

## INFORME ANUAL 2019



WALK  
PosterLabs



- 1. Departamento / Programa :** Departamento de Calidad de Alimentos
- 2. Nombre director de la Estación Experimental:** Ing. Carlos Caicedo, MBA
- 3. Responsable del Departamento / Programa en la Estación Experimental:**  
Ing. Armando Burbano
- 4. Equipo técnico multidisciplinario I+D:**  
Sra. Lenny Valverde, Auxiliar de laboratorio  
Ing. Yadira Vargas Msc, Departamento de fruticultura  
Ing. Nelly Paredes Msc, DENAREF  
Ing. Luis Lima, DENAREF  
Ing. Carlos Congo, Programa de Ganadería  
Ing. Javier Chuquimarca, Administrador técnico Granja Domono
- 5. Financiamiento:** Gasto Corriente Estación Experimental Central de la Amazonía
- 6. Proyectos:** Plan Estratégico Institucional (PEI) 2018-2022 de la EECA.

## 7. Socios estratégicos para investigación:

Empresa CacaoExport  
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo-ENA  
Universidad Regional Amazónica IKIAM

## 8. Publicaciones:

Congo, C., Caicedo, C., Chuquimarca, J. y Burbano, R. (2019). “*Alternativa Tecnológica para la Producción Sostenible de Pastos y Forrajes*”: Plegable 444. Beneficios potenciales de los bancos forrajeros. Granja Experimental Domono, Ecuador: INIAP, Estación Experimental Central de la Amazonía. Recuperado de <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5395>.

Sanchez, M., Mestanza, C., Burbano, R., Vargas, Y., Calero, A., & Ramirez, C. (2019). Evaluation of the Cocoa Bean (*Theobroma Cacao* L.), using Two Fermentators, Orellana and Sucumbios Provinces, Ecuador. *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*, 8(07), 278–283.

Sotomayor, A., Pitzaca, S., Sánchez, M., Burbano, A., Díaz, A., Nicolalde, J., Viera, W., Caicedo, C. y Vargas, Y. (2019). Evaluación físico química de fruta de pitahaya (*Selenicereus megalanthus*) en diferentes estados de desarrollo. *Enfoque UTE*, 10(1), 89 – 96.

## 9. Participación en eventos de difusión científica, técnica o de difusión:

Burbano, R. y Valverde, L. (2019). Evaluación del efecto de tres procesos de beneficiado sobre la calidad física del cacao (*Theobroma cacao* L.) cultivado en la zona norte de la Amazonía ecuatoriana. *1er Simposio Internacional Innovaciones tecnológicas para fortalecer la cadena de cacao en la Amazonía ecuatoriana*. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias-INIAP. La Joya de los Sachas, Ecuador

## 10. Propuestas presentadas:

## 11. Hitos/Actividades por proyecto ejecutadas por el programa o departamento:

### Actividad 1.

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

**Responsable:** Ing. Armando Burbano

**Colaboradores:** Sra. Lenny Valverde, Ing. Yadira Vargas, Agr. Wilson Alcívar

#### Antecedentes:

La pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) es una cactácea originaria de América Central y norte de América del Sur, se cultiva en zonas tropicales y sub tropicales (Vásquez, et al., 2016). En el Ecuador se identifican dos tipos de pitahaya amarilla, la variedad Nacional que se produce en el callejón interandino y la variedad Palora que se cultiva en la Amazonía con un peso promedio de 160 g y 380 g, respectivamente. A nivel nacional se estima que existen 500 ha destinadas a este cultivo, siendo el cantón Palora, provincia de Morona Santiago, la principal zona productora (Pro Ecuador, 2016).

La producción de pitahaya en el cantón Palora se lleva informalmente sin un manejo adecuado, o prácticas establecidas; el conocimiento de técnicas de pre y postcosecha para el manejo de la calidad de los frutos de pitahaya es aún escaso, lo que dificulta su comercialización a mercados internacionales, el 30% de fruta cosechada se puede exportar ya que cumple con los requisitos mínimos de calidad de fruta mientras que la diferencia es para mercado local.

Según Centurión et al. (2000), la calidad organoléptica, nutricional y de manejo postcosecha de la pitahaya depende principalmente del grado de madurez al momento del corte, por los antes expuesto y debido a que se desconocen las diferencias en calidad organoléptica y aceptación por el consumidor entre los diferentes estados de madurez del fruto se desarrollará este estudio que nos permitirá evaluar los cambios físicos y químicos que ocurren durante el crecimiento y maduración del fruto de pitahaya amarilla para definir el estado de madurez óptimo (calidad organoléptica) para que la fruta tenga mayor aceptación por parte de los consumidores.

El protocolo de investigación se presentó en conjunto con el programa de fruticultura y se aprobó en diciembre del año 2017, desde entonces se ha venido trabajando en la fase de experimentación de las variables establecidas, se ha analizado la producción de diciembre 2017 y enero 2018, también la producción de agosto y septiembre 2018, actualmente se cuenta con una base de información que servirá para corroborar las producciones que se vienen en el año 2019.

#### Objetivos

##### Objetivo General.

Determinar la fenología e índices de madurez para la cosecha y conservación al ambiente de la fruta de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*).

### Objetivos Específicos.

- Analizar los cambios físicos y químicos del fruto de pitahaya en las distintas etapas de desarrollo en la planta.
- Definir el tiempo de maduración requerido para alcanzar la condición óptima de consumo.
- Determinar el contenido nutricional de la fruta madura a través del análisis bromatológico.
- Estimar de la vida útil a temperatura ambiente de los frutos de pitahaya.

**Metodología:** (Describir brevemente la metodología utilizada para la ejecución de la actividad, hacer referencia al protocolo o proyecto aprobado por el Comité Técnico de la Estación Experimental, incluyendo el número del acta de aprobación o memorando con el que se aprobó el documento por el Comité Técnico)

### *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 espinas 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 cumplir con los objetivos establecidos, la investigación se realizará de la siguiente manera:

Se seleccionarán 400 flores, esperando que el 60% de estas cuajen para hacer el registro de datos.

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 Figura 3, 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 de la Figura 3. En la Tabla 2 se describe las observaciones aproximadas con los días desde que el fruto este en el estado con espinas café (Figura 2, D) siendo este el día 0 o el día que se

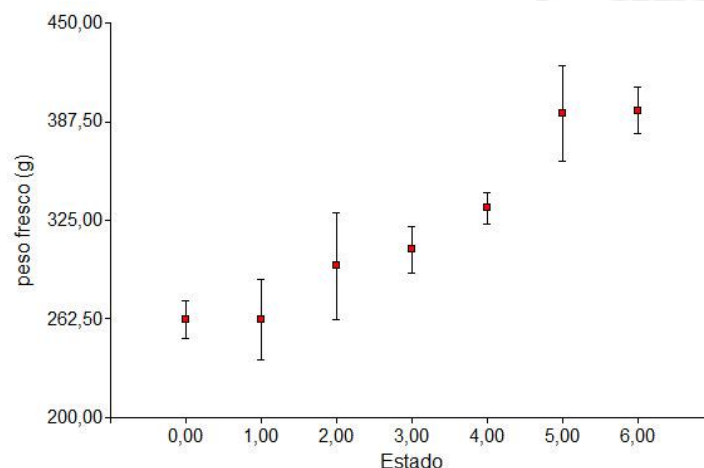
comienza el registro de datos hasta que estén en el estado 6 de la Figura 3 (pueden existir mayor número de observaciones, todo dependerá del estado de los frutos).

La evaluación sensorial deberá realizarse en cada observación como se mencionó anteriormente, como por cada observación se tomarán 5 frutos, se entregará 1 fruto junto a una encuesta con las escalas de valoración a 12 personas, en total se evaluarán los 5 frutos de cada observación.

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.

### Resultados:

En la variable peso de fruto se observa que en el cambio de estados existe un aumento continuo, del estado 0 al estado 6 tuvo valores de 262.11 g a 394.66 g respectivamente (Figura 1). En estudios realizados con la misma variedad se reporta un peso de 331.6 g (Vasquez et al., 2016) en una fruta cosechada en estado 5, valor menor a lo reportado en este estudio en el estado 5 de 392,93 g. Le Bellec et al. (2006) señalan que el tamaño del fruto está determinado por el componente genético, el manejo agronómico del cultivo, por el número de flores polinizadas por planta y por la especie/cultivar. Campos-Rojas (2011) menciona que las pitahayas amarillas presentan un tamaño intermedio en comparación a las rojas, por lo que en las investigaciones realizadas en pitahayas rojas presentan valores mayores de peso de fruto que van entre 350 y 469 g en México (Centurión et al., 2008), en Brasil (415 y 534 g) (Brunini y Cardoso, 2011), Israel (425 y 550 g) (Nerd et al., 1999) y EE.UU. en Florida (141 y 397 g) (Crane y Balardi, 2005).



