

Estación Experimental Central de la Amazonía

Vía Sacha-San Carlos 3 Km de la Parker

Teléfono: 067300000

central.amazonia@iniap.gob.ec

INFORME ANUAL 2021



San Carlos, 28 de diciembre de 2021

PROGRAMA O SERVICIO: Laboratorio de Calidad de Alimentos

DIRECTOR DE LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL: Ing. Carlos Caicedo, MSc

RESPONSABLE: Ing. Armando Burbano, MSc

EQUIPO TÉCNICO MULTIDISCIPLINARIO:

Ing. Yadira Vargas (FRUTICULTURA)
Ing. Nelly Paredes (DENAREF)
Ing. Javier Chuquimarca (GRANJA DOMONO)
Ing. Julio Macas (GRANJA PALORA)
Ing. Cristina Subía (Programa de café y cacao)
Ing. Leider Tinoco (SAF)
Sra. Lenny Valverde (LAB. ALIMENTOS)

PROYECTO: CAMBIO DE LA MATRIZ PRODUCTIVA/GASTO CORRIENTE.

SOCIOS ESTRATÉGICOS PARA INVESTIGACIÓN: Programas y/o departamentos de la EECA tales como el SAF, fruticultura, DENAREF y café y cacao.

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH)
Ministerio de Agricultura, Ganadería (MAG)

PUBLICACIONES:

Hitos/Actividades por proyecto ejecutadas por el programa o departamento:

1. Caracterización morfológica y potencial agroindustrial de 13 accesiones de Papa aérea (*Dioscorea bulbifera*) de la Amazonía ecuatoriana

Responsable: Ing. Armando Burbano Cachiguango, MSc

Colaboradores: Sra. Lenny Valverde, Ing. Nelly Paredes, MSc

Es un género de amplia distribución y dentro de él se encuentran especies cultivadas y silvestres; este cultivo tiene una amplia gama de usos entre los que se puede mencionar, alimentos básicos (consumo fresco y en forma procesada), alimento para animales, y como materia prima para fines industriales, por lo tanto, se constituye en una fuente cada vez más importante tanto de alimento como de ingresos para la creciente población de países en desarrollo (Jiménez, Aurealuz y Martínez, 2014).

En este sentido, actualmente los estudios relacionados con el valor nutricional de plantas cultivadas poco utilizadas, y de plantas silvestres, que resulten útiles para la alimentación son de considerable significación, ya que pueden ayudar a identificar recursos genéticos con potencialidades nutritivas poco conocidas (Blanco, Tovar, y Fernández 2004). El potencial agroindustrial de un producto está dado por sus características nutricionales, propiedades físico-químicas, características de procesamiento, capacidad de conservación, aceptación del consumidor, etc, por lo que evaluar cada aspecto resulta fundamental para estimar su promoción como especie

prioritaria. Además, la tendencia de consumo promueve la sostenibilidad alimentaria, conservación del ambiente y biodiversidad, alimentación a base de productos frescos, consumo de carbohidratos complejos ricos en fibra, en donde los cultivos amazónicos podrían protagonizar los nuevos escenarios (Villacrés, Peralta, Egas y Mazón, 2011).

Por esta razón para generar conocimiento es necesario realizar la caracterización del germoplasma, para producir nuevos cultivares para el beneficio de las actividades productivas, las colecciones deben proveer a los fitomejoradores variantes genéticas que permita responder a los nuevos desafíos planteados por los sistemas agroindustriales productivos siendo para esto imprescindible conocer las características del germoplasma conservado (Berretta, Albin, Díaz, y, Gómez, 2010; FAO, 1997).

1.1. Objetivos

- Caracterizar Bromatológicamente 13 accesiones de *Dioscorea* spp.
- Determinar la calidad física, funcional y organoléptica de las 13 accesiones de (*Dioscorea bulbifera*) para su uso agroindustrial.

1.2. Metodología

1.3. Caracterización Bromatológica

Se determinará el contenido de humedad, ceniza, proteína, extracto etéreo, fibra y carbohidratos de las 13 accesiones de papa aérea, siguiendo las especificaciones del manual de procedimientos operativos del Departamento de Calidad de Alimentos-EECA, cuya metodología se basa en (Harris, 1970).

1.4. Estimación de vida útil en percha a temperatura ambiente

Cada una de las accesiones de papa se almacenará a condiciones ambientales simulando las características en percha. Durante 28 días, en periodos de 7 días se escogerá 3 unidades y se medirá: la textura, color, y además se realizará un análisis sensorial de aceptación y se llevará un registro fotográfico de deterioro.

1.5. Análisis Sensorial

La caracterización sensorial se realizará con un panel sin entrenamiento de 25 personas, al producto fresco cocido sin aditivos. Para la evaluación se utilizará una prueba escalar hedónica representada por cuatro criterios (No me gusta, Me gusta poco, Me gusta y Me gusta mucho), que se relacionará con la variable sabor. Se le solicitará a cada panelista que marque en la casilla correspondiente de acuerdo a los criterios antes mencionados y que describa facultativamente las observaciones (Espinosa, 2007), de esta manera se medirá la aceptación o rechazo de las 13 accesiones de papa aérea evaluadas por parte de jueces consumidores. La muestra requerida para esta caracterización es de 300 gramos de producto fresco.

1.6. Resultados

Los análisis de laboratorio han concluido, para el próximo año se va a realizar una nueva evaluación para tener una base de datos sólida con datos concluyentes sobre el potencial agroindustrial para escritura de un manuscrito. A continuación, se muestran resultados parciales de su contenido nutricional.

Las 11 accesiones muestran contenidos de proteína entre 8,03% y 4,37%, resultados superiores a los reportados por Holguín y Mercado (2011) quienes publicaron contenidos de proteína alrededor del 2,53% en una *Dioscorea cayenensis*, Ñame amarillo. Con respecto a materia seca se observar que contiene entre 26,11% y 32,16%, lo cual resulta ser superior con respecto a la papa tradicional, la cual se encuentra alrededor del 20% (FAO, 2008).

Con respecto al contenido de cenizas, los resultados muestran valores entre 3,61% a 4,89% en las 11 accesiones estudiadas. Al comparar con la papa tradicional, Suárez et al. (2004) obtuvieron valores alrededor del 1,20%. Lo analizado en este fruto, de forma preliminar, se puede decir que la papa aérea le sobrepasa nutricionalmente a la papa convencional, lo que resulta beneficioso tanto en rendimiento como nutritivamente para elaborar productos con valor agregado nutricionalmente sustentables.

1.7. Conclusiones

Los resultados muestran un alto contenido de nutrientes en la papa aérea en comparación con la tradicional, con valores que se duplican en determinados componentes. Es así, que el de proteína encontrado está entre 8,03% y 4,37%, versus el 2,53% en la papa tradicional, como también en las cenizas se puede observar la misma tendencia 3,61% a 4,89%, versus 1,20% en la papa corriente. De la misma forma la materia seca es un 30% superior. Este tubérculo tiene gran potencial para la agroindustria, al estar en la chakra, constituye una fuente importante para la seguridad alimentaria.

1.8. Recomendaciones

Se necesita enriquecer con los otros análisis de los componentes nutricionales, funcionales y nutracéuticos durante algunos años para determinar su verdadero valor nutricional que permita explotar sus potencialidades agroindustriales (pruebas con expertos en cocina), y para tener resultados sólidos y concluyentes.

1.9. Bibliografía

Berretta, A., AlbinL, A., Diaz, R., & Gomez, P. 2010. Estrategia en los recursos Fitogenéticos para los Países del cono sur. PROCISUR. Montevideo, Uruguay. 172 p.

Blanco-Metzler, A., Tovar, J., & Fernández-Piedra, M. 2004. Caracterización nutricional de los carbohidratos y composición centesimal de raíces y tubérculos tropicales cocidos, cultivados en Costa Rica. Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 54(3), 322-327. Recuperado en 28 de noviembre de 2017, de http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222004000300011&lng=es&tlng=es.

Coursey, D., & G, Yams. 1967. An account of the nature, origins, cultivation and utilisatium of the useful members of the disocoreaceae, London, Longmans. Tropical agriculture Series, 230 p.

Food Agriculture and Organization (FAO). 2008. *Las papas, la nutrición y la alimentación*. Secretaría del Año Internacional de la Papa, FAO, Roma, Italia. Tomado de: <https://www.fao.org/potato-2008/es/lapapa/IYP-6es.pdf>.

- Food Agriculture and Organization (FAO). 1997. Conservación y utilización sostenible de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura. Plan de Acción Mundial. Roma, Italia. 10 p.
- FDA. 1999. Cómo usar la etiqueta de información nutricional. Manual de instrucciones para adultos mayores. Recuperado en 28 de noviembre de 2017 de <https://www.fda.gov/downloads/Food/FoodborneIllnessContaminants/UCM255434>.
- Holguín, M. y Mercado, Y. (2011). Análisis bromatológico del tubérculo seco y pulverizado de *Dioscorea cayenensis* “Ñame amarillo” (tesis de pregrado). Universidad de Sucre, Sincelejo, Sucre, Colombia. Recuperado de: <https://repositorio.unisucre.edu.co/bitstream/001/681/1/TT664.2%20H731.pdf>.
- Jiménez, M., Aurealuz, M., & Martínez, A. 2014. Guía técnica para el cultivo de la papa de aire (*Dioscorea bulbifera*). Panamá. 22p.
- Lebot, V. 2009. Tropical root and tuber crops: cassava, sweet potato, yams and aroids. London: CABI, 414 p.
- Suárez, P., Rodríguez, E.M., Díaz, C. 2004. Cambios en el valor nutritivo de patatas durante distintos tratamientos culinarios. *Cienc. Technol. Aliment*, 4(4):257-261.
- Villacrés, E., Peralta, E., Egas, L., & Mazón, N. 2011. Potencial Agroindustrial de la Quinoa. Boletín Técnico N° 146. Departamento de Nutrición y Calidad de Alimentos. Estación Experimental Santa Catalina, INIAP. Quito, Ecuador. 32p.

2. Evaluación agronómica y química de materiales de chontaduro (*Bactris gasipaes*) establecidos en la Granja Domono (Año 1 de 3).

Responsable: Ing. Armando Burbano Cachiguango, MSc

Colaboradores: Sra. Lenny Valverde, Ing. Nelly Paredes, MSc

2.1. Antecedentes

El Chontaduro es una planta perteneciente al grupo de las arecáceas, la cual tiene una gran importancia en América precolombina, su fruto data de 2300 a 1700 a. c, teoría que se sustenta por los allanamientos realizados en varios parajes pertenecientes a las regiones tropicales y subtropicales tales como Costa Rica, Brasil y Colombia en donde tuvo una mayor relevancia, motivo por el cual se consideró al Chontaduro como el principal sustento de muchas culturas pertenecientes al periodo pre hispano (Mora, 1983).

El Chontaduro representa una importante fuente de alimentos para los nativos miembros de los países que poseen región amazónica tales como Bolivia, Perú y Ecuador, pero en siglos pasados no tenía ninguna relevancia para los indígenas que habitaban en dichas zonas ya que se lo destinaba para la alimentación de animales silvestres y domésticos en especial para los cerdos y en muchos casos este terminaba en estado de putrefacción en los diferentes lodazales y pantanos que conformaban la región (Arango, 2009).

Sus frutos son de forma cilíndrica, ovoide, cónica o achatada, de 2 a 7 cm de largo, y presentan un epicarpio delgado que cubre al fruto. La fracción comestible está constituida por el mesocarpio (pulpa), generalmente, de color amarillo, naranja claro o rojizo (Pinzón et al., 2015). Cada fruto tiene una sola semilla, razón por la cual es una drupa, que presenta en su interior una almendra similar en color, sabor y textura a la del coco (*Cocos nucifera* L., *Arecaceae*) (Granados & López, 2002; Pinzón et al., 2015). El peso total de la fruta varía entre 20 y 100 g dependiendo del ecotipo (Vargas & Argüelles, 2000). La semilla puede pesar entre 3 y 4 g (Ordóñez, Pinzón, & González, 2015). La fracción lipídica del fruto varía entre 8 % y 23 %, y cerca de la mitad del contenido graso lo constituyen aceites insaturados, cuyo consumo se asocia a la disminución de colesterol total, de lipoproteínas de baja densidad en la sangre (LDL o colesterol malo) y triglicéridos, sin afectar a las lipoproteínas de alta densidad (HDL o colesterol bueno) (Yuyama et al., 2003).

Algunos de los nutrientes más relevantes aparte de las grasas son los almidones, minerales, fibras de origen vegetal y carotenoides. También es una fuente importante de niacina, riboflavina, tiamina, hierro y retinol. En este fruto se han encontrado altos contenidos de carotenoides especialmente los β -carotenos como precursores de vitamina A (Restrepo, Vinasco y Estupiñán, 2012), los cuales están involucrados en el fortalecimiento del sistema inmunológico y disminución del riesgo de enfermedades como cáncer, enfermedades cardiovasculares y artritis entre otros. Estos efectos biológicos se atribuyen a la capacidad antioxidante que poseen, a través de la cual desactivan radicales libres y oxígenos reactivos en el organismo humano (Serrano, Umaña y Sáenz, 2011).

En Ecuador, encontramos este fruto a lo largo de la Amazonía, pero de manera esporádica, es decir que no hay plantaciones organizadas y destinadas a comercializar sino solo son para consumo de sus propios habitantes. En todas las regiones donde se cultiva, este fruto tiene gran importancia económica puesto que constituye uno de los principales alimentos de sus habitantes al menos durante una parte del año.

2.2. Objetivos

- Caracterizar fenotípicamente 90 accesiones de chontaduro.
- Caracterizar agronómicamente 90 accesiones de chontaduro.
- Identificar las variables cuantitativas y cualitativas de alto valor discriminante
- Analizar las características físicas, químicas y funcionales de 90 accesiones de chontaduro

2.3. Metodología

Caracterización físico química y funcional

Para los análisis de laboratorio se colectará un total de 2 kg por cada accesión en estado de madurez comercial. Los frutos deberán ser extraídos del racimo y estar correctamente homogenizados.

Los pesos frescos totales, del mesocarpio y semilla se medirán con una balanza digital (Citizen Scale, modelo CG 4102C; precisión de 0.01 g). La firmeza se determinará con un penetrómetro manual (Force Gauge, modelo GY – 4) provisto con un puntal de 3.5 mm de diámetro realizando dos lecturas en la parte ecuatorial del fruto; los resultados se expresarán en Newton (N) que representan la fuerza requerida para penetrar la pulpa. La concentración de sólidos solubles totales (°Brix) se analizará utilizando un refractómetro digital (Hanna instruments, modelo Hi 96801, USA), pH con ayuda de un potenciómetro (BOECO, modelo PT – 380) y la acidez titulable (expresada como % ácido cítrico) de la pulpa se realizará por titulación, todas estas variables se medirán de acuerdo a la metodología descrita por la AOAC (2012). El color del epicarpio y mesocarpio del fruto se mediará con ayuda a una tabla de colores de Royal Horticultural Society versión 2015.

La materia seca (MS) se determinará mediante una estufa Thermo Scientific de aire forzado a 65°C hasta obtener un peso constante (AOAC 934.01), el porcentaje de proteína cruda (PC) mediante el método Kjeldahl (AOAC 979.09), el contenido de cenizas por el método de gravimetría (AOAC 942.05), fibra cruda (AOAC 962.09), extracto etéreo por el método de Soxhlet (AOAC 2003.06). Los macro y micro elementos como Calcio (Ca), Magnesio (Mg), y sodio (Na), hierro (Fe) y cobre (Cu) se analizarán por espectrofotometría (AOAC 968.08) usando un espectrofotómetro de llama (AAAnalyst 700, PerkinElmer) y Fósforo por espectrofotometría UV visible (AOAC 965.17) usando un espectrofotómetro (Lamda 25, PerkinElmer). Estas metodologías se encuentran descritas en los volúmenes I y II de la Official Methods of Analysis 19th Edición (AOAC, 2012).

El contenido de polifenoles se determinará por colorimetría mediante el método Folin-Ciocalteu (Espín & Samaniego, 2016). La cuantificación de azúcares totales se determinará por el método de Antrona descrito por (Torres, 2016). El contenido de almidón se analizará en función de la cantidad de glucosa presente en la muestra, para

ello el almidón se hidrolizará a malto dextrina y luego a glucosa con la utilización de α -amilasa y amiloglicosidasa, respectivamente. Se seguirá el método descrito por la (AOAC 996.11, 2012).

2.4. Resultados

En total ingresaron 42 muestras de chotaduro provenientes del banco de germoplasma de la estación y de la granja Domono. Dado que son frutos de temporada tanto en el norte como en el sur de la Amazonía ecuatoriana, estos frutos se colectaron en el pico de producción para ingreso al laboratorio, de ellos se evaluaron en un 100% las características físicas, sin embargo, falta por hacer aprobar el protocolo de investigación para poder continuar con los análisis de calidad y funcionales. Se espera a inicios del año 2022 poder hacer aprobar el protocolo para continuar con los análisis de laboratorio.

2.5. Conclusiones

Se cuenta con un protocolo elaborado para someterlo a comité técnico
Se han ingresado 42 muestras, de las cuales se han realizado análisis físicos

2.6. Recomendaciones

Para complementar el estudio sería necesario realizar productos con valor agregado, que tengan carácter nutricional y funcional.

2.7. Bibliografía

- AOAC. (2012). Official Methods of Analysis of AOAC international (Vol. I & II). (J. Dr. George W. Latimer, Ed.) Gaithersburg, MD, USA: AOAC.
- Arango, L. (2009). Domesticación del Chontaduro. Cali: Universidad de Colombia.
- Berretta, A., AlbinL, A., Diaz, R., y Gómez, P. (2010). Estrategia en los recursos Fitogenéticos para los Países del cono sur. PROCISUR. Montevideo, Uruguay. 172 p.
- Espín, S., y Samaniego, I. (2016). *Manual para el análisis de parámetros químicos, asociados a la calidad del cacao*. Manual Nro 105, Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental Santa Catalina. Quito. Recuperado de <https://url2.cl/tbknb>.
- Granados, S., & López, R. (2002). Manejo de la palma de coco (*Cocos nucifera*) en México. *Revista Chapingo*, 8(1), 39-48.
- Harris, L. (1970). Compilación de datos analíticos y biológicos en la preparación de cuadros de composición de alimentos para uso en los trópicos de América Latina, Universidad de Florida, Instituto de ciencias de alimentos y agricultura, Departamento de ciencias animales.

- Mora, U. (1983). El pejibaye (*Bactris Gasipaes* H.B.K.): origen, biología floral y manejo agronómico. Turrialba: Universidad de Costa Rica.
- Ordóñez, S., Pinzón, Z., & González, S. (2015). Optimization of ultrasonic-assisted extraction of total carotenoids from peach palm fruit (*Bactris gasipaes*) by-products with sunflower oil using response surface methodology. *Ultrasonics Sonochemistry* 27, 560-566.
- Pinzón, Z., Zapata, H., & Ordóñez, S. (2015). Análisis de los parámetros de color en salchichas Frankfurt adicionadas con extracto oleoso de residuos de chontaduro (*Bactris gasipaes*). *Información Tecnológica*, 26(5), 45-54.
- Restrepo, J., Vinasco, L., y Estupiñán, J. (2012). Estudio comparativo del contenido de ácidos grasos en 4 variedades de chontaduro (*Bactris gasipaes*) de la región del pacífico colombiano. *Revista de Ciencias*, 16, 123 – 129.
- Serrano, M., Umaña, G., y Sáenz, M. (2011). Fisiología poscosecha, composición química y capacidad antioxidante de frutas de pejibaye (*Bactris gasipaes kunth*) cv. Tuira darién cosechadas a tres diferentes edades. *Agronomía Costarricense*, 35(2), 75 – 87.
- Torres, N. (2006). Determinación del potencial nutritivo y nutraceútico de cuatro cultivares de tomate de árbol. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Escuela de Bioquímica y Farmacia, Riobamba, Ecuador.
- Vargas, G., & Argüelles, J. (2000). Clasificación y caracterización de veinte razas de palma de chontaduro (*Bactris gasipaes* H.B.K.) de acuerdo con las propiedades fisicoquímicas y bromatológicas del fruto. *Sinchi*, 1, 1-19.
- Yuyama, L., Aguiar, J., Yuyama, C., Clement, S., Macedo, D., Favaro, ... Vannuncchi, H. (2003). Chemical composition of the fruit mesocarp of three peach palm (*Bactris gasipaes*) populations grown in central Amazonia Brazil. *International Journal of Food Science and Nutrition*, 54(1), 49-56.

3. Caracterización agronómica y potencial agroindustrial de 91 accesiones de plátano (*Musa spp*) en la Amazonía ecuatoriana (Año 1 de 4)

Responsable: Ing. Armando Burbano Cachiguango, MSc

Colaboradores: Sra. Lenny Valverde, Ing. Nelly Paredes, MSc

3.1. Antecedentes

El análisis físico-químico del plátano consiste en evaluar las características externas como el peso del fruto, el peso de la cáscara, el rendimiento en pulpa, la coloración tanto de la corteza como de la pulpa y sus medidas de longitud y diámetro, en la parte química se determina el pH de la pulpa los grados brix o sólidos solubles y la acidez titulable. La determinación de estos parámetros de calidad es fundamental para poder clasificar los frutos de esta variedad.

3.2. Objetivo general

Desarrollar un estudio de caracterización agronómica y potencial agroindustrial de 91 accesiones de plátano (*Musa spp*) en la Amazonía ecuatoriana

3.3. Objetivos específicos

- Analizar las características físicas y químicas de 91 accesiones de plátano para determinar su potencial agroindustrial

3.4. Metodología

Para los análisis de laboratorio se colectará un total de 2 kg por cada accesión en estado de madurez fisiológica y maduro.

Los análisis físico-químicos se realizarán en frutos maduros, tales evaluaciones correspondieran a pesos frescos totales, del mesocarpio y semilla se medirán con una balanza digital (Citizen Scale, modelo CG 4102C; precisión de 0.01 g). La firmeza se determinará con un penetrómetro manual (Force Gauge, modelo GY – 4) provisto con un puntal de 3.5 mm de diámetro realizando dos lecturas en la parte ecuatorial del fruto; los resultados se expresarán en Newton (N) que representan la fuerza requerida para penetrar la pulpa. La concentración de sólidos solubles totales (°Brix) se analizará utilizando un refractómetro digital (Hanna instruments, modelo Hi 96801, USA), pH con ayuda de un potenciómetro (BOECO, modelo PT – 380) y la acidez titulable (expresada como % ácido cítrico) de la pulpa se realizará por titulación, todas estas variables se medirán de acuerdo a la metodología descrita por la AOAC (2012). El color del epicarpio y mesocarpio del fruto se mediará con ayuda a una tabla de colores de Royal Horticultural Society versión 2015.

Los análisis que se detallan a continuación se realizarán en frutos con madurez fisiológica, que no hayan alcanzado una madurez total. Estos análisis corresponderán a materia seca (MS), este parámetro se determinará mediante una estufa Thermo Scientific de aire forzado a 65°C hasta obtener un peso constante (AOAC 934.01), el porcentaje de proteína cruda (PC) mediante el método Kjeldahl (AOAC 979.09), el

contenido de cenizas por el método de gravimetría (AOAC 942.05), fibra cruda (AOAC 962.09), extracto etéreo por el método de Soxhlet (AOAC 2003.06). Los macro y micro elementos como Calcio (Ca), Magnesio (Mg), y sodio (Na), hierro (Fe) y cobre (Cu) se analizarán por espectrofotometría (AOAC 968.08) usando un espectrofotómetro de llama (AAAnalyst 700, PerkinElmer) y Fósforo por espectrofotometría UV visible (AOAC 965.17) usando un espectrofotómetro (Lamda 25, PerkinElmer). Estas metodologías se encuentran descritas en los volúmenes I y II de la Official Methods of Analysis 19th Edición (AOAC, 2012).

3.5. Resultados

La evaluación nutricional se realizará cuando se establezca su periodo productivo, es decir a partir del 2022, dado que durante el año 2021 se han refrescado los materiales de plátano de la colección de la estación.

Se cuenta con el protocolo de investigación elaborado y corregido por el DENAREF y laboratorio de calidad de alimentos. Se planea para el primer cuatrimestre del siguiente año tener aprobado dicho protocolo.

3.6. Recomendaciones

Además de la caracterización físico-química, se recomienda evaluar el potencial agroindustrial para identificar materiales individuales o grupos que tengan potencialidades específicas de acuerdo a los requerimientos de la industria para elaborar diferentes subproductos como harinas, almidón, snacks, entre otros.

3.7. Bibliografía

- AOAC. (2012). *Official Methods of Analysis of AOAC international* (Vol. I & II). (J. Dr. George W. Latimer, Ed.) Gaithersburg, MD, USA: AOAC.
- Arango, L. (2009). Domesticación del Chontaduro. Cali: Universidad de Colombia.
- Bermúdez-Caraballosa, I., Orellana, P., García, L., Veitía, N., Padrón, Y., & Romero, C. (2009). Caracterización físico-química del fruto maduro en tres mutantes de FHIA-21 (Musa AAAB). *Bioteología Vegetal*, 9(4), 239-23: <https://revista.ibp.co.cu/index.php/BV/article/view/328>
- Berretta, A., Albin, A., Diaz, R., y Gómez, P. (2010). Estrategia en los recursos Fitogenéticos para los Países del cono sur. PROCISUR. Montevideo, Uruguay. 172 p.
- Casanoves, F., Pla, L., & Di Rienzo, JA. (2011). Valoración y Análisis de la diversidad funcional y su relación con los servicios ecosistémicos. 1 ed. Turrialba, CR: CATIE. 84p.: il. Serie técnica. Informe técnico/CATIE; no. 384
- Clement, Ch. 1985. Lista mínima de descriptores para caracterización del pejibaye en los bancos de germoplasma y en el campo. 16p.
- Engles, J.; Morera, M. 1980. Lista de descriptores de pejibaye (*Bactris gasipaes*) In: Reunión Interamericana de pejibaye. CATIE. Turrialba. Costa Rica.

- Espitia, P., Pardo, Y. y Montalvo, A. (2013). Características del análisis proximal de harinas obtenidas de frutos de plátanos variedades Papocho y Pelipita (*Musa ABB Simmonds*). *Acta Agronómica*, 62 (3), 189-195. <https://bit.ly/3iNnGYa>.
- FAO. 2009. El estado de la inseguridad alimentaria en el mundo, Crisis económicas: repercusiones y enseñanzas extraídas.
- Food and Agriculture Organization (FAO). (1997). Conservación y utilización sostenible de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura. Plan de Acción Mundial. Roma, Italia. 10 p.
- Martínez C. y Bermúdez, T. (2016). Caracterización de algunas propiedades físico – mecánicas y químicas en el banano (*Musa spp.*). *Centro Agrícola*, 43 (3), 46-55. <https://bit.ly/3CHN5dw>
- Martínez, C., Cayón, G. y Ligarreto, G. (2016). Composición química y distribución de materia seca del fruto en genotipos de plátano y banano. *Corpoica Cienc Tecnol Agropecuaria*, 17(2), 217-227. <http://www.scielo.org.co/pdf/ccta/v17n2/v17n2a06.pdf>.
- Mora, U. (1983). El pejibaye (*Bactris Gasipaes H.B.K.*): origen, biología floral y manejo agronómico. Turrialba: Universidad de Costa Rica.
- Pisco, J. 2003. *Caracterización fenotípica de 35 líneas de chontaduro (Bactris gasipaes H.B.K) de la colección de INIAP – Sector San Carlos* [Tesis pregrado, Escuela de Ingeniería Agronómica. Universidad Técnica de Babahoyo]. Repositorio institucional UTB. <https://bit.ly/3iRfK8d>
- Torres, N, (2006). *Determinación del potencial nutritivo y nutraceutico de cuatro cultivares de tomate de árbol* [Tesis doctoral, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Repositorio institucional INAP. <https://bit.ly/3m8EURY>.

4. Evaluación de sistemas agroforestales bajo diferentes manejos agronómicos de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la Joya de los Sachas. Evaluar la calidad física, química y funcional de los frutos de dos clones de cacao cultivados bajo dos sistemas agroforestales y cuatro manejos (Año 1)

Responsable: Ing. Armando Burbano Cachiguango, MSc

Colaboradores: Sra. Lenny Valverde, Ing. Leider Tinoco, MSc

4.1. Antecedentes

Los sistemas agroforestales permiten interacciones simbióticas, ecológicas y económicas entre los componentes maderables y no maderables para incrementar, sostener y diversificar la producción; así se tiene que los sistemas que incorporan árboles y arbustos perennes tienen la ventaja de producir leña, frutos, forraje, y otros productos, mantienen y mejoran el suelo y además disminuyen los riesgos de producción ante variaciones estacionales del ambiente (Mendieta López & Rocha Medina, 2007).

Los sistemas agroforestales tienen gran potencial para retener el carbono atmosférico, tanto en las partes aéreas de las plantas, como en el sistema radicular y en la materia orgánica del suelo; representan una alternativa para los productores al reducir la dependencia de un solo cultivo, logrando por lo general, incrementar la rentabilidad en las fincas (Farfán, 2014).

En la Región Amazónica Ecuatoriana (RAE), la producción agrícola se ve limitada, principalmente, por la baja fertilidad de los suelos: acidez alta, toxicidad causada por altos contenidos de aluminio y deficiencia de nitrógeno y fósforo. Adicionalmente, los suelos de esta región presentan problemas físicos de estructura no definida y con alta saturación de humedad, así como problemas de erosión, compactación y lixiviación. A esto se suma el grave problema ocasionado por la alta presencia de plagas y enfermedades (Nieto y Caicedo, 2012). El cacao, es uno de los principales rubros agropecuarios de importancia económica para la RAE, con una superficie aproximada de 58.965 ha; mayormente distribuidas en las provincias de Sucumbíos, Orellana y Napo, sin embargo, presenta un rendimiento muy bajo (0,31 t ha⁻¹), inclusive menor al promedio nacional (0,42 t ha⁻¹). Como se observa, estos promedios, están por debajo del potencial productivo de este rubro y en muchas de las ocasiones, convierten al cacao en un cultivo poco o nada rentable para los productores (INEC, 2015). El rubro cacao es seriamente afectado por varias enfermedades, las más importantes son la moniliasis (*Moniliophthora roreri*) (Brenes, 1983), la escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*) y mazorca negra (complejo de hongos del género *Phytophthora*). Estas enfermedades cuya acción es destructiva afectan especialmente a las mazorcas, para lo cual necesitan de condiciones de alta humedad relativa (mayores a 80%) y temperaturas entre 25 y 28 °C, factores que inciden sobre la incidencia de la enfermedad (Suárez, 1993). La moniliasis es considerada como el mayor problema, ya que cuando se establece en las plantaciones, su ataque es arrasador (Enriquez, 2004). En efecto, esta enfermedad puede causar pérdidas en la producción superiores al 60%, lo cual se refleja en los bajos rendimientos obtenidos en condiciones de manejo tradicional.

La característica principal que distingue al cultivo de cacao del tipo nacional, es su necesidad de sombra, que es un elemento básico en el inicio del cultivo (Larrea, 2008), tradicionalmente, se ha utilizado sombra de plátano o frutales como el chontaduro (*Bactris gasipaes*), asociados con otros cultivos (Graefe; et al., 2012), también en

estudios realizados en Perú, Colombia y Brasil, se ha demostrado que el chuncho (*Cedrelinga catenaeformis*), es una especie forestal con características maderables valiosas, de estrato superior en los sistemas agroforestales, de rápido crecimiento y además fija nitrógeno (Wikipedia, 2015).

Un aspecto relevante de la calidad del cacao es su aroma, que está influenciado por el ecosistema circundante, los fabricantes de chocolate le dan una enorme importancia y frecuentemente monitorean el sabor y la calidad del chocolate (Álvaro; et al., 2007). La fermentación del cacao es una etapa muy importante en el procesamiento del grano, ya que se producen cambios bioquímicos que dan origen a los precursores del aroma y sabor (Rivera; et al., 2012).

4.2. Objetivo

Evaluar sistemas agroforestales bajo diferentes manejos agronómicos de cacao (*Theobroma cacao* L) en la Joya de los Sachas.

4.3. Objetivos específicos

- Evaluar la calidad física, química y funcional de los frutos de dos clones de cacao cultivados bajo dos sistemas agroforestales y cuatro manejos.

4.4. Metodología

Se evaluarán las cosechas en la época de mayor producción de las parcelas netas con los dos clones dentro de cada tratamiento a partir del tercer año, una vez que se establezca la producción. La fermentación se realizará en microfermentadores de acuerdo a la metodología del manual de procedimientos del Laboratorio de Alimentos del INIAP.

- Índice de semilla. - en una balanza de precisión se determinará el peso de 100 almendras fermentadas y secas tomadas al azar. Esta cifra se dividirá para 100 obteniéndose como resultado el índice de semilla (IS) en gramos.
- Número de almendras en 100 gramos. - en 100 gramos de almendras fermentadas y secas tomadas aleatoriamente, se procederá a contar el número de almendras.
- Porcentaje de testa. - este parámetro se obtendrá en base al peso de un grupo de 10 almendras fermentadas y secas. Se calculará el porcentaje aplicando la siguiente relación:
- Determinación del % de Grasa. - se determinará el porcentaje de grasa de las almendras secas de cacao por el Método Soxhlet, en base al Manual Operativo del Departamento de Laboratorio de Calidad de Alimentos de la EECA. Se utilizará el equipo soxhlet para desengrasar las muestras.
- Determinación de polifenoles totales (mg ac. Gálico/g muestra desengrasada). - el contenido de polifenoles se determinará por espectrofotómetro en referencia al Método Cross (Cross et al, 1982, p. 115 – 122; Recalde, 2007), detallado en el Manual Operativo Departamento de Laboratorio de Calidad de Alimentos de la EECA.
- Determinación de macro y micro elementos. - se determinará el contenido de macro (Ca, Mg, Na, K, P) y microelementos (Fe, Mn, Cu, Zn) en (%) y (ppm) respectivamente, aplicando el Manual Operativo del Departamento de Laboratorio de Calidad de Alimentos de la EECA.

4.5. Resultados

Para este estudio se planificó iniciar con el año de mayor producción, el cual fue para el 2021, por lo tanto, se ha realizado el beneficiado de cacao mediante micro fermentación de los 20 tratamientos y las 3 parcelas.

Se ha realizado el secado de cacao en marquesina para luego realizar la evaluación de calidad en el laboratorio

Se ha iniciado con la valoración física de las almendras de cacao de cada uno de los tratamientos

4.6. Conclusiones

Durante el segundo, tercero y cuarto trimestre se ha realizado la fermentación de las muestras de cacao bajo el método de micro fermentación.

Se han realizado las evaluaciones de calidad física de cacao

Se cuenta con una base de datos de la evaluación física de las almendras de cacao

Se sigue evaluando la calidad química de cacao

4.7. Recomendaciones

Para enriquecer la base de datos que se está generando, es necesario complementar con estudios de compuestos bioactivos y aromáticos como las metilxantinas, polifenoles específicos, capacidad antioxidante, linalool. Además, se recomienda realizar una valoración sensorial para identificar los perfiles aromáticos y de sabor del cacao.

4.8. Bibliografía

Álvaro, C.; Pérez, E.; Lares, M. 2007. Caracterización física y química de almendras de cacao fermentadas, secas y tostadas cultivadas en la región de Cuyagua, estado Aragua.

Brenes, O. 1983. Evaluación a la Resistencia a *Monilia roleri* y su relación con algunas características morfológicas del fruto de cultivares de cacao (*Theobroma cacao* L.). Tesis Mag.Sc. Turrialba, Costa Rica, URG-CATIE, 60 p.

Cross, E.; Villeneuve, F.; Vincent J.C.; Rouly, M. 1982. Recherche d'un indice de fermentation du cacao. Esimation de matiere colorante rouge des feves de cacao. Cacao – Café – Thé. Paris. vol. XXVI, N°, p. 115 – 122.

Enríquez, G. 2004. Cacao Orgánico, Guía para productores ecuatorianos. Manual Nro. 54. INIAP. Quito, EC. 360 p.

Farfán, V.F. 2014. Agroforestería y sistemas agroforestales con café. Manizales, Caldas. Colombia. 342 p.

Graefe, S.; Dufour, D.; Zonneveld, M.; Rodriguez, F.; Gonzalez, A. 2012. Peach palm (*Bactris gasipaes*) in tropical Latin America: implications for biodiversity conservation, natural resource management and human nutrition. Disponible en <http://download.springer.com/static/pdf/117/art%253A10.1007%252Fs10531-012-0402->

3.pdf?originUrl=http%3A%2F%2Flink.springer.com%2Farticle%2F10.1007%2F10531-012-0402-

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC). 2015. Tablas y gráficos de resultados de la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC), Año 2014. Quito, Ecuador. INEC. Disponible en <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-agropecuarias-2/>.

Larrea, M. 2008. El cultivo de Cacao nacional: Un bosque generoso. Quito: Ecociencia/Corpei. Disponible en http://www.ecociencia.org/archivos/Manual_PAB_final-100226.pdf

Nieto, C.; Caicedo, C. 2012. Análisis Reflexivo sobre el Desarrollo Agropecuario Sostenible en la Amazonía Ecuatoriana. INIAP-EECA. Publicación Miscelánea No 405. Joya de los Sachas, Ecuador. 102 p.

Recalde, A. 2007. Evaluación del efecto del presecado y tiempo de fermentación, en los contenidos de polifenoles totales, alcaloides y ácidos volátiles en dos genotipos de cacao. Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Químicas, Quito, Ecuador.

Rivera, R; et al. 2012. Efecto del tipo y tiempo de fermentación en la calidad física y química del cacao (*Theobroma cacao* L.) tipo nacional.

Suárez, C. 1993. Enfermedades de cacao y su control. In. Suárez, C. ed. Manual del Cultivo de Cacao. 2da Ed. Quevedo, Ecuador, INIAP/EET Pichilingue. Manual Técnico No. 25. p. 90-116.

5. Evaluación de Tecnologías en Sistemas Agroforestales para la Producción y Poscosecha de Pitahaya.

Responsable: Ing. Armando Burbano Cachiguango, MSc

Colaboradores: Sra. Lenny Valverde, Ing. Yadira Vargas, MSc, Ing. Alejandra Díaz, MSc.

5.1. Antecedentes

La pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) es una planta cactácea perenne, trepadora, que crece sobre árboles o piedras debido a que no puede sostenerse por sí misma (Rodríguez, 2000), en plantaciones comerciales por su forma de crecimiento se utilizan sistemas de tutoreo.

El cultivo de pitahaya en el Ecuador está dado por pequeños y medianos productores, la provincia Morona Santiago es la más representativas en producción con un 69%, mientras que el 10% está en el Guayas, 9% Pichincha 2% Bolívar y 4% otras.

Es escasa la información sobre índices de cosecha y del comportamiento postcosecha del fruto de pitahaya amarilla y especialmente en Ecuador. Enciso et al. (2011) mencionan que en estudios realizados en pitahaya roja en Israel (Nerd et al., 1999) y Vietnam (To et al., 2002) mostraron que la cosecha se efectúa cuando éstos adquieren el color rojo, que ocurre entre los 28 y 30 días después de antesis; mientras que Centurión et al. (2008), encontraron que los frutos más aceptados se cosecharon entre los 25 y 31 días después de antesis. Además, Merten (2003) indicó que en California (EE.UU.) la maduración de las pitahayas ocurre entre 40 y 45 días después de la floración, tiempo en que los frutos alcanzaron el nivel máximo de sólidos solubles totales, que va de 13 a 16 °Brix.

Conocer los cambios físicos y químicos durante el desarrollo de la fruta nos dará conocer el punto de corte correcto para la pitahaya amarilla en el cantón Palora, obteniendo mejor calidad de fruta.

5.2. Objetivo

Analizar los cambios físicos y químicos del fruto de pitahaya en las distintas etapas de desarrollo en la planta

5.3. Metodología

Variables

- a) Número de días desde la aparición de botón floral hasta la caída de pétalos y formación del fruto cuajado
- b) Número de días desde formación del fruto cuajado hasta que el fruto presente coloración de espigas café
- c) Diámetro ecuatorial y longitudinal
- d) Escala de coloración
- e) Peso fresco
- f) Firmeza
- g) Evaluación sensorial
- h) Rendimiento cascara/pulpa
- i) Sólidos solubles
- a) Acidez

b) pH

Para las variables a y b se deben seleccionar 20 botones florales iniciales y hacer las mediciones de las dos variables en el mismo botón.

Para las variables de c y d seleccionar 50 frutos, estos frutos permanecerán en la planta por toda la evaluación. Las mediciones se harán directamente en la planta.

Las variables e, f y g se harán en 5 frutos, al igual que para las variables h, i, j y k cortados para cada observación, la misma que se realizarán cada 5 días hasta que presente la coloración basal amarilla Estado 1 y después de este cada 2 día. Se estima hacer 42 observaciones usando 420 frutos en total, pero dependerá de cuanto se demoren en llegar al estado 6. En las observaciones aproximadas con los días desde que el fruto este en el estado con espinas café siendo este el día 0 o el día que se comienza el registro de datos hasta que estén en el estado 6 (pueden existir mayor número de observaciones, todo dependerá del estado de los frutos).

Realizar un registro fotográfico en el que diferencien los estados fenológicos de los botones, flores y frutos, también tomar fotografías por cada observación realizada en cada variable.

5.4. Resultados

La evaluación física y química de los frutos de pitahaya han concluido en su totalidad, se cuenta con una base de datos de sus resultados.

Con respecto a las variables físicas los resultados muestran que hubo efecto significativo entre los estados de desarrollo del fruto ($p < 0,0001$). Con respecto al peso como se observa en la figura 1, se puede apreciar que conforme va desarrollándose el fruto el peso de fruto y pulpa se incrementa y al mismo tiempo disminuye el de cáscara a partir del día 68, estado 719; llegando en un punto a cruzarse las gráficas entre el día 70 a 72, en donde el peso de la pulpa supera al de la cáscara, ese puede ser un indicativo de un correcto desarrollo del fruto y que se encuentre apto para la cosecha.

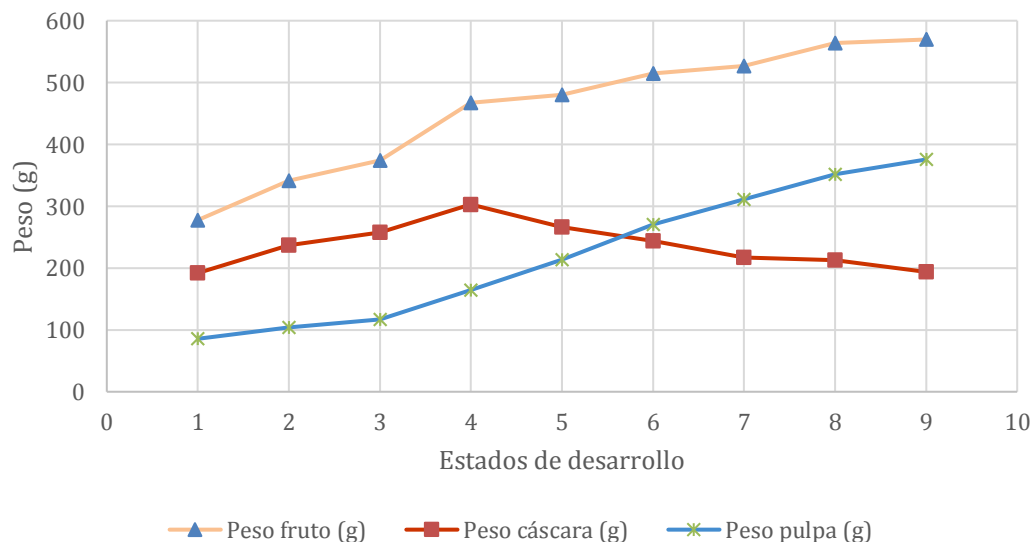


Figura 1. Características físicas del fruto en función del estado de desarrollo

De la misma forma las características químicas se ven influenciadas significativamente por el estado de desarrollo del fruto, como se muestra en la figura 2, los sólidos solubles se incrementan conforme avanza la etapa de desarrollo físico de los frutos, llegando a su máximo a los 75 días, estado 819, pero con buenos resultados desde el estado 813.

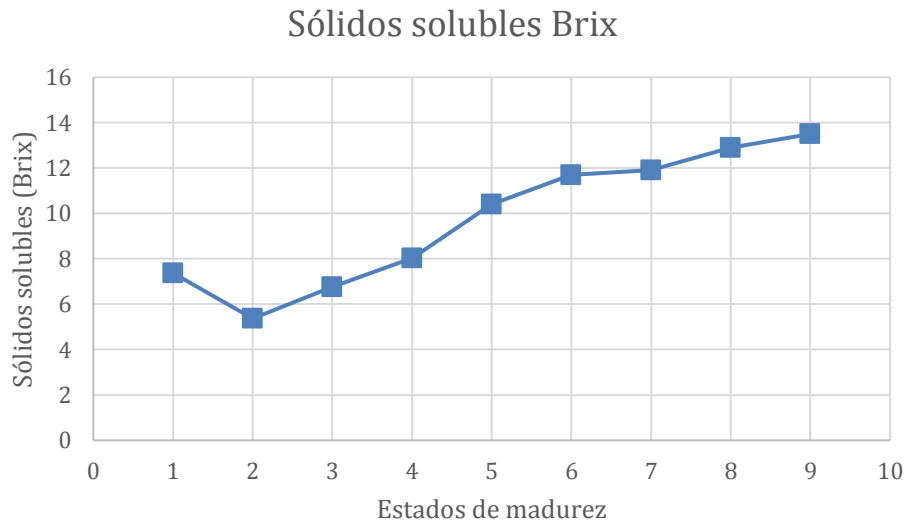


Figura 2. Variación de los sólidos solubles del fruto en función del estado de desarrollo

5.5. Conclusiones

Los resultados mostraron que, durante la etapa de desarrollo de los frutos las variables físicas y químicas tuvieron efectos significativos. El peso de cada fruto se incrementó, así mismo el rendimiento en pulpa, llegando a obtener mayor rendimiento a partir del estado 813, de la misma forma los sólidos solubles alcanzaron mayores valores a partir del mismo estado. Esto demuestra que a partir de este estado el fruto ha adquirido la madurez necesaria tanto en rendimiento como en la parte química, para poder realizar la cosecha.

5.6. Recomendaciones

Se debe realizar estudios fenológicos de los frutos en dos épocas del año, en el de alta y baja precipitación.

Realizar un estudio poscosecha con la finalidad de alargar la vida útil de los frutos durante el almacenamiento y transporte, dado que los mercados se encuentran lejanos, además para alargar la vida en percha, esto permitiría reducir costos e incrementar ganancias.

5.7. Bibliografía

Centurión, A., Solís, S.; Saucedo, C.; Báez, R.; Sauri, E. 2008. Cambios físicos, químicos y sensoriales en frutos de pitahaya (*Hylocereus undatus*) durante su desarrollo. Rev. Fitotec. Mex. 31(1):1-5.

Enciso, T.; Ibarra, M.; Muy Rangel, M.; Valdez, J.; Villarreal, M.; Hernández, S. 2010. Calidad postcosecha de frutos de pitahaya (*Hylocereus undatus* Haw.) cosechados en tres estados de madurez. Rev. Fitotec. Mex. Vol. 34(1): 63 – 72.

Merten, S. 2003. A Review of Hylocereus production in the United States. J. Prof. Assoc. Cactus Develop. 1:98-105.

Nerd, A.; Gutman, F.; Mizrahi, Y. (1999) Ripening and postharvest behaviour of fruits of two *Hylocereus undatus* species (Cactaceae). Postharv. Biol. Technol. 17:39-45.

Rodríguez, C. 2000. Producción y comercialización de pitahayas en México. Claridades Agrop. 82:3-22.

To, L.; Ngu, N.; Duc, N.; Huong, H. 2002. Dragon fruit quality and storage life: Effect of harvest time, use of plant growth regulators and modified atmosphere packaging. Acta Hort. 575:611-621.

6. Evaluación de la fenología floral e índices de madurez de fruta de guanábana, sobre combinaciones de patrones y a pie franco / Componente Calidad

Responsable: Ing. Armando Burbano Cachiguango, MSc

Colaboradores: Sra. Lenny Valverde, Ing. Yadira Vargas, MSc, Ing. Alejandra Díaz, MSc.

6.1. Antecedentes

La Guanábana es un frutal tropical que pertenece a la familia Annonaceae y se encuentra distribuida en toda la América especialmente en las zonas tropicales de Ecuador, Brasil, Colombia, Venezuela, América central, Las Antillas y el Sur de México.

En la actualidad, su cultivo se ha empezado a masificar por el incremento de consumidores que prefieren productos no tradicionales que proporcionan sabores diferentes, y sobre todo propiedades nutritivas y funcionales con muchos beneficios para la salud.

En Ecuador y en estudios del Programa de Fruticultura del INIAP, ha evaluado la diversidad morfológica entre árboles silvestres en cuanto a forma y tamaño de árboles; al igual que en frutos en donde se ha registrado diversidad en formas, variaciones en tamaño, porcentaje de pulpa, número de semillas, sabor.

En Ecuador constituye uno de los cultivos frutales más prometedores ya que el precio de mercadeo es muy atractivo. Las principales áreas de cultivo se ubican en la Península de Santa Elena y Guayas donde se encuentran lotes totalmente tecnificados y existen otras zonas donde este frutal crece en forma endémica como es la zona Sur de Manabí y áreas rurales de Santo Domingo de los Colorados, en donde los campesinos se dedican a la recolección de fruta totalmente orgánica. También se puede encontrar árboles dispersos a lo largo y ancho del litoral ecuatoriano hasta una altura de 800 msnm.

En la Amazonía ecuatoriana existen importantes áreas dedicadas a este cultivo, razón por la cual es necesario realizar una evaluación fenológica por medio de estudios de las características físicas y químicas que ocurren durante su desarrollo, y así estimar los puntos óptimos de cosecha y la calidad física química y funcional que este fruto contiene.

6.2. Resultados

Se cuenta con el protocolo elaborado para la evaluación de la fenología de sus frutos, razón por la cual hasta el momento se han evaluado las variables físicas a lo largo del

año, las muestras se han acondicionado para continuar con la valoración química y funcional una vez que el protocolo se encuentre aprobado.

6.3. Conclusiones

Se han realizado las evaluaciones físicas de los frutos en los diferentes estados de desarrollo.

El protocolo se ha elaborado y para el primer cuatrimestre se someterá a comité técnico

Se cuenta con una base de datos preliminar de las evaluaciones físicas de los frutos, como peso, tamaño, rendimiento y firmeza.

6.4. Recomendaciones

Se recomienda seleccionar los frutos para el estudio desde el cuajado del mismo para evitar estimaciones erradas para la evaluación en el laboratorio durante cada etapa del desarrollo.

Realizar desarrollo de productos con valor agregado para brindar alternativas de comercialización de la producción de la amazonía.

7. Evaluación del proceso de fermentación en las variedades de cacao (*Theobroma cacao* L.) Nacional y Súper Árbol, en las condiciones climáticas del cantón Joya de los Sachas, provincia de Orellana

Responsable: Ing. Armando Burbano Cachiguango, MSc

Colaboradores: Sra. Lenny Valverde, Ing. Cristian Subía, MSc, Ing. Leider Tinoco, MSc.

Colaboradores externos: Sr. Samuel Viteri (Egresado ESPOCH)

7.1. Antecedentes

El cacao (*Theobroma cacao* L.), se cultiva principalmente en las zonas tropicales de América (Sánchez et al., 2019). De acuerdo a (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias [INIAP], 2019), en el Ecuador las provincias de mayor aptitud son: Los Ríos, Guayas, Morona Santiago, Sucumbíos, Manabí, Esmeraldas, Santo Domingo de Tsáchilas y Orellana.

En este sentido, de acuerdo al Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), en el año 2019 en la Amazonía ecuatoriana se contabilizaron 58 343 ha plantadas con cacao, 48 851 ha cosechadas y 18 110 t producidas, de las cuales las provincias de Sucumbíos y Orellana son las de mayor importancia con 10 147 t y 3 959 t respectivamente, seguida de Morona Santiago, Napo, Zamora Chinchipe y Pastaza que tienen una producción muy baja y su participación en este rubro no es representativo (INEC-ESPAC, 2019).

De acuerdo a los estudios realizados por Rivera et al. (2012), investigaron el impacto del tiempo de fermentación con el tipo de fermentador (cajones de madera, saco de yute, montón, caja de madera y tina plástica) sobre calidad física y química de cacao tipo Nacional. Los resultados mostraron que el tiempo y el método de fermentación influyeron sobre la calidad del grano, alcanzando a los 5 días un 75% de granos de color marrón y una disminución de almendras de color violeta. Según Rivera et al. (2012) a diferencia del tipo de fermentador, el tiempo de fermentación provocó modificaciones físicas y químicas, observándose que al aumentar los días de fermentación se incrementa, principalmente, el porcentaje de granos fermentados y disminuyen los granos violetas, así como también los polifenoles.

Según Jimenez et al. (2018), establece que el efecto del presecado es positivo y mucho más notorio para el clon CCN-51, que alcanza en cierta medida la calidad de los fenotipos considerados finos y de aroma. La calidad organoléptica del licor de cacao con los sabores específicos por el método de fermentación con pre-secado permitió el desarrollo de una mayor intensidad aromática de los sabores cacao, floral, frutal y nuez, que en el fermentador rotor de madera sin presecado. De igual manera Recalde (2007), encontró que conforme transcurre el tiempo de fermentación, disminuye la concentración de polifenoles totales y teobromina en ambos genotipos, sin embargo la cafeína disminuyó progresivamente durante la fermentación solo en el genotipo Nacional, mas no en CCN-51.

Dada la importancia de la fermentación en la calidad del cacao, en la Estación Experimental Central de la Amazonía se ha venido trabajando en el estudio de diferentes métodos poscosecha de cacao como en cajas Rohan y semiautomatizado con

el propósito de generar tecnologías que se adapten al entorno social, cultural y económico de los productores de la región. Lo que se encontró es que en el método por cajas Rohan constituyó una mejor alternativa respecto a la fermentación en sacos debido a que se alcanzó un mayor grado de fermentación del 79,6% con respecto a los sacos del 60,40% a los 5 días de fermentación, de la misma forma ocurrió con el pH de cotiledón, que se alcanzó un valor de 5,61 y 4,96 para cajas Rohan y en sacos, respectivamente, mientras que para los índices de semilla y porcentaje de testa no hubo diferencias significativas entre los dos tipos de fermentadores analizados.. Por lo tanto, se plantea seguir trabajando en el estudio de nuevas técnicas de fermentación incluyendo variables genéticas y metodológicas en la poscosecha de cacao.

7.2. Objetivo general

Evaluar diferentes procesos de fermentación en cacao (*Theobroma cacao* L) Nacional y Súper árbol, sobre las características físicas y químicas, en las condiciones climáticas del cantón Joya de Los Sachas, provincia de Orellana.

7.3. Objetivos específicos

- Analizar los parámetros físicos (temperatura de fermentación, porcentaje de fermentación, peso de almendra, porcentaje de testa) en los diferentes tratamientos de fermentación de cacao Nacional y Súper árbol.
- Evaluar los parámetros químicos (polifenoles totales, pH del cotiledón, proteína, grasa, índice de fermentación, cenizas) en los diferentes tratamientos de fermentación de cacao variedad Nacional y Súper árbol.
- Determinar el efecto de la fermentación en los diferentes métodos sobre la calidad sensorial mediante pruebas organolépticas del licor de cacao Nacional y Súper Árbol.

7.4. Metodología

7.4.1. Parámetros físicos de fermentación

Temperatura

La temperatura se medirá diariamente a la misma hora, a los 5 cm de la superficie en el centro de la masa de cacao, con un termómetro digital Checktemp 1 marca Hanna calibrado de - 50,0 a 150°C y apreciación de $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$, los datos serán anotados en las cartillas.

Porcentaje de fermentación

Se determinará en almendras secas, utilizando la prueba de corte, de acuerdo a Jiménez et al. (2011). Para la cual se utilizará una guillotina donde se realizará un corte longitudinal en 100 almendras tomadas al azar por cada muestra. Luego se colocará sobre una base de color blanco y se diferenciará de acuerdo a las características mencionadas a continuación:

- Almendras bien fermentadas. - Grano fermentado cuyos cotiledones presentan en su totalidad una coloración marrón o marrón rojiza y estrías de fermentación profunda.
- Almendras medianamente fermentadas. - Se identificarán aquellas, cuyos cotiledones presenten una coloración medianamente marrón.
- Almendras violetas. - Se definirá por el porcentaje de granos cuyos cotiledones presenten una coloración violeta intenso.

- Almendras pizarras. - Se considerarán aquellas, cuyos cotiledones presenten un color gris negruzco y de aspecto compacto

Peso de almendra

Se recolectarán al azar 100 almendras fermentadas y secas y se registrará su peso en gramos, usando una balanza de precisión. Las mismas que fueron utilizadas en la prueba de corte para obtener el porcentaje de fermentación (Jiménez et al., 2011; Vera et al., 2015).

Porcentaje de testa

Es el contenido de cascarilla que posee la almendra de cacao una vez seca. Para determinar este porcentaje se pesará 30 g de almendras, se sacará la cascarilla y se pesará por separado los cotiledones y la cascarilla. La diferencia se dividirá para el peso de las almendras completas y se multiplicará por 100. Los rangos de referencia son: mínimo 10% y máximo 15% (Loor et al., 2016).

Porcentaje de humedad

El contenido de humedad de las almendras de cacao en baba se determinará por gravimetría simulando las condiciones de secado natural al sol en una marquesina que produce temperaturas inferiores a 60 °C. Para ello las almendras de cacao en fresco se colocarán en una estufa de aire forzado a 60 °C por un tiempo de 3 días o hasta peso constante, luego por diferencia de peso se calculará el porcentaje de humedad de acuerdo a la siguiente fórmula (AOAC & George, 2012).

6.4.1 Parámetros químicos de las almendras

Polifenoles totales

Los polifenoles totales serán extraídos del polvo de cacao desengrasado con una solución acuosa de metanol al 70%, mediante agitación magnética continua por 45 minutos, el extracto obtenido se filtrará, se tomará una alícuota del mismo y se realizará una reacción colorimétrica con el reactivo de FolinCiocalteu obteniendo una coloración azul, la misma que se cuantificará en un Espectrofotómetro UV-VIS a una longitud de Onda de 760 nm (Espín & Samaniego, 2016).

pH del cotiledón

El valor de la acidez residual del cacao. Su evaluación se realizará en los cotiledones transformados en cacao en polvo, para lo cual se toma 10g, se mezclan con agua destilada en proporciones de 10 a 1. De la solución se toman 10 ml. Las lecturas se realizaran con un potenciómetro (Loor et al., 2016).

Proteína

Se pesará 0.5 g de muestra deshidratada y se colocarán en los tubos de digestión junto con 10 mL de ácido sulfúrico concentrado y una tableta catalizadora. Después se colocará los tubos en la unidad de digestión Kjeldatherm a una temperatura de 400°C hasta que la solución adquiera una coloración verde, posterior a esto se retirará los tubos y se dejará enfriar. Una vez realizada la digestión se procederá a la destilación y posterior a esta etapa la titulación con ácido sulfúrico 0.3N empleando 3 gotas de indicador mixto, hasta que la solución cambie de color (AOAC & George, 2012).

Grasa

La materia grasa será extraída del polvo de cacao con éter de petróleo mediante extracción continua en Soxhlet por ocho horas, luego se recuperará el solvente del extracto etéreo y a continuación se secará la grasa en una estufa por dos horas, la grasa seca se pesará a un desecador a enfriar y posterior pesado (Espín & Samaniego, 2016).

Cenizas

Una vez realizada la determinación de humedad se pesará la muestra deshidratada y se la pondrá en un crisol para luego secar a 105°C en la estufa, posterior a esto se dejará enfriar en un desecador. Se pesará de 1 a 2 gramos de muestra molida y seca en crisol y se someterá a incineración en mufla a 500°C durante 4 horas, así la materia orgánica se oxidará y las cenizas resultantes serán consideradas la parte mineral de la muestra analizada (AOAC & George, 2012).

Índice de fermentación

Los granos molidos, tamizados y desengrasados con éter de petróleo serán sometidos a un proceso de extracción de sus componentes con una solución ácido clorhídrico en metanol, el extracto será medido en un espectrómetro Uv/visible a una absorbancia de 460 nm y 525 nm y se determinará como índice de fermentación a la relación: DO460/DO525 (Espín & Samaniego, 2016).

6.4.2 Análisis sensorial

La evaluación del perfil sensorial se realizará en las muestras del licor de cacao por panelistas o catadores consumidores sin experiencia. Las muestras se tostarán, descascarillarán, moldearán y almacenarán en papel aluminio hasta tener el número suficiente para realizar las cataciones.

Esta prueba se realizará tomando como referencia a la metodología descrita por Jiménez et al. (2011) en la cual se utilizará una prueba descriptiva por escala de categorías, la cual se detalla a continuación. A cada panelista se le entregarán 6 muestras en recipientes desechables y codificados con tres dígitos al azar.

7.5. Resultados

El estudio se encuentra culminado en un 100%, se cuenta con una base de datos con los resultados de las variables físicas y químicas evaluados de los diferentes métodos de fermentación.

Al analizar las variables físicas, como se observa en la figura 3, el porcentaje de fermentación alcanzado tuvo diferencias significativas entre los tratamientos a los 5 días de fermentación. Los testigos T9 y T10 fueron los que menores valores alcanzaron, mientras que los tratamientos T5(súper árbol, saco de yute con presecado) y T7(súper árbol cajón de madera con presecado) fueron los que alcanzaron valores de 89,33% y 95%, respectivamente. Esta misma tendencia se encontró para los cacaos Nacionales (T3 y T1), los cuales alcanzaron alrededor el 85% de fermentación, lo que demuestra que el presecado acelera los procesos de fermentación.

Al analizar la fermentación alcanzada en función del material genético, en la figura 4 se puede apreciar que no existe diferencias entre el cacao Nacional y Súper árbol, pero si con los tratamientos testigos, estos datos demuestran que un proceso de beneficiado deficitario puede dañar la calidad del cacao inclusive si provienen de un material genético superior.

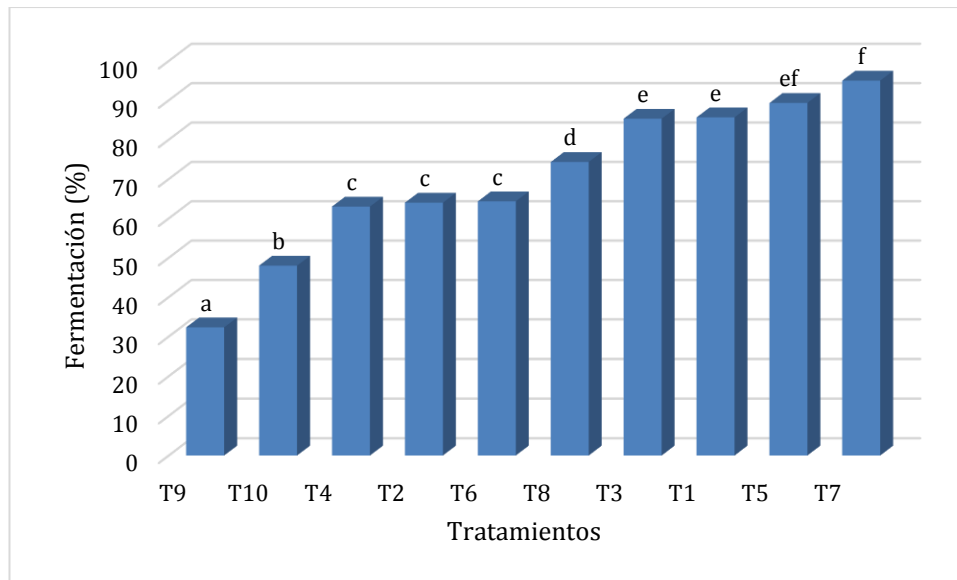


Figura 3. Porcentaje de fermentación en cacao Nacional y Súper árbol en diferentes métodos de beneficiado

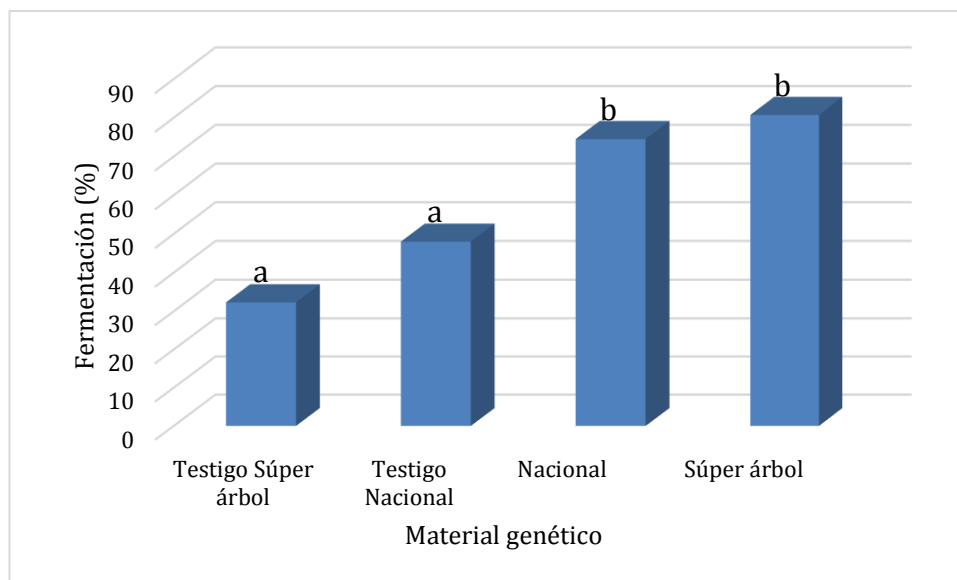


Figura 3. Niveles de fermentación alcanzados en cacao Nacional y Súper árbol en función del material genético y los testigos

7.6. Conclusiones

Los resultados muestran que los tratamientos 5 y 7 alcanzaron mayores valores de fermentación y estos corresponden a los cacaos Súper Árbol a los 5 días de fermentación.

Al analizar el genotipo de cacao en función del proceso de fermentación, se corrobora que un proceso de beneficiado deficitario puede dañar la calidad del cacao inclusive si provienen de un material genético superior.

7.7. Bibliografía

- AOAC International., & George, W. L. (2012). *Official methods of analysis of AOAC International. I Y II*. Gaithersburg, Md: AOAC International.
- Espín, S., & Samaniego, I. (2016). Manual para análisis de parámetros químicos asociados a la calidad del cacao. En *Manual Nro 105* (pp. 32-34).
<https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/4072/7/iniapscm105.pdf>
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC-ESPAC. (2019). *Tabulados ESPAC 2019* (p. 79). <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-agropecuarias-2019>
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP. (2019). La cadena de valor del cacao en América Latina y el Caribe. En *CACAO 2030-2050*.
https://www.fontagro.org/new/uploads/adjuntos/Informe_CACAO_linea_base.pdf
- Jiménez, J., Amores, F., Nicklin, C., Rodriguez, D., Zambrano, F., Bolaños, M., Reynel, V., Dueñas, A., & Cedeño, P. (2011). Micro fermentación y análisis sensorial para la selección de árboles superiores de cacao. *Instituto Nacional Autonomo de Investigaciones Agropecuarias, Boletín Te*, 63.
<http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/1585>
- Jimenez, J., Tuz, I., Quevedo, J., & García, R. (2018). Presecado: su efecto sobre la calidad sensorial del licor de cacao (theobroma cacao l.). *Revista Científica Agrosistemas*, 6(2), 63-73.
<https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/195/224>
- Loor, R., Casanova, T., & Plaza, L. (2016). Mejoramiento y homologación de los procesos y protocolos de investigación, validación y producción de servicios de cacao y café. En 433 (p. 103p.).
<https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5093/4/iniapeetpPM433.pdf>
- Recalde, A. (2007). *Evaluación del efecto del presecado y tiempo de fermentación, en los contenidos de polifenoles totales, alcaloides y ácidos volátiles en dos genotipos de cacao. 2014*, 258. <https://url2.cl/4nUnz>
- Rivera, R., Barrera, A., Guzmán, Á., Medina, H., Casanova, L., Peña, M., & Nivelá, P. (2012). Efecto del tipo y tiempo de fermentación en la calidad física y química del cacao (*Theobroma cacao L.*) tipo nacional. *Ciencia y Tecnología*, 5(1), 7-12.
<https://doi.org/10.18779/cyt.v5i1.77>
- Vera, J., Vallejo, C., Párraga, D., Macías, J., Ramos, R., & Morales, W. (2015). Atributos físicos-químicos y sensoriales de las almendras de quince clones de cacao nacional (*Theobroma cacao L.*) en el Ecuador. *Ciencia y Tecnología*, 7(2), 21-34. <https://doi.org/10.18779/cyt.v7i2.99>

8. Prestación de servicios de análisis proximales, minerales y caracterización físico-química de muestras en el laboratorio de calidad de alimentos

Responsable: Ing. Armando Burbano, MSc

Colaboradores: Sra. Lenny Valverde

8.1. Antecedentes

Como parte de las actividades de investigación del Laboratorio, y siendo siempre parte proactivo de la institución, en este año se han realizado una serie de actividades en conjunto con el departamento de fruticultura, granjas, DENAREF, los SAFs en la caracterización físico químico, nutricional y funcional de frutos de los ensayos de investigación. Es necesario que, además de promover buenas prácticas ambientales en la producción agrícola y ganadera, el INIAP proporcione conocimientos en la transformación de la materia prima obtenida, con este fin, se llevaron a cabo ensayos para desarrollar procesos adecuados para la elaboración de productos agroindustriales derivados de cacao, café y demás frutales amazónicos.

8.2. Objetivos

General

Prestar servicios de análisis físico-químicos, proximales y minerales de materias primas agrícolas, así como de pasturas, a clientes internos y externos para conocer la calidad nutricional de los productos primarios lo que facilita en el desarrollo de productos con valor agregado.

Específicos

- Realizar análisis proximales de muestras provenientes de protocolos de investigación tanto del Laboratorio de Calidad de Alimentos, como de otros programas de la EECA.
- Brindar servicios de análisis especializados a clientes externos en caracterización proximal, físico químico y mineral.
- Desarrollar procesos y productos agroindustriales para el aprovechamiento de materias primas provenientes de sistemas de producción de la Amazonía.
- Coordinar actividades de mantenimiento de equipos del laboratorio y compra de insumos con proveedores autorizados.

Servicios

En el Laboratorio de Calidad de Alimentos se realizaron análisis de muestras principalmente de clientes externos y proyectos de investigación, el detalle se encuentra en la figura 4.

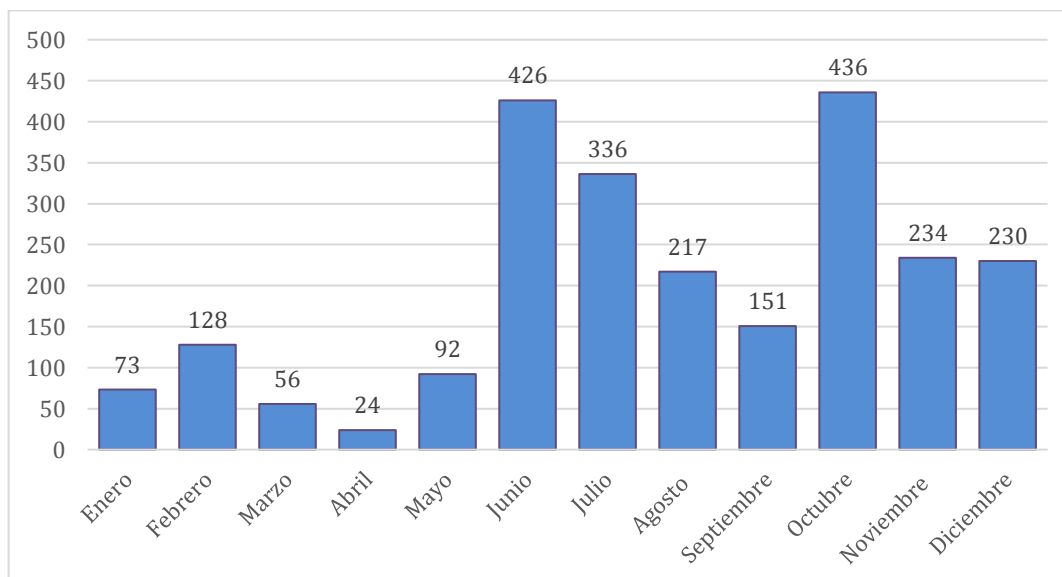


Figura 4. Número de análisis realizados por mes en el laboratorio de calidad de alimentos

Durante el periodo enero – diciembre del 2021 se realizaron un total de **2403** análisis, comprendidos entre grasa, proteína, cenizas, humedad PS, humedad TCO y físico químicos. Del total de análisis, en su totalidad correspondió a clientes internos. De acuerdo a la proyección realizada para el año 2021, se ha registrado el cumplimiento total con lo planificado.

Desarrollo de productos agroindustriales

Con el fin de promover el consumo de productos agrícolas y pecuarios de la región, se probaron algunos procesos de transformación agroindustrial para su socialización a visitantes, ferias y brindar cursos de capacitación a emprendedores. La materia prima utilizada fue facilitada por los programas y departamentos de la estación.

Se elaboraron los siguientes productos:

- Mermelada de borjón
- Snacks de Sacha Inchi
- Mermelada de pitahaya
- Pitahaya deshidratada
- Pulpa de guanábana
- Licor de pitahaya
- Vino de pitahaya roja y amarilla
- Snacks de papa aérea
- Bombones de chocolate con rellenos de frutales de la agrobiodiversidad
- Barras de chocolate con Sacha Inchi



Figura1. Productos agroindustriales elaborados a partir de materias primas agrícolas pecuarias de la región.

Elaboración de informes Ministerio de Gobierno

Durante el periodo enero – diciembre 2021 se elaboraron, reportaron por el SISALEM y enviaron 12 informes sobre el consumo de reactivos controlados por el Ministerio de Gobierno (MDG) de los laboratorios de la EECA. Adicional se logró obtener la renovación de la calificación para el año 2022 como EECA ante el Ministerio de Gobierno, para el uso y manejo de sustancias catalogadas sujetas a fiscalización (SCSF).

Mantenimiento y compras

Los mantenimientos se realizaron priorizando los equipos de mayor importancia y urgencia para el uso en el laboratorio. Esta actividad se realizó a partir del primero y segundo trimestre del año en curso, los equipos se enviaron donde los proveedores y para los trabajos mantenimiento preventivo y correctivo.

En lo que respecta a los reactivos, la compra se realizó entre el tercer trimestre, por lo que se cuenta con stock suficiente hasta el segundo trimestre de siguiente año.

Actividades de capacitación y participación

En el mes de febrero se participó con un stand de productos agroindustriales en la comunidad El Oro, finca Pitacastro en la entrega de la personería jurídica a la asociación de pitahayeros de la Joya de Los Sachas.

En el mes de marzo se participó con un stand de productos agroindustriales de la agrobiodiversidad amazónica en la llegada del representante de KOPIA.

En el mes de abril se participó como expositor en la capacitación sobre poscosecha y valor agregado de cacao, en el cual se elaboraron bombones y barras de chocolate a grupo de mujeres emprendedoras de la asociación APROCEL.

En el mes de mayo se participó como jurado calificador de los emprendimientos presentados en la provincia de Sucumbíos, radio Sucumbíos, como parte de la celebración del día del agricultor.

En el mes de julio se participó con un stand EECA en la feria de Pichilingue por conmemorarse los 62 años del INIAP, en la cual presentaron diferentes productos con valor agregado.

En el mes de octubre se dictó el curso de capacitación sobre elaboración de chocolates y valor agregado de la agrobiodiversidad en Loreto, para grupo de asociación Asoamazonas y Procel.

En el mes de diciembre se dictó el curso de capacitación sobre elaboración sobre elaboración de chocolates (bombones y tabletas) con frutales de la Amazonía ecuatoriana a grupo de mujeres de Shushufindi, Loreto y el Coca.

En el mes de diciembre se participó con un stand de productos agroindustriales en la Feria Agronómica en el Reventador.



Figura 2. Curso de capacitación sobre elaboración de chocolate (derecha e izquierda arriba), feria tecnologías INIAP Pichilingue (izquierda abajo) y feria El Reventador (derecha abajo).

9. Conclusiones

Se cumplió con la programación realizada a inicios de año en lo que respecta al número de análisis realizados, durante enero-diciembre realizaron 2403 análisis, todos correspondientes a clientes internos.

Se elaboraron a modo de prueba alrededor de 10 productos agroindustriales con las materias primas de la agrobiodiversidad que existen en los ensayos de investigación, en el banco de germoplasma y en finca de productores de la Amazonía. Esto, con el propósito para que sirva de base para la transferencia de conocimiento a productores y emprendedores que deseen dar un valor agregado a sus materias primas.

Como parte de los procesos de investigación, como parte de una tesis de pregrado se realizó un estudio poscosecha de cacao Nacional y Súper Árbol en diferentes métodos para probar el método que mejor funciona en las condiciones ambientales de la amazonía norte. Además, se continuaron con las evaluaciones físicas, químicas y funcionales de frutos los ensayos de investigación en coordinación con los programas y departamentos EECA; los rubros con los que se han trabajado son: cacao SAFs, pitahaya, papa aérea, chontaduro, guanábana.

10. Recomendaciones

Es importante brindar un mayor apoyo al desarrollo de productos agroindustriales mediante la incorporación de materiales y maquinaria a nivel piloto, con el propósito de desarrollar y validar nuevos procesos y productos agroindustriales que puedan ser transferidos a productores o emprendedores. Para ello se recomienda adquirir una maquinaria a escala piloto como: fermentadores de frutales; conchadora, tostadora y descascarilladora de cacao con el propósito de validar los procesos y productos agroindustriales desarrollados derivados de cacao y frutales.

Se recomienda dar prioridad a los mantenimientos de los equipos de laboratorios, dado que hay algunos de ellos que por el uso y la falta de mantenimientos preventivos están empezando a fallar; además se recomienda la renovación de alguno de ellos porque ha llegado a su fin su vida útil y ya no hay soporte técnico de la marca fabricante.

Se recomienda el desarrollo de nuevos productos fermentados a base de pitahaya roja y otros frutales locales para dar un realce a las materias primas de la amazonia.