaje de cascarilla o testa se analizó una metodología conocida en el medio [5], mientras que el pH de testa y cotiledones se determinó según el método usado por el equipo. Para el análisis de porcentaje de humedad del cacao seco fue el equipo medidor de humedad para granos de cacao

marca KPM, Modelo Aqua-Boy KM, para el porcentaje de granos fermentados una guillotina Magra 12, modelo Teserba, B-Matthaei, para el índice de semilla, peso de testa, peso de cotiledón una balanza analítica Citizen, modelo CX 220 y para la determinación del pH de testa y del cotiledón un potenciómetro marca Boeco, modelo PT-380.

Análisis estadístico Los resultados se obtuvieron mediante estadística descriptiva, pruebas de normalidad, y análisis de varianza. La diferencias entre tratamientos fueron estimadas con la prueba de Tukey, con un nivel de significancia del 0,05 en el software estadístico InfoStat versión 2018

3. Resultados y discusión

Los resultados del análisis de varianza (tabla 1) que se obtuvieron en la caracterización física de dos variedades de cacao, registrados al final del proceso de fermentación en sacos y en cajas Rohan. Las pruebas de normalidad justifican la utilización de estadística paramétrica.

Tabla 1. Características físicas de dos variedades de cacao al final de la fermentación usando dos fermentadores.

Variedad y fermentadores	Porcentaje de granos fermentados†	Índice de semilla (g)†	N° de almendras en 100g	Porcentaje de testa	pH testa	pH cotiledon
Variedades						
Nacional	70.8a	1.34b	80.95a	12a	6.53a	5.10a
CCN51	69.2a	1.61a	65.50b	11.9a	6.53a	5.46a
E.E	2.6	0.04	3.1	0,3	0.11	0.16
Fermentadores						
Sacos	60.40b	1.48a	70.35a	10.8b	6.05b	4.96b
Caja Rohan	79.6a	1.47a	76.1a	13.10a	7.02a	5.61a
E.E	4.77	0.08	3.56	0.46	0.16	0.18
CV (%)	21.54	16.14	15.36	12.05	7.61	10.96
† Medias seguidas por la misma letra no presentan diferencias estadísticas (Tukey, $p > 0.05$).						

Porcentaje de granos fermentados

El porcentaje de granos fermentados según el análisis de varianza no presentó diferencias significativas entre el cacao Nacional y Trinitario. Los porcentajes alcanzados superaron el 53 % y 55%, mínimo solicitado por la norma NTE INEN 176 para el cacao Tipo Nacional y Trinitario respectivamente.

En el Cuadro 1 se puede observar que los resultados del porcentaje de granos fermentados, muestran diferencias significativas entre los métodos de fermentación que se utilizaron, siendo la fermentación en cajas Rohan una mejor alternativa respecto a la fermentación en sacos debido a que este fermentador es apto para volúmenes pequeños de masa fresca de cacao y a su vez los 5 días de fermentación empleados coinciden con el tiempo sugerido por para los cacaos Forasteros con herencia de Criollo.

La fermentación en sacos es uno de los métodos usados por los pequeños productores para beneficiar el cacao en las provincias de Orellana y Sucumbios, al igual que en la provincia de Esmeraldas y zonas cacaoteras de otros países como Venezuela, sin embargo, la fermentación realizada por los productores en finca suele resultar poco eficiente debido a que no se controlan los diferentes factores influyentes como tipo el volumen de la masa y volteo de los granos. Además, de acuerdo con lo reportado por con la fermentación en sacos se ha encontrado un menor porcentaje de fermentación con respecto a los cajones o gavetas y esto fue atribuido a que el saco no reúne las condiciones adecuadas para la aireación y el drenaje.

Índice de semilla

Características físicas como índice de semilla, peso de 100g de cacao y porcentaje de testa son determinantes puesto que permiten inferir rendimientos en la industria chocolatera y además la calidad en los procesos de transformación de la materia prima. El índice de semilla no presentó diferencias significativas de acuerdo con las fermentaciones que se realizaron, pero si entre variedad de cacao. Los índices de semilla que se obtuvieron en los cacaos analizados de las provincias de Orellana y Sucumbios superaron los valores referenciales de la norma NTE INEN 176 tanto para cacao Fino como para el CCN51. El índice de semilla del cacao CCN51, 1.61, como el índice cacao Nacional, 1.34, coincidieron con los resultados obtenidos en otros estudios [6,26] para el CCN-51, 1.4 y para los clones de cacao tipo Nacional EET-575 y EET-576 promedios entre 1.2 y 1.3 y con lo reportado en otros estudios [22,25,30] demostrando un grano promedio de CCN51 de 1.6g.

El índice de semilla del cacao en estudio es superior a lo que de acuerdo con garantiza un buen índice de mazorca. El coeficiente de varianza de esta variable es 16.14, lo que sugiere uniformidad en el tamaño del grano, atributo importante para la industria procesadora de cacao puesto que a mayor tamaño y uniformidad del grano el rendimiento es mayor, al igual que la calidad del tostado

Número de almendras en 100g

El número de almendras en 100 g es inversamente proporcional al índice de semillas por lo que también presentó diferencias significativas entre el tipo de cacao, siendo el cacao Nacional el que tiene mayor número de almendras en 100g, resultado análogo al de que indican que en 100g de muestra, el número de almendras fue 78 para el cacao Forastero, mientras que para el cacao Trinitario reporta 66 almendras por 100g, considerando que el cacao Nacional tiene ascendencia de Forastero mientras que el CCN51 de cacao Trinitario.

El número de almendras para el cacao Nacional fue de 80.95, mientras que para el CCN51 fue 65.50, datos que difieren con lo reportado en otros estudios [3,31], quienes realizaron la cosecha en los meses de febrero-julio e indican resultados para el cacao Trinitario de 46.35 y para el cacao Nacional de 40.62. El peso promedio de la almendra disminuye en verano, puesto que depende de la adaptación de la genética y el medio ambiente, encontrándose rangos entre 20 hasta 60 almendras por mazorca [5,25].

Porcentaje de testa

El porcentaje de testa no presentó diferencias significativas respecto al tipo de cacao, al igual que el estudio de en donde se indica que la diversidad genética no es un factor influyente en la cantidad de cascarilla. Además, los valores que se obtuvieron para cacao Nacional y CCN51 coinciden con la referencia dada por que es de 11-12 % del peso total del grano, quienes a su vez indican que este porcentaje varía según el tipo de cacao y prácticas poscosecha, lo que concuerda con la diferencia significativa entre los tipos de fermentadores de este estudio.

La cantidad de testa o cascarilla está inversamente relacionado con el tamaño de grano, premisa que se confirma en este estudio. El porcentaje de testa al ser un índice importante para el cálculo de rendimiento en la planta de procesamiento es relevante compararlo con las características del cacao de la región, por lo que se demuestra que el valor obtenido para CCN51 11.9 % es similar al de otros estudios [4,32] arrojando valores entre 11-12 % para la misma variedad.

pH de testa

El pH de la testa que se obtuvo para cacao Nacional y Trinitario fue 6.53, valor similar a lo que obtuvo [17,32] para cacao Nacional (EET-103) 6,1 y CCN51 6.87, sin embargo este autor hace referencia a una gran variabilidad de datos obtenidos por diferentes autores pero coincide con [22,32] en manifestar que el pH de testa está sujeto a la variabilidad genética y métodos de fermentación, lo que explica la diferencia significativa que existió entre las fermentaciones realizadas (sacos 6.05 y caja Rohan 7.02), además monitorear parámetros como pH y temperatura permite tener mayor control en la fermentación [14,17].

pH de cotiledón

La industria chocolatera considera al pH un parámetro crítico en la calidad de cacao [4,33] debido a que un alto nivel de acidez suele ser asociado con un pH de 5 o menor y en cacaos con

una buena fermentación la percepción del sabor ácido es muy baja, sin embargo, es necesario indicar que el pH de cacao mayor a 5 no garantiza el buen sabor del chocolate [4,28].

Como se indica en la Tabla 1, el pH del cotiledón no presentó diferencias entre las variedades de cacao, al igual que lo reportado en otros estudios, que realizaron un análisis entre cacao criollo, trinitario y forastero cuyos valores fluctuaron entre 4.6 y 5.1. Sin embargo, los resultados indican que el tipo de fermentador influye significativamente en el pH del cotiledón (Sacos 4.96; caja Rohan 5.61), resultados similares a los que obtuvo, quienes muestran la misma tendencia en este parámetro, es decir un valor de pH menor con la fermentación en sacos que con la fermentación en cajas de madera. Además, los valores de pH que se obtuvieron en las cajas Rohan son similares con lo reportado por en otros estudios [3,29,31], quien fermentó en cajas de plástico y madera y obtuvo valores comprendidos entre 5.37 y 5.59 respectivamente.

4. Conclusiones

El porcentaje de granos fermentados de acuerdo a la prueba de corte para el cacao Nacional y Trinitario en condiciones climáticas de la provincia de Orellana y Sucumbíos fue mejor al utilizar la caja Rohan por un tiempo de 5 días, en comparación con sacos en tiempo de 3 días.

De acuerdo al porcentaje de granos fermentados y según la norma NTE INEN176:2018-2 el cacao fermentado en cajas Rohan cumple con el requerimiento de la categoría ASSS mientras que el cacao fermentado en sacos cumple con el requerimiento de la categoría ASN.

El pH del cotiledón que se obtuvo con el uso de cajas Rohan sugiere una buena fermentación, superando el valor de 5, mientras que la fermentación en sacos tuvo un pH inferior a 5 indica una fermentación incompleta. Las características físicas del cacao de acuerdo con el análisis estadístico de varianza no mostraron diferencias significativas en la interacción tipo de fermentador y tipo de cacao. De acuerdo con el parámetro peso de 100 granos de la norma NTE INEN176: 2018-2, el cacao Trinitario (CCN51) cumple el requerimiento de la categoría CSS mientras que el cacao Nacional, se categoriza como ASSS.

Agradecimiento: Un agradecimiento profundo al Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIAP) y a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Contribución de autores: Idea, trabajo de campo, tabulación (Y.B.V.T) & (C.A.R.R); Financiamiento, trabajo de campo, redacción (R.A.B.C) & (A.S.C.C); Revisión, redacción, idea, metodología (M.C.S.C).

Financiamiento: Los autores financiaron a integridad el estudio.

Referencias

1. Schwan, R.F.; Wheals, A.E. The microbiology of cocoa fermentation and its role in chocolate quality. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* **2004**, *44*, 205-221.
2. Hillel, D.; Rosenzweig, C.B.T.-A. in A. The Role of Biodiversity in Agronomy. In; Academic Press, 2005; Vol. 88, pp. 1-34 ISBN 0065-2113.
3. Fernández, R.D.R.; Gallo, F.W.M.; Cedeño, Á.M.G.; Galeas, M.M.P.; Quinteros, H.N.M.; Ferrín, L.M.C.; Álvarez, A.E.B.; Morante, P.E.N. Efecto del tipo y tiempo de fermentación en la calidad física y química del cacao (*Theobroma cacao* L.) tipo nacional. *Rev. Cienc. y Tecnol.* **2012**, *5*, 7-12.
4. Suwastika, I.N.; Muslimin; Rifka; Aisyah, N.; Rahmansyah; Mutmainah; Ishizaki, Y.; Basri, Z.; Shiina, T. Genotyping Based on SSR Marker on Local Cacao (*Theobroma Cacao* L.) from Central Sulawesi. *Procedia Environ. Sci.* **2015**, *28*, 88-91.
5. Sánchez Campuzano, V.A. Caracterización organoléptica del cacao (*Theobroma cacao* L.), para la selección de perfiles de sabor de interés comercial. **2007**.
6. Barrientos, L.D.P.; Oquendo, J.D.T.; Garzón, M.A.G.; Álvarez, O.L.M. Effect of the solar drying process on the sensory and chemical quality of cocoa (*Theobroma cacao* L.) cultivated in Antioquia, Colombia. *Food Res. Int.* **2019**, *115*, 259-267.
7. Mestanza-Ramon, C.; Cunalata-García, Á.E.; Jiménez-Gutiérrez, M.Y.; Chacha-Bolaños, A.N. Disposición

- a pagar por el ingreso a zonas de uso público en el Parque Turístico "Nueva Loja", Sucumbíos-Ecuador. *Polo del Conoc.* **2019**, 4, 67-82.
8. Ramon, C.M.; García, Á.E.C.; Gutiérrez, M.Y.J.; Bolaños, A.N.C. Disposición a pagar por el ingreso a zonas de uso público en el Parque Turístico "Nueva Loja", Sucumbíos-Ecuador. *Polo del Conoc. Rev. científico-profesional* **2019**, 4, 67-82.
 9. Mestanza, C.; Saavedra, H.F.; Gaibor, I.D.; Zaquinaula, M.A.; Váscos, R.L.; Pacheco, O.M. Conflict and Impacts Generated by the Filming of Discovery Channel's Reality Series "Naked and Afraid" in the Amazon: A Special Case in the Cuyabeno Wildlife Reserve, Ecuador. *Sustainability* **2019**, 11, 50.
 10. Baćmaga, M.; Wyszowska, J.; Kucharski, J. Response of soil microorganisms and enzymes to the foliar application of Helicur 250 EW fungicide on *Hordeum vulgare* L. *Chemosphere* **2020**, 242, 125163.
 11. Mestanza, C.; Botero, C.M.; Anfuso, G.; Chica-Ruiz, J.A.; Pranzini, E.; Mooser, A. Beach litter in Ecuador and the Galapagos islands: A baseline to enhance environmental conservation and sustainable beach tourism. *Mar. Pollut. Bull.* **2019**, 140, 573-578.
 12. Ramón, C.M.; Capa, M.C.S.; Gutiérrez, M.J. Capacidad de Carga turística una herramienta para la gestión sostenible en áreas protegidas. *Tierra Infín.* **2019**, 5, 6-22.
 13. Mestanza-Ramón, C.; Sanchez Capa, M.; Figueroa Saavedra, H.; Rojas Paredes, J. Integrated Coastal Zone Management in Continental Ecuador and Galapagos Islands: Challenges and Opportunities in a Changing Tourism and Economic Context. *Sustain.* **2019**, 11.
 14. Bartley, B.G.D. Yield variation in the early productive years in trials with cacao (*Theobroma cacao* L.). *Euphytica* **1970**, 19, 199-206.
 15. Mestanza, C.; Piccardi, M.; Pranzini, E. Coastal erosion management at Callao (Peru) in the 17th and 18th centuries: The first groin field in South America? *Water (Switzerland)* **2018**, 10.
 16. Mestanza-Ramón, C.; Anfuso, G.; Chica-Ruiz, J.A.; Mooser, A.; Botero, C.; Pranzini, E. Sea, Sun and Sand "3S" Tourism in Continental Ecuador and the Galapagos Islands: An Integrated Coastal Zone Management (ICZM) Perspective. *Water (Switzerland)* **2020**.
 17. Oyeleke, S.A.; Ajayi, A.M.; Umukoro, S.; Aderibigbe, A.O.; Ademowo, O.G. Anti-inflammatory activity of *Theobroma cacao* L. stem bark ethanol extract and its fractions in experimental models. *J. Ethnopharmacol.* **2018**, 222, 239-248.
 18. Mestanza-Ramón, C.; Pranzini, E.; Anfuso, G.; Botero, M.C.; Chica-Ruiz, A.J.; Mooser, A. An Attempt to Characterize the "3S" (Sea, Sun, and Sand) Parameters: Application to the Galapagos Islands and Continental Ecuadorian Beaches. *Sustain.* **2020**, 12.
 19. Ding, P. Tropical Fruits. In: Thomas, B., Murray, B.G., Murphy, D.J.B.T.-E. of A.P.S. (Second E., Eds.; Academic Press: Oxford, 2017; pp. 431-434 ISBN 978-0-12-394808-3.
 20. Jiménez Barragán, J.C.; Amores Puyutaxi, F.M.; Nicklin, C.; Rodríguez, D.; Zambrano Flores, F.G.; Bolaños, M.; Reynel, V.; Dueñas, A.; Cedeño, P. Micro fermentación y análisis sensorial para la selección de árboles superiores de cacao. **2011**.
 21. Villareal, H.M.; Álvarez, M.; Córdoba-Córdoba, S.; Escobar, F.; Fagua, G.; Gast, F.; Mendoza-Cifuentes, H.; Ospina, M.; Umaña, A.M. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. **2004**.
 22. Assemat, S.; Lachenaud, P.; Ribeyre, F.; Davrieux, F.; Pradon, J.-L.; Cros, E. Bean quality traits and sensory evaluation of wild Guianan cocoa populations (*Theobroma cacao* L.). *Genet. Resour. Crop Evol.* **2006**, 53, 1303.
 23. Cuesta, F.; Peralvo, M.; Merino-Viteri, A.; Bustamante, M.; Baquero, F.; Freile, J.F.; Muriel, P.; Torres-Carvajal, O. Priority areas for biodiversity conservation in mainland Ecuador. *Neotrop. Biodivers.* **2017**, 3, 93-106.
 24. Palomeque Beltrón, M.H. Sustentabilidad en sistemas agrícolas de limón, cacao, y bambú en Portoviejo-Ecuador. **2016**.
 25. Escobar, R. Comportamiento de seis clones de "cacao" (*Theobroma cacao* L.) en Guasaganda, provincia de Cotopaxi, Ecuador. **2008**.
 26. Chavez, E.S.; Puyutaxi, F.A.; Barragan, J.J.; Nicklin, C.; Miranda, S.B. Comparación sensorial del cacao (*Theobroma cacao* L.) Nacional fino de aroma cultivado en diferentes zonas del Ecuador. *Rev. Cienc. y Tecnol.* **2015**, 8, 37-47.
 27. Rosa, I.M.D.; Purvis, A.; Alkemade, R.; Chaplin-Kramer, R.; Ferrier, S.; Guerra, C.A.; Hurr, G.; Kim, H.; Leadley, P.; Martins, I.S.; et al. Challenges in producing policy-relevant global scenarios of biodiversity and ecosystem services. *Glob. Ecol. Conserv.* **2020**, 22, e00886.
 28. Loo, R.G.; Risterucci, A.-M.; Courtois, B.; Fouet, O.; Jeanneau, M.; Rosenquist, E.; Amores, F.; Vasco, A.; Medina, M.; Lanaud, C. Tracing the native ancestors of the modern *Theobroma cacao* L. population in Ecuador. *Tree Genet. Genomes* **2009**, 5, 421-433.
 29. Lerceteau, E.; Flipo, S.; Quiroz, J.; Soria, J.; Pétiard, V.; Crouzilat, D. Genetic differentiation among

- Ecuadorian *Theobroma cacao* L. accessions using DNA and morphological analyses. *Euphytica* **1997**, 95, 77-87.
30. Whitkus, R.; de la Cruz, M.; Mota-Bravo, L.; Gómez-Pompa, A. Genetic diversity and relationships of cacao (*Theobroma cacao* L.) in southern Mexico. *Theor. Appl. Genet.* **1998**, 96, 621-627.
 31. Hipólito-Romero, E.; Carcaño-Montiel, M.G.; Ramos-Prado, J.M.; Vázquez-Cabañas, E.A.; López-Reyes, L.; Ricaño-Rodríguez, J. Efecto de inoculantes bacterianos edáficos mixtos en el desarrollo temprano de cultivares mejorados de cacao (*Theobroma cacao* L.) en un sistema agroforestal tradicional del norte de Oaxaca, México. *Rev. Argent. Microbiol.* **2017**, 49, 356-365.
 32. Falque, M. Pod and seed development and phenotype of the M1 plants after pollination and fertilization with irradiated pollen in cacao (*Theobroma cacao* L.). *Euphytica* **1994**, 75, 19-25.
 33. Nyadanu, D.; Lowor, S.T.; Akrofi, A.Y.; Adomako, B.; Dzahini-Obiatey, H.; Akromah, R.; Awuah, R.T.; Kwoseh, C.; Adu-Amoah, R.; Kwarteng, A.O. Mode of Inheritance and Combining ability studies on Epicuticular wax Production in Resistance to Black pod disease in Cacao (*Theobroma cacao* L.). *Sci. Hortic. (Amsterdam)*. **2019**, 243, 34-40.

Reseña de los autores:

Maritza Carolina Sánchez Capa

Ingeniera Agroindustrial, Master en Agroingeniería, Docente en las carreras de Zootecnia y Agronomía en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Sede Orellana. Experiencia en BMP's y análisis de alimentos. .



Yadira Beatriz Vargas Tierras

Ingeniera Agrónoma, Master en Diseño y evaluación de proyectos, Responsable del Programa de Fruticultura en INIAP-Estación Experimental Central de la Amazonía, líneas de investigación: mejoramiento genético y manejo de recursos naturales en frutales amazónicos.



Remigio Armando Burbano Cachiguango

Ingeniero Agroindustrial, Responsable del Laboratorio de Alimentos en INIAP-Estación Experimental Central de la Amazonía. Experiencia en análisis bromatológico y mineral de alimentos.



Andrés Santiago Calero Cárdenas

Ingeniero Agroindustrial, Responsable de laboratorios en la Universidad regional IKIAM. Experiencia en instalación y calibración de equipos de espectroscopia UV-Vis, absorción atómica y análisis bromatológicos.