**Figura 1.** Cambios en peso fresco en los 6 estados de maduración.

## Conclusiones:

Los resultados de este estudio muestran que el peso fresco de la fruta de pitahaya aumenta conforme avanza el desarrollo (maduración) del fruto, llegando a obtener un peso aceptable para el mercado de exportación.

Con los resultados de los análisis físicos y químicos de los frutos se publicó, en el mes de marzo, un artículo científico titulado “Evaluación físico química de fruta de pitahaya (*Selenicereus megalanthus*) en diferentes estados de desarrollo”, en la revista enfoque de la UTE que se encuentra indexada en Latindex y en Scielo.

## Recomendaciones

Evaluar cada uno de los materiales de pitahaya de la granja Palora para determinar la existencia o ausencia de variabilidad genética.

Realizar un estudio sobre poscosecha de pitahaya, con el propósito de alargar el tiempo de almacenamiento sin que se modifiquen sus características físicas y químicas.

## Referencias

- Brunini, M. A., e S. S. Cardoso. (2011). Qualidade de pitaias de polpa branca armazenadas em diferentes temperaturas. Revista Caatinga, Mossoró 24: 78-84.
- Campos-Rojas R., J. Pinedo-Espinoza, R. Campos-Montiel y A. Hernández-Fuentes. (2011). Evaluación de plantas de pitaya (*Stenocereus* spp.) de poblaciones naturales de Monte Escobedo, Zacatecas. Rev. Chapingo Ser. Hortic. 17(3), 173-182.
- 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.
- Centurión, A., Pérez, M., Solís, S., Báez, R., Mercado, E., Saucedo, C. y Sauri, E. (2000). Crecimiento, desarrollo y comercialización de la pitahaya (*Hylocereus undatus*) durante la poscosecha. Revista Iberoamericana Tecnología Poscosecha, 2, 2839-2843.
- Crane, J. H, and C. F. Balerdi. (2005). The Pitaya (*Hylocereus undatus* and other spp.) in Florida. Trop. Res. Educ. Ctr., Univ. of Florida, Homestead.
- Le Bellec F., F. Vaillant y E.Imbert. (2006). Pitahaya (*Hylocereus* spp.): a new fruit crop, a market with a future. Fruits 61(4), 237-249.Doi: 10.1051/fruits:2006021
- 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.

Pro Ecuador. (2016). Análisis sectorial, pitahaya. Quito, Ecuador

Vásquez-Castillo, W., Aguilar, K., Vilaplana, R., Viteri, P., Viera, W., Valencia-Chamorro, S. (2016). Calidad del fruto y pérdidas poscosecha de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus* Haw.) en Ecuador. *Agronomía Colombiana*, 34(1Supl.): S1081-S1083.

## Actividad 2.

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

**Responsable:** Ing. Armando Burbano Cachiguango

**Colaboradores:** Sra. Lenny Valverde, Ing. Nelly Paredes, Ing. Luis Lima

#### Antecedentes

La *Dioscorea* sp, o “patata aérea” es una planta trepadora originaria de las zonas tropicales de Asia y África, pertenece a la familia Dioscoreaceae, ampliamente distribuida en Asia y África y adaptada a otras partes de las zonas tropicales y subtropicales, incluyendo América Central y América del Sur (Coursey, 1967). La familia Dioscoreaceae está representada por nueve géneros y 644 especies (Lebot, 2009).

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).

La planta, a su vez presenta también valor medicinal, que se atribuye al contenido de esteroide diosgenina, principal componente de las píldoras anticonceptivas, su uso para aliviar las llagas en la piel y sus propiedades como analgésico, afrodisíaco, diurético, y un tónico rejuvenecedor (Jiménez et al., 2014). Por otro lado, la caracterización bromatológica de un producto nos permitirá conocer el porcentaje de macronutrientes esta determinación nos ayudará a establecer si este alimento contribuye favorablemente a la dieta (FDA, 1999).

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).

Este protocolo fue presentado a comité en conjunto con el DENAREF en el 2017 y aprobado en el 2018.

## **Objetivos**

### **Objetivo General.**

Establecer la diversidad fenotípica y potencial agroindustrial de la colección de *Dioscorea* sp.

### **Objetivos Específicos.**

- 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.

### **Metodología**

Las muestras se tomarán de cada accesión, considerando que la recolección de producto debe realizarse en la misma proporción de cada planta. Una vez homogenizado se segmentará para elaborar las tres repeticiones.

La parte experimental se la realizará en el laboratorio de alimentos de la EECA- INIAP.

### **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).

### **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.



## 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. A continuación, se presenta el formato para la prueba de aceptación de papa aérea.

**Tabla 1.** Matriz de evaluación de análisis sensorial

ANÁLISIS SENSORIAL DE PAPA AÉREA		
Nombre: _____		Fecha: _____
Sexo: _____	Edad: _____	
Accesiones de papa	Sabor	Observaciones

1. No me gusta, 2. Me gusta poco, 3. Me gusta, 4. Me gusta mucho

## Resultados

En este momento se están analizando en el laboratorio las variables descritas en el protocolo como: contenido proximal, mineral, sensorial y contenido de almidón. Actualmente, han llegado 11 de 13 accesiones de papa aérea, se esperan aún los frutos restantes.

## Conclusiones

El protocolo se encuentra aprobado, el ensayo implementado y se está trabajando en los análisis proximales.

## Recomendaciones

Empezar a trabajar, a principios del año 2020, en la implementación de la metodología para la determinación de almidón por colorimetría.

## Referencias

- 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](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). 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/FoodbornellnessContaminants/UCM255434.pd>
- Jiménez, M., Aurealuz, M., & Martinez, 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.
- 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.

### Actividad 3.

#### **Caracterización morfológica y química de 48 accesiones de ají (Capsicum sp.) colectadas en la Amazonía ecuatoriana**

**Responsable:** Ing. Armando Burbano Cachiguango

**Colaboradores:** Sra. Lenny Valverde, Ing. Nelly Paredes, Ing. Luis Lima

#### **Antecedentes:**

El género Capsicum sp. Es originario de América del Sur y se dispersó por todo el continente americano junto con las migraciones precolombinas. Comprende

alrededor de 30 especies (Nuez et al. 1996). Algunos autores establecen que son 25 especies silvestres y cinco domesticadas (Morán et al. 2004).

El Capsicum conocido en Ecuador como ají, constituye uno de los productos hortícolas con potencial demanda, aunque no todas las variedades de ají son de fácil comercialización. Por ejemplo, el ají criollo tiene una baja demanda, en cambio, otros tipos de ajíes, como el tabasco, el habanero y el jalapeño, presentan mayores oportunidades en el mercado nacional e internacional (Ancla Proají, 2008).

En el mundo moderno, los ajíes sirven como colorantes, aditivos y saborizantes en la industria alimentaria; como aditivos en shampoo; como componente activo en los aerosoles antirrobo; y tienen propiedades analgésicas, anticancerígenas, antiinflamatorias y anti obesidad entre otras en productos farmacéuticos (Rodríguez, 2012).

La caracterización morfológica de plantas permite diferenciar las accesiones taxonómicamente, siendo su objetivo principal evaluar la variabilidad genética de una especie mediante el uso de descriptores morfológicos (Franco e Hidalgo, 2003).

En el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) existe 48 accesiones de Capsicum sp que fueron colectados en los años 90 y se encuentran conservadas en el banco base de germoplasma del INIAP, que debe ser caracterizadas y evaluadas.

Por lo tanto, el objetivo del estudio es la caracterización morfológica y química de 48 accesiones de ají (Capsicum sp) de la Amazonía ecuatoriana, pertenecientes al Banco de germoplasma del INIAP

Este protocolo fue presentado a comité en conjunto con el DENAREF y actualmente está aprobado.

### **Objetivos:**

#### **Objetivo General**

Caracterizar morfológicamente y químicamente 48 accesiones de ají, Capsicum sp., en la Estación Experimental Central de la Amazonía

#### **Objetivos Específicos**

- Caracterizar morfológica, agronómica y químicamente 48 accesiones de ají (Capsicum sp.)

#### **Metodología:**

La investigación se realizará en dos etapas: a) las 48 accesiones se someterán a un proceso de germinación en vivero y posteriormente a la siembra definitiva en

campo y b) se realizará la caracterización morfológica, agronómica y química de las accesiones de *Capsicum* sp.

#### 6.1.1.1. Ubicación

El presente estudio se desarrollará en la Estación Experimental Central de la Amazonía (EECA) del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).

Provincia	Orellana
Cantón	Joya de los Sachas
Parroquia	San Carlos
Altitud	250 msnm
Latitud UTM	00°42'40" Latitud Sur
Longitud UTM	77°09'15" Longitud Oeste

Fuente: EECA 2015

### Caracterización química

#### a) Caracterización proximal

La caracterización proximal se realizará siguiendo las especificaciones del Manual de Procedimientos Operativos del Departamento de Calidad de Alimentos- Estación experimental Central de la Amazonía (INIAP). Se determinará el contenido de humedad, ceniza, proteína, fibra y extracto etéreo de las 48 accesiones de ají. Cada muestra dependiendo del tamaño deberá tener al menos cuatro unidades para realizar el análisis, las semillas no serán consideradas.

#### b) Determinación de pH y Acidez Titulable

De igual manera para la determinación del pH y acidez titulable se seguirá las especificaciones del Manual de Procedimientos Operativos del Departamento de Calidad de Alimentos- Estación Experimental Central de la Amazonía (INIAP). Para la determinación del potencial hidrogeno se utilizará un potenciómetro, un homogeneizador de muestra y un vaso de precipitación de 100 mL. Cada muestra dependiendo del tamaño deberá tener al menos cuatro unidades para realizar el análisis, las semillas no serán consideradas.

#### c) Análisis de minerales

Los análisis minerales se realizarán siguiendo las especificaciones del Manual de Procedimientos Operativos del Departamento de Calidad de Alimentos- Estación experimental Central de la Amazonía. Se determinarán los macro y micro elementos que se describen a continuación:

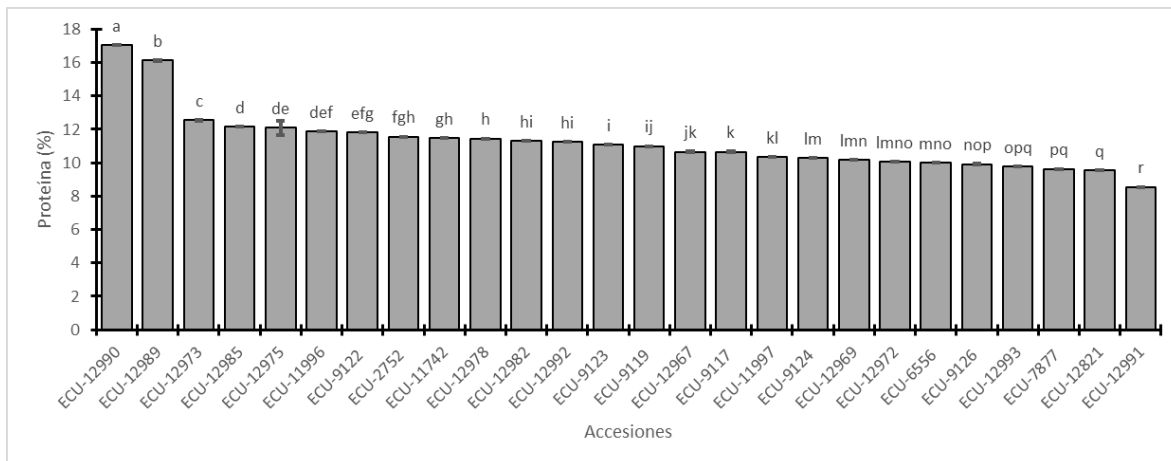
**Macroelementos.** - Sodio (Na), Potasio (K), Calcio (Ca), Magnesio (Mg) estos elementos serán analizados con el espectrofotómetro de absorción atómica, y el fósforo (P) mediante el espectrofotómetro UV/ Visible.

**Microelementos.** - Cobre (Cu), Hierro (Fe), Zinc (Zn) y Manganese (Mn) serán analizados con el espectrofotómetro de absorción atómica. Cada muestra dependiendo del tamaño deberá tener al menos cuatro unidades para realizar el análisis, las semillas no serán consideradas.

## Resultados

En la actualidad se cuenta con un registro de datos producto de la caracterización proximal de 26 accesiones de ají y de 18 químicas, los análisis de las accesiones restantes se han limitado debido al ciclo de producción de las plantas y al establecimiento de un nuevo banco de germoplasma.

Los valores tabulados de proteína se muestran en la figura 2, en el cual se observa que existen dos materiales que contienen cantidades elevadas de proteína, cuyos valores bordean el 16%, además se muestra significancia frente a los otros materiales que están en el orden del 12% y hacia abajo.



**Figura 2.** Contenido de proteína de 26 accesiones de ají

Los contenidos de proteína están dados sobre una base seca, y representan un contenido importante que podría servir además de proveer sabor como un sustituto parcial de una dieta alimenticia.

## Conclusiones

Los resultados tabulados mostraron que dos materiales tienen altos contenidos de proteína, lo que significa un gran potencial nutricional para elaboración de sub productos agroindustriales.

## Recomendaciones

Evaluar el contenido de polifenoles, actividad antioxidante y Capsaicina en el año 2020, de los materiales de ají del germoplasma de la EECA.

Se recomienda nuevamente el ingreso de 26 muestras para continuar con los análisis de laboratorio dado que hay insuficiente cantidad almacenada.

## Referencias

- Ancla-Proají. 2008. Uso de Buenas Prácticas Agrícolas para Acceder a Mercados de Exportación.
- Rodríguez, K. 2012. Importancia del chile *Capsicum Annum*. L como un Recurso Alimentario en México (Tesis de Grado). Universidad Veracruzana, Veracruz, México.
- Morán BSH; Ribero, BM; García, FY; Ramírez, VP. 2004. Patrones isoenzimáticos de chiles criollos (*Capsicum annum* L.) de Yucatán, México. In L. Chávez-Servia, J. Tuxill, D.I. Jarvis Eds. Cali, CO, IPGRI. p. 83-89.
- Nuez, F; Gil, R; Costa, J. 1996. El cultivo de pimientos, chiles y ajíes. Madrid, ES, Mundiprensa. Sp.
- Rodríguez, K. 2012. Importancia del chile *Capsicum Annum*. L como un Recurso Alimentario en México (Tesis de Grado). Universidad Veracruzana, Veracruz, México.

## Actividad 4.

### **Evaluación del efecto del pre secado y tiempo de fermentación del beneficio semiautomatizado en la calidad física y química del cacao Nacional y Súper Árbol cultivado en la Provincia de Orellana**

**Responsable:** Ing. Armando Burbano

**Colaboradores:** Sra. Lenny Valverde

#### **Antecedentes**

Ecuador tiene el cacao fino de aroma con las mejores características del mundo, por las condiciones geográficas y la riqueza en recursos biológicos que posee, se estima que el 80% de la producción proviene del cacao tipo Nacional mientras que el 20% restante pertenece a otras variedades como el CCN51 (Baquerizo, 2015).

El beneficio de las almendras de cacao es de gran importancia para que reúnan las condiciones físicas, químicas y sensoriales que exige la industria y el consumidor final (Mororó, 2007). Esta etapa de la cadena de valor (Poscosecha) del cacao requiere de un manejo estricto, donde las etapas de fermentación y secado son las más importantes ya que promueven y definen las características de color, sabor y aroma del chocolate (Sánchez et al. 2008).

Esta investigación se plantea como una alternativa para mejorar el proceso poscosecha que se viene realizando tradicionalmente, para lo cual se busca

establecer un proceso óptimo de beneficiado en el número de días u horas de fermentación del cacao bajo un módulo semiautomatizado.

Se pretende determinar cuál es el efecto que tiene el tratamiento postcosecha en las características físicas y químicas de los granos de cacao a diferentes tiempos del beneficio y en un sistema semiautomatizado.

Este es un protocolo que se ha venido trabajando juntamente con la empresa privada CacaoExport, tuvo un inicio en el año 2016 con el desarrollo de pruebas preliminares hasta la fase de experimentación, la cual consiste en fermentación en un beneficio semiautomatizado y toma de muestras en conjunto hasta el año 2018. Sin embargo, por la alta rotación del personal del departamento y por los cambios que han existido en la administración de la empresa privada, ha ocasionado retrasos continuos y hasta disminución del interés de la empresa en apoyar este protocolo. En la actualidad se está retomando todo el trabajo que se ha venido desarrollando para dar continuidad y terminar la fase de análisis con el objetivo de elaborar al menos un artículo técnico sobre este estudio en el siguiente año.

## Objetivos

### Objetivo General

Evaluar el efecto del tiempo durante el proceso de fermentación y secado sobre el contenido de grasa, polifenoles totales, polifenoles individuales: catequina, epicatequina y procianidinas, alcaloides y la formación del perfil aromático en cacao nacional y súper árbol.

### Objetivos Específicos

- Evaluar las características químicas de las almendras de cacao nacional y súper árbol en distintos tiempos de fermentación.
- Determinar el tiempo óptimo de fermentación bajo el módulo semiautomatizado en las almendras de cacao nacional y súper árbol que brinde las mejores características físicas y químicas.

### Metodología

Unidad experimental: Cada unidad experimental corresponderá a una muestra de 10 libras de cacao beneficiado de los diferentes tiempos de fermentación, los cuales serán recolectados cada 12 horas en un lapso de 108 horas (5 días), y se replicará en tres lotes consecutivos para verificar la reproducibilidad de las condiciones de fermentación y secado.

### *Variables Dependientes*

**Atributos de calidad física:** porcentaje de fermentación, índice de semilla, número de almendras en 100 gramos, porcentaje de testa, determinación de pH (Stevenson, C.; Corven, J. y Villanueva, G, 1993), (Manual de procedimientos Departamento de Calidad de Alimentos-INIAP-EECA).

**Atributos de calidad de química:** porcentaje de grasa y concentración de polifenoles totales, estos análisis se lo realizarán de acuerdo al Manual de Procedimientos para análisis de alimentos del Departamento de Calidad de Alimentos-INIAP-EECA.

#### *Variables Independientes*

Puntos críticos de control: temperatura de la masa de cacao en fermentación (°C), tiempo de fermentación (horas), tiempo de la masa de cacao en proceso de secado (horas).

Para la evaluación física, química se tomará en fundas de papel 1 kg de almendras fermentadas del módulo de fermentación. Las muestras se tomarán cada 12 horas durante los 8 días de duración del proceso, en total se tomarán 16 muestras. Las muestras de 1 kilogramo se secarán en una estufa a 60°C hasta un 7% de humedad para determinar el % de fermentación y las variables físico químicas establecidas.

### **Resultados**

Al momento se cuenta con una base de datos consolidada de los análisis físicos y químicos de los lotes de cacao Nacional y Súper Árbol con tres repeticiones cada uno, sin embargo, se está reformulando el protocolo de investigación para incrementar el análisis de antioxidantes de los dos tipos de cacao y para eliminar análisis del contenido de linalol, ya que este último componente necesita metodológicamente condiciones específicas de un proceso de fermentación. Para el año 2020 está planificado la publicación de sus resultados completos.

Los resultados parciales tabulados muestran que el contenido de grasa entre los dos materiales (Nacional y súper Árbol) no presentan diferencias estadísticas significativas de acuerdo a la tabla 2. Esto sugiere que el contenido de extracto etéreo de cacao no está influenciado por el proceso de fermentación, sino por el material.

**Tabla 2.** Contenido de materia grasa de dos materiales de cacao fermentado

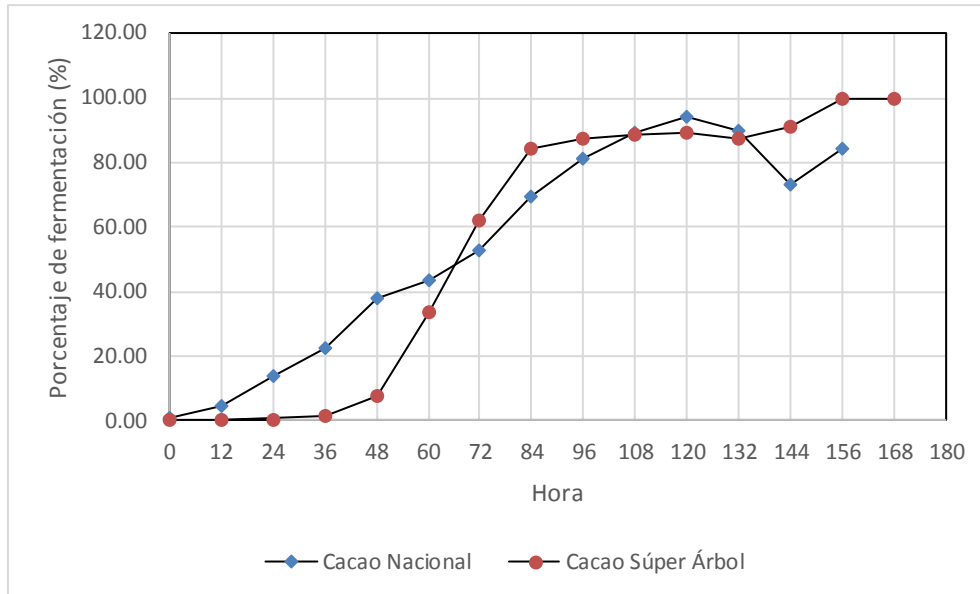
<b>Tipos de cacao</b>	<b>Medias</b>	<b>n</b>	<b>E.E</b>
<b>Súper Árbol</b>	41,80a	0,25	A
<b>Nacional</b>	47,85b	0,27	B

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )*

De acuerdo a la figura 3, el porcentaje de fermentación se incrementa proporcionalmente con el tiempo de fermentación para los dos tipos de cacao estudiados. En el caso de cacao Nacional a partir de las 108 horas no existe diferencias significativas en el porcentaje de fermentación, mientras que para el Súper árbol a partir de las 96 hora no existen diferencias estadísticas. Estos



resultados sugieren que el cacao nacional bajo este sistema solo debe fermentarse por 108 h y el Súper Árbol por 96 h.



**Figura 3.** Porcentaje de fermentación de cacao Nacional y Súper Árbol

### Conclusiones

Se determinó que el contenido graso del cacao es independiente del tipo de fermentación y se debe principalmente al tipo de material, lo que se obtuvo un 14,5% más contenido graso en cacao Nacional que el súper árbol.

De acuerdo al análisis del porcentaje de fermentación se determinó que el cacao Nacional necesita un tiempo mayor de fermentación de 108 h en comparación con el Súper Árbol cuyo tiempo adecuado es de 96 h.

Estas conclusiones son aún parciales, se tendría que corroborar con variables químicas más específicas para sugerir con mayor precisión el tiempo óptimo de fermentación bajo este sistema y también para determinar si existe alguna variación de calidad entre estos dos materiales.

### Recomendaciones

Desarrollar análisis químicos más específicos como teobromina, cafeína, catequina, epitecatequina y antioxidantes para tener conclusiones más precisas sobre la calidad de fermentación de los dos materiales.

### Referencias:

Baquerizo, P.2015.Chocolate Ecuatoriano con calidad de exportación <http://www.revista-laverdad.com/category/politica/>.

- Mororó, R. 2007. Aproveitamento dos derivados, subprodutos e resíduos do cacau. CEPLAC, Itabuna, Bahia, Brasil.
- Sánchez, A., Castellanos, O. y Domínguez K. 2008. Mejoramiento de la poscosecha del cacao a partir del roadmapping. Revista ingeniería e investigación, vol 28. 150-158 p.

### **Actividad 5.**

**Estudio de las interacciones ecológicas del cacao (*Theobroma cacao*) en diferentes sistemas agroforestales bajo diferentes manejos agronómicos – MÉTODO DE EVALUACIÓN: Determinación la calidad física, química y funcional de los frutos de los clones de cacao cultivados bajos los diferentes sistemas agroforestales – AFAM CATIE 2014-2016**

**Responsable:** Ing. Armando Burbano Cachiguango

**Colaboradores:** Sra. Lenny Valverde

### **Antecedentes**

La producción de cacao en la Amazonía es muy importante, de acuerdo al INEC, en el año 2016 existían un total de 41 815 ha plantadas, con una producción de 11 229 t; las provincias de Sucumbíos, Napo y Orellana eran las más representativas, esta producción se encuentra en manos de pequeños campesinos cuyas prácticas de beneficio poscosecha aún son empíricas sin un nivel mínimo de tecnificación.

Además, existen cultivos con arreglos bajos diferentes sistemas agroforestales, pero sin datos sobre la influencia de estos arreglos en la calidad de almendra de cacao.

Por lo tanto, se plantea determinar la calidad del cacao de la RAE con el proceso poscosecha del productor y bajo el efecto de un beneficiado eficiente y cuál es la influencia de estos arreglos en la calidad final de la almendra.

Debido a la alta rotación de personal en el laboratorio de alimentos causada por la inestabilidad laboral (personal de contrato ocasional), las actividades programadas se han visto directamente afectadas presentando retraso, incumplimiento y falta de proyección. En el año 2017, ejercieron las funciones de responsable 3 personas y en el 2018 de 2 personas, lo que ha impedido continuidad y eficacia en los procesos de investigación y en la eficiencia de la promoción y oferta de servicio.

Los análisis correspondientes a esta investigación están hechos y se cuenta con información valiosa que sin duda debe ser procesada para la elaboración de un artículo científico.

Se cuenta con un protocolo aprobado por el comité técnico de la estación, este es un proyecto que viene desarrollándose desde el 2015.

## Objetivos

### **Objetivo general.**

Determinar la calidad del cacao de la RAE con el proceso poscosecha del productor y bajo el efecto de un beneficiado eficiente.

### **Objetivos específicos**

- Realizar un diagnóstico de la calidad de cacao que se vende en las fincas de las provincias Orellana y Sucumbíos a través de encuestas en finca sobre el manejo poscosecha y análisis del porcentaje de fermentación.
- Establecer la calidad del cacao de fincas de la Amazonía ecuatoriana implementando un proceso de beneficio eficiente y considerando la influencia del sol y sombra en el cultivo
- Determinar el contenido de polifenoles y alcaloides de cacao nacional, súper árbol y ccn51 beneficiado y proveniente de fincas de la Amazonía ecuatoriana considerando la influencia del sol y sombra en el cultivo.

## Metodología

Para llevar a cabo el objetivo a) se identificó 17 fincas en las que se encuestó a los productores sobre el manejo poscosecha que realizaba al cacao para la venta y se recolectó por una sola vez de acuerdo a la disponibilidad de la finca el cacao en las condiciones que el productor vendía, por lo que la recolección se realizó a lo largo del año 2014 entre los meses de septiembre y noviembre principalmente. Los datos recolectados mediante la encuesta fueron: Si realiza fermentación, los días que tarda la fermentación que realizó, el tiempo que tarda en sacar el cacao. Con las muestras de cacao entregadas por los productores, en el laboratorio de alimentos de la EECA se realizaron los siguientes análisis: % de fermentación (corte de 100 semillas), pH de testa, pH de cotiledón, % humedad, índice de semillas, número de almendras en 100 g y % testa.

Para ejecutar el objetivo b) en el año 2015, se validó el proceso de fermentación de cacao, en el cuarto de fermentación de la EECA, utilizando cajas Rohan. Las condiciones de temperatura y HR del cuarto se tomaron en la mañana y en la tarde, al igual que la temperatura de la masa de cacao fermentada. En cada día de fermentación se tomó una muestra de al menos 250 g, misma que fue secada en estufa de aire forzado a 65°C hasta disminuir la humedad al 7%, esta muestra seca se descascarilló, las almendras se congelaron y luego se molieron (la congelación previa evita que en la molienda el producto se haga pasta y exista separación de grasa). Las almendras molidas se desengrasan con éter de petróleo utilizando el método soxhlet para luego determinar el índice de fermentación (DO460/DO525) de cacao Nacional, súper árbol y CCN51, lo que nos permite junto con la temperatura alcanzada por las almendras en la fermentación determinar los días en que se alcanza una fermentación completa. El índice de fermentación busca alcanzar el valor de 1.

Para determinar la calidad del cacao de la Amazonía ecuatoriana con un proceso de beneficio se identificaron 34 fincas, en las que se determinó el área que poseía mayor influencia de la sombra y cual tenía mayor influencia del sol, en plantaciones de cacao, para luego recoger por una sola vez las mazorcas maduras y sanas, abrirlas con un “machetillo” y sacar las almendras en baba sanas hasta completar una cantidad promedio de 20 libras, muestra que se subdividió en 2, teniendo así dos repeticiones para el proceso de fermentación y posteriores análisis de laboratorio (los análisis de laboratorio siempre se realizan por duplicado). Esta muestra de cacao en baba se trasladó en el mismo día a la EECA, en donde se inició la fermentación en cajas Rohan en el cuarto de fermentación, cuya estructura es de madera con piso de concreto. Las variables que se midieron diariamente en el proceso de fermentación fueron: HR y temperatura (dos veces al día), temperatura de las almendras fermentadas. Luego, se procedió con el secado en invernaderos hasta bajar la humedad al 7%. Este proceso poscosecha se llevó a cabo entre los meses de febrero y junio.

Las dos submuestras de cacao (10 libras) fermentadas y secas de cada lote de cacao se ingresó al laboratorio para proceder con los análisis de (Porcentaje de fermentación por corte de 100 semillas, pH testa, pH de cotiledón antes y después de la fermentación, % de grasa o Extracto etéreo (EE)). Una vez que las muestras fueron desengrasadas, con el residuo se procedió a analizar el contenido de polifenoles (mg de ácido gálico/g muestra), Teobromina %, Cafeína %, Relación Teo/Caf, Epicatequina mg/g, Catequina mg/g, Procianidina (B1) mg/g, Procianidina (B2) mg/g, Procianidina (C1) mg/g.

## Resultados

Con los resultados de las variables físicas referidas a porcentaje de fermentación, índice de almendra, número de almendras en 100 g, porcentaje de testa; variables químicas como pH de testa y cotiledón se realizó una publicación científica en el mes de julio del año 2019 en la revista: *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)* con el título “Evaluation of the Cocoa Bean (*Theobroma Cacao L.*), using Two Fermentators, Orellana and Sucumbios Provinces, Ecuador”.

Sanchez, M., Mestanza, C., Burbano, R., Vargas, Y., Calero, A., & Ramirez, C. (2019). Evaluation of the Cocoa Bean (*Theobroma Cacao L.*), using Two Fermentators, Orellana and Sucumbios Provinces, Ecuador. *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*, 8(07), 278–283.

## Recomendaciones

Enviar manuscritos de artículos a revistas de mayor impacto con los resultados de las variables químicas que se tiene en base de datos, dado que se cuenta con información valiosa y muy relevante.

## Referencias

- Calderón, D. 2004. Caracterización y evaluación de accesión de cacao Amazónico con énfasis en su comportamiento sanitario y productivo. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Tesis Ing. Agr. Universidad Técnica de Babahoyo. 79 p.
- CAOBISCO/ECA/FCC. 2015. Cocoa Beans: Chocolate and Cocoa Industry Quality Requirements. End, M.J. and Dand, R., Editors.
- Chang, J., Vallejo, C., Párraga, D., Morales, W., Macías, J. y Ramos, R. 2014. Atributos físicos-químicos y sensoriales de las almendras de quince clones de cacao nacional (*Theobroma cacao* L.) en el Ecuador. *Ciencia y Tecnología*, 7(2):21-34.
- Jiménez, J., Amores, F., Nicklin, C., Rodríguez, D., Zambrano, F., Bolaños, M., Reynel, V., Dueñas, A., y Cedeño, P. 2011. Micro fermentación y análisis sensorial para la selección de árboles superiores de cacao. *Boletín técnico* N°140. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).
- NTE INEN 176. 2018. Granos de cacao. Requisitos. Quinta revisión. Quito, Ecuador.
- Romero, J. 2016. Incidencias del método de fermentación en la calidad de las almendras y licor de teobroma cacao L., tipo Nacional (Tesis de pregrado). Universidad Técnica de Machala, Machala, Ecuador.
- Zambrano, A., Gómez, A., Ramos, G., Romero, C., Lacruz, C., y Rivas, E. 2010. Caracterización de parámetros físicos de calidad en almendras de cacao criollo, trinitario y forastero durante el proceso de secado. *Agronomía Tropical*, 60(4), 389-396.

## Actividad 6.

### **Evaluación del contenido mineral en marzorca de la producción de Cacao Nacional en la región amazónica del Ecuador a través de fertirrigación en la EECA - Orellana**

**Responsable:** Ing. Armando Burbano

**Colaboradores:** Sra. Lenny Valverde

#### **Antecedentes**

El riego es una práctica agrícola importante para los cultivos debido a que ofrece como único medio para aumentar los rendimientos más allá de lo que es posible conseguir con el uso de fertilizantes y abonos o de mejoras en el manejo del suelo o del cultivo de variedades de plantas de alto rendimiento, resistentes a las enfermedades, híbridos producidos por selección o cruzamiento (Hardy, 1970). En el caso de la fertirrigación permite el aporte de nutrientes de forma planificada y en dosis no concentradas que aumenta de forma significativa la eficiencia de la fertilización, disminuye los costos por unidad de nutrientes y permite satisfacer de forma adecuada y con alta precisión las demandas nutricionales de la planta de cacao según los estados fenológicos, edades de las plantas y nivel de producción.

El objetivo del estudio es evaluar el efecto de la fertilización por medio de un sistema de precisión por goteo en las variables agronómicas, morfológicas, de calidad y económicas.

Para cumplir con el objetivo se evaluará, de las mazorcas de cacao de cada tratamiento, el contenido mineral del exocarpo, endocarpo y también de la almendra de cacao, además se realizará la caracterización proximal de cada una de las partes antes mencionadas.

Este trabajo forma parte de un proyecto entre INIAP-MIGAL, para el mejoramiento de la producción de Cacao Nacional (*Theobroma cacao* L.) en la región Amazónica del Ecuador a través de fertirrigación.

## Objetivos

### Objetivo general

Evaluar el efecto de la fertilización por medio de un sistema de precisión por goteo en las variables agronómicas, morfológicas, de calidad y económicas.

### Objetivos específicos

- Evaluar el impacto de la fertirrigación en varios componentes que definen la calidad física-química de los granos de cacao.

## Metodología

De cada uno de los tratamientos se cosecharán mazorcas de cacao y se analizarán las características físicas y químicas tanto la corteza como la almendra por separado, de acuerdo a la metodología detallada a continuación.

### a) Caracterización proximal

La caracterización proximal se realizará siguiendo las especificaciones del Manual de Procedimientos Operativos del Departamento de Calidad de Alimentos- Estación experimental Central de la Amazonía (INIAP). Se determinará el contenido de humedad, ceniza, proteína, fibra y extracto etéreo. Cada muestra dependiendo del tamaño deberá tener al menos cuatro unidades para realizar el análisis, las semillas no serán consideradas.

### b) Análisis de minerales

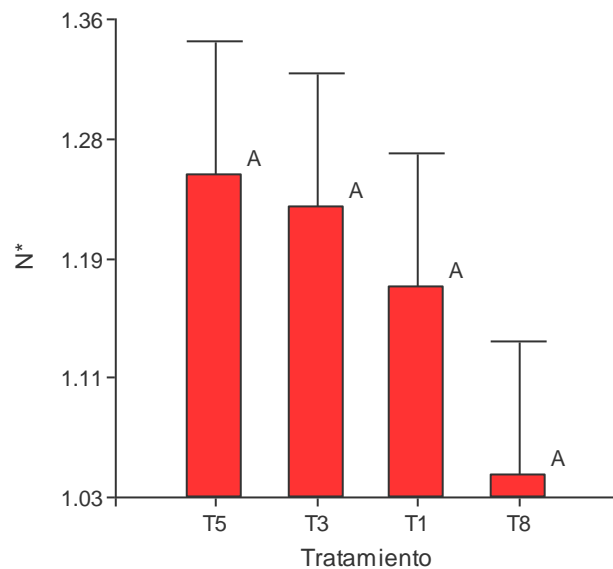
Los análisis minerales se realizarán siguiendo las especificaciones del Manual de Procedimientos Operativos del Departamento de Calidad de Alimentos- Estación experimental Central de la Amazonía. Se determinarán los macro y micro elementos que se describen a continuación:

**Macroelementos.** - Sodio (Na), Potasio (K), Calcio (Ca), Magnesio (Mg) estos elementos serán analizados con el espectrofotómetro de absorción atómica, y el fósforo (P) mediante el espectrofotómetro UV/ Visible.

**Microelementos.** - Cobre (Cu), Hierro (Fe), Zinc (Zn) y Manganese (Mn) serán analizados con el espectrofotómetro de absorción atómica. Cada muestra dependiendo del tamaño deberá tener al menos cuatro unidades para realizar el análisis, las semillas no serán consideradas.

## Resultados

En la figura 4 se muestran los resultados del contenido de nitrógeno en (%) de la mazorca de cacao de cada uno de los tratamientos de fertirrigación. Como se observa no existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, esto quiere decir que no influye la fertilización aplicada sobre el contenido de nitrógeno de las mazorcas de cacao de los tratamientos analizados.



**Figura 4.** Porcentaje de nitrógeno de la mazorca de cacao entre los cuatro tratamientos de fertirrigación

Sin embargo, al comparar el contenido de nitrógeno de la mazorca y almendra, se encontró significancia estadística, en el cual la almendra es la que contiene mayor proporción con respecto a la mazorca, y por ende va a contener mayor concentración proteica.

**Tabla 3.** Contenido de nitrógeno de almendras y mazorcas de cacao de fertirrigación

Cacao	Medias	n	E.E	Significancia
Almendra	1,60a	16	0,07	A
Mazorca	1,17b	16	0,07	B

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )*

## Conclusiones

Los resultados muestran que la almendra de cacao almacena mayor proporción de proteína en comparación con la mazorca.

## Recomendaciones

Se sugiere analizar también la parte de calidad de almendra, como polifenoles, tamaño y peso de almendra y realizar pruebas organolépticas, para evaluar la variación de sus características con cada uno de sus tratamientos, y determinar la influencia positiva o negativa en la calidad de almendra con este método de fertilización.

## Referencias

Hardy, F. 1970. Edafología Tropical. México. 416 pp.

### Actividad 7.

**Evaluación del contenido nutricional del componente forrajero de diferentes sistemas silvopastoriles, en la región Amazónica, como alternativa para la sostenibilidad de la actividad ganadera, en la Granja Experimental Palora del INIAP**

**Responsable:** Ing. Armando Burbano

**Colaboradores:** Sra. Lenny Valverde, Ing. Carlos Congo

### Antecedentes

La actividad agropecuaria en la Amazonía, ha sido distinta a la observada en la Costa. Después de la tala del bosque primario, se mantiene de uno a tres años de cultivos de ciclo corto como: naranjilla, (*Solanum quitoense* Lam), maíz (*Zea mays* L), yuca (*Manihote sculenta* Crantz) y en algunos casos arroz; para luego dar paso a la siembra de pastos y a una producción ganadera extensiva, la que, en muchos casos, presiona los remanentes de especies arbóreas o arbustivas, quedando los espacios convertidos en praderas degradadas (Nieto et al., 2004).

En la Región Amazónica Ecuatoriana (RAE) las pasturas, constituyen la principal razón de cambio de uso de la tierra, desde el ecosistema original de bosque a superficie con intervención para actividades productivas, es así que el cultivo de pastizales constituye del 73% al 84% del aprovechamiento productivo del suelo en la RAE (Nieto y Caicedo, 2012).

Tal como se ha sugerido en trabajos previos (Grijalva, J. et al. 2002) la intensificación de pasturas y la recuperación de pasturas degradadas son las mejores estrategias para aumentar la unidad animal por hectárea y, por lo tanto, reduciría el impacto ambiental. Pero, con el mejoramiento de las pasturas, la ganadería bovina puede continuar creciendo sin comprometer el aspecto



ambiental. De hecho, la respuesta es sí, en la región amazónica ecuatoriana es posible liberar alrededor de un 25% del total de pasturas para dedicarlas a la producción agrícola en caso de que las pasturas sean mejor manejadas.

La utilización de sistemas silvopastoriles ha sido señalada como una alternativa de uso de la tierra para la recuperación de áreas degradadas en la región amazónica. En el noreste de Pará, Brasil, los productores han utilizado el pastoreo en plantaciones forestales, sobretodo de gallinazo (*Schizolobium amazonicum*) con pasturas humicicola (*Brachiaria humicicola*), conformándose un sistema con déficit de fuentes de proteína afectando directamente la nutrición de los animales lo que no es favorable para la producción de leche y carne de la zona; para lo cual, buscar alternativas que compensen las necesidades nutricionales es urgente.

El objetivo de este trabajo fue analizar económicamente ese sistema silvopastoril (SSP) comparado a un monocultivo forestal (MF), utilizando los indicadores económicos:

Este protocolo se trabaja en conjunto con el programa de ganadería, el departamento de alimentos se encarga de analizar nutricionalmente los pastos provenientes de los sistemas que conforman el diseño experimental.

Este protocolo se viene trabajando en conjunto con el programa de ganadería de la estación, se inició la fase de análisis nutricional a partir de abril del 2018.

## Objetivos

### Objetivo General.

Evaluar 4 alternativas silvopastoriles para el mejoramiento de la actividad ganadera en el cantón Palora.

### Objetivos Específicos.

- Determinar el aporte nutritivo de las alternativas silvopastoriles en la alimentación del ganado bovino.

### Metodología

Se analizará al primer aprovechamiento de la pastura y cada dos años en las épocas de máxima y mínima precipitación de cada unidad experimental, donde se obtendrá una muestra compuesta aproximadamente de un kilogramo, se etiquetará y se enviará al laboratorio de Nutrición y Calidad de la Estación Experimental Central de la Amazonía del INIAP para realizar el análisis bromatológico, donde se determinará: humedad, proteína bruta, digestibilidad in vitro, fibra cruda, extracto no nitrogenado, extracto etéreo, cenizas totales, fibra detergente neutra, minerales totales.

Todos estos análisis se realizarán siguiendo las especificaciones del manual de procedimientos operativos del Departamento de Calidad de Alimentos- EECA, cuya metodología se basa en (Harris, 1970).

## Resultados

Los resultados del análisis bromatológico del componente forrajero se encuentran en la figura 5.

**Tabla 4.** Contenido proximal de las especies forrajeras de la granja Palora

Especie	Proteína	Fibra cruda	Grasa	Cenizas
Xaraes	8,21a	32,68a	2,03a	9,53a
Botón de oro	21,05b	10,26b	3,21a	13,60b
Flemingia	17,43b	24,69c	2,28a	4,89c
<i>P</i> valor	<0,0001	<0,0001	0.0903	<0,0001
EEM	1,47	0.90	0,45	0,59

abc: Medias con letras distintas entre columna difieren significativamente ( $p < 0,05$ ); EEM: Error estándar de la media.

Como se observa en la tabla 5, los contenidos nutricionales están en función de la especie forrajera. El botón de oro es la especie que se destaca en el contenido proteico, y en la baja cantidad de fibra, lo cual es positivo para la suplementación animal.

Estos resultados sirven de base para elaborar formulaciones que sirvan de suplemento alimenticio para la alimentación animal.

## Conclusiones

Se cuenta con una base de datos de los análisis proximales de las especies forrajeras de la granja del cantón Palora

## Recomendaciones

Realizar una publicación técnica o científica con los resultados del componente nutricional de estas especies forrajeras.

## Referencias

- GRIJALVA, J., ARÉVALO, V., Y WOOD, Ch. 2002. Expansión y trayectorias de la ganadería en la Amazonía del Ecuador. Publicación miscelánea del INIAP. Editorial Tecnigrava, Quito Ecuador, p 201.
- Nieto, C. y Caicedo C, 2012. Análisis reflexivo sobre el Desarrollo Agropecuario Sostenible en la Amazonía Ecuatoriana. INIAP – EECA. Publicación Miscelánea N° 405. Joya de los Sachas, Ecuador. Pág. 102.

## Actividad 7.

### Evaluación de la capacidad productiva y composición nutricional del pasto híbrido Cuba OM-22 (*Pennisetum purpureum* Schumach x *Pennisetum glaucum* L.) a tres edades de corte.

**Responsable:** Ing. Armando Burbano

**Colaboradores:** Sra. Lenny Valverde, Egda. Gina Morocho, Ing. Carlos Congo

#### Antecedentes

En nuestro país la actividad ganadera en su mayoría es manejada de forma extensiva, son pocas las ganaderías tecnificadas que se encuentran en la amazonía ecuatoriana, se necesitan grandes extensiones de terreno para mantener esta actividad. La carga animal es relativamente baja, teniendo entre 0.6 - 1 Unidades Bovinas Adultas (UBAS) por hectárea, debido a esta problemática y tomando en consideración el marco legal que rige en la constitución del Ecuador, la intervención agropecuaria en la amazonía ecuatoriana debe observar aspectos sociales, económicos, culturales y ambientales, por esta razón desde la academia, institutos de investigación y políticas públicas de la Región Amazónica Ecuatoriana (RAE), han realizado esfuerzos para el desarrollo de alternativas e innovaciones tecnológicas para la intensificación de la ganadería bovina y el manejo eficiente de las pasturas, con el propósito de reducir la frontera pecuaria en la región; es por ello que durante algunos años se han introducido diferentes especies forrajeras genéticamente mejoradas y adaptadas a la condiciones agroecológicas de la zona (Guaicha, 2015).

#### Objetivo

Evaluar la capacidad productiva y composición nutricional del pasto híbrido Cuba OM-22 (*Pennisetum purpureum* Schumach x *Pennisetum glaucum* L.) a tres edades de corte (30,45 y 60 días) en la Estación Experimental Central de la Amazonía.

#### Metodología

##### Caracterización química

La materia seca verdadera (MS) se determinará mediante una estufa Thermo Scientific de aire forzado a 100°C hasta obtener un peso constante (934.01), proteína cruda (PC) mediante el método Kjeldahl (979.09), por el método de gravimetría se determinará ceniza (942.05), fibra cruda (962.09) y extracto etéreo (2003.06). Macroelementos Calcio, Magnesio por espectrofotometría de absorción atómica (968.08) usando un espectrofotómetro (AAAnalyst 700, PerkinElmer) y Fósforo por espectrofotometría UV visible (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). Fibra detergente neutra (FDN), fibra detergente ácida (FDA) y Lignina (LG) se determinará por el esquema de Van Soest (Van Soest, 1994) por gravimetría (Dosil Fiber Selecta).

## Resultados

Es un protocolo que se aprobó por comité técnico a mediados del año 2019 como parte de una tesis de pregrado, por lo cual no se encuentra en el POA del departamento.

Los análisis físicos y químicos se encuentran completos, y sus resultados se están escribiendo en la tesis de pregrado. Se espera en el 2020 que el estudio se encuentre concluido incluido con una publicación científica.

## Conclusiones

Los análisis del contenido proximal y esquema de Van Soest están completos

## Recomendaciones

Realizar una publicación científica con los resultados nutricionales y de digestibilidad in vitro.

## Actividad 8.

### Banco de germoplasma de especies forrajeras de la Estación Experimental Central de la Amazonía

**Responsable:** Ing. Armando Burbano

**Colaboradores:** Sra. Lenny Valverde, Ing. Carlos Congo

#### Antecedentes

La Estación Central de la Amazonia desde hace más de 15 años viene investigando especies de gramíneas y leguminosas, con el propósito de seleccionar ecotipos que se adapten a las condiciones edafoclimáticas de la RAE, además existen algunas especies introducidas por los propios productores de otras zonas del país y países vecinos, por este motivo el programa de Forestería estableció un banco de germoplasma de pastos y forrajes en los predios de la Granja Experimental San Carlos, para evaluar su adaptación, potencial de producción, digestibilidad, y que sirvan de medio de investigación, transferencia tecnológica para productores, técnicos y estudiantes de la RAE.

#### Objetivos

Recolectar especies de gramíneas, leguminosas rastreras, arbustivas y otras forrajeras para implementar el banco de germoplasma en la Estación Experimental Central de la Amazonía.

Estudiar el comportamiento agronómico de las especies de gramíneas y leguminosas introducidas en el banco de germoplasma.

## Metodología

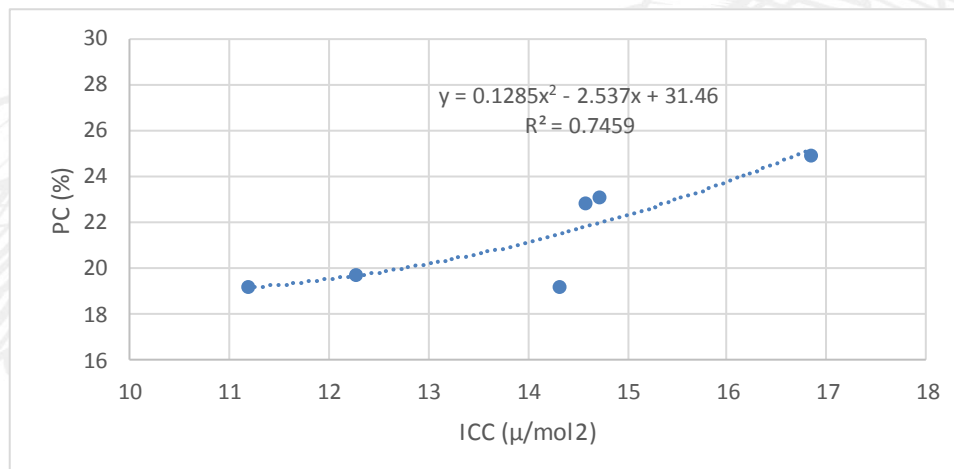
### Valor nutritivo

La materia seca verdadera (MS) se determinará mediante una estufa Thermo Scientific de aire forzado a 100°C hasta obtener un peso constante (934.01), proteína cruda (PC) mediante el método Kjeldahl (979.09), por el método de gravimetría se determinará ceniza (942.05), fibra cruda (962.09) y extracto etéreo (2003.06). Macroelementos Calcio, Magnesio por espectrofotometría de absorción atómica (968.08) usando un espectrofotómetro (AAAnalyst 700, PerkinElmer) y Fósforo por espectrofotometría UV visible (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).

### Resultados

El trabajo de investigación no se encuentra en el POA 2019, pero forma parte de un protocolo de investigación aprobado por comité técnico, además se ha visto la pertinencia de trabajar en ello debido a la necesidad de tener resultados nutricionales de especies forrajeras de la región.

Los análisis de proteína de las 104 muestras de tejido foliar de pastos a diferentes edades de corte (30, 45 y 60 días) se encuentran analizados. Como se muestra en la figura 5, el índice de clorofila tiene una relación directa con el contenido proteico, con una relación de  $R^2$  de 0,7459.



**Figura 5.** Correlación de clorofila con proteína de la especie *Flemingia macrophylla*

## Conclusiones

Se observa que existe una correlación directa del 0,74 entre el índice de clorofila y contenido de proteína en la especie forrajera *Flemingia macrophylla*.

## Recomendaciones

Realizar una publicación científica sobre la correlación de algunos nutrientes con el índice de clorofila.

## Actividad 9.

### Evaluación de sistemas agroforestales y forestales para la producción agropecuaria sostenible en la Región Amazónica Ecuatoriana

**Responsable:** Ing. Armando Burbano

**Colaboradores:** Sra. Lenny Valverde, Ing. Carlos Congo

## Antecedentes

Existen algunas especies forestales priorizada por los colonos y comunidades indígena de la Región Amazónica entre las principales tenemos: Ahuano (*Swietenia macrophylla*), Cedro (*Cedrella odorata*), laurel (*Cordia alliodora*), chuncho (*Cedrelinga catenaeformis*), bálsamo (*Myroxylum balsamun*), tocota (*Guarea sp.*), maní de árbol (*Caryodendron orinocense*), guayacán (*Tabebuia chrysantha*). y batea caspi (*Cabralea canjerana*) algunas de estas especies están dentro de los sistemas agroforestales, pero no han sido evaluadas sus efectos y bondades dentro de cultivos como los sistemas silvopastoriles, por lo que es indispensable generar conocimiento de cada una en varias distanciamiento de siembra o en linderos de los potreros o cultivos.

Las especies que se van a evaluar son aquella que se han observados que están dentro de los potreros con muy buen desarrollo y resistencias al pastoreo con los animales donde se van asociar con especies forrajeras que han demostrado buena producción, calidad y persistencia al ramoneo.

La Estación Experimental Central de la Amazonía desde el 2010, ha investigado algunas alternativas silvopastoriles, de las cuales existen tres sistemas promisorios con buenos resultados para el mejoramiento de la producción ganadera como son *Laucaena leucocephala*, *Flemingia macrophylla* y *Tithonia diversifolia*, lo que se ha creído conveniente continuar el proceso de evaluación, con bovinos para observar la repuestas en ganancia de peso y producción de leche, con estas especies promisorias están dando buenos resultados en tres año de evaluación del Sistema silvopastoril. (W. Caicedo 2011, N. Criollo 2012, J. Santillán 2013)

## **Objetivo**

### **Objetivos específicos**

Identificación de la mejor especie leñosas en el Sistema silvopastoril (SSP).  
Identificación de la mejor especie forestal en el (SSP).

### **Materiales y métodos**

### **Valor nutritivo**

Para ésta variable se obtendrá una muestra compuesta de las épocas de máxima precipitación (abril, mayo y junio) y mínima precipitación (agosto, septiembre y octubre), de cada unidad experimental, antes del pastoreo, se etiquetará y se enviará al laboratorio de Nutrición y Calidad de la Estación Experimental Central de la Amazonía del INIAP para realizar el análisis bromatológico, donde se determinará: humedad, proteína bruta, fibra cruda, extracto no nitrogenado, extracto etéreo, cenizas totales, energía bruta, energía metabolizable, paredes celulares, calcio y fósforo.

### **Resultados**

Al terminar el año 2019 han ingresado un total de 112 muestras, las cuales continúan evaluándose de todos los bloques de la parcela de San Carlos, tanto la parte proximal como la mineral.

### **Recomendaciones**

Continuar con los análisis proximales y minerales de las muestras del banco forrajero para posterior realizar una publicación científica.

### **Actividad 10.**

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

**Responsable:** Ing. Armando Burbano

**Colaboradores:** Sra. Lenny Valverde

### **Antecedentes**

Como parte de las actividades de investigación del Laboratorio y siendo siempre parte proactivo de la institución del INIAP, se ha realizado en este año en conjunto con el departamento de fruticultura en la caracterización de frutos de Paso, con ganadería en la caracterización proximal de muestras de forrajes de la EECA y de

las granjas, con el DENAREF las caracterizaciones físico-químicas y proximal de ají y papa aérea. Además, se trabajó con la ESPOCH en los análisis proximales a muestras de forrajes como parte de un contrato de prestación de servicios. 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, frutos amazónicos.

## Objetivos

### General

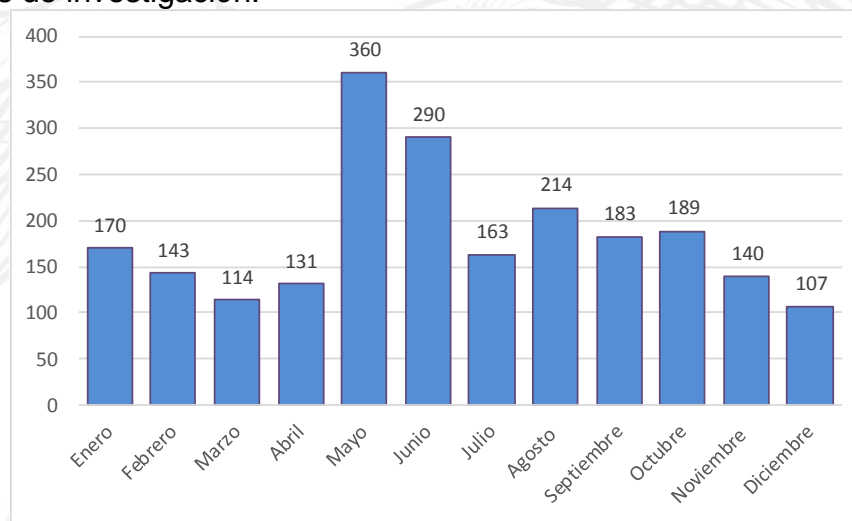
Prestar servicios de análisis físico-químicos, proximales y minerales de materias primas agrícolas, así como de pasturas, facilitando el desarrollo de productos agroindustriales conociendo la calidad nutricional de dichos productos primarios.

### Específicos

- Realizar análisis proximales de muestras de papa aérea, ají, pastos y otros materiales 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 agroindustriales para el aprovechamiento de materias primas provenientes de sistemas de producción de la Amazonía
- Coordinar actividades de mantenimiento de equipos del laboratorio con proveedores autorizados.

## Servicios

En el Laboratorio de Calidad de Alimentos se realizaron análisis de muestras principalmente de pastos, papa aérea, ají, paso, provenientes de clientes externos y proyectos de investigación.



**Figura 6.** Número de análisis realizados por mes



Durante el periodo Enero – diciembre del 2019 se han realizado un total de **2204** análisis, comprendidos entre grasa, proteína, cenizas, humedad PS, humedad TCO, minerales totales y físico químicos. Del total de análisis, el 24,7% han correspondido a clientes externos. Sin embargo, se ha sobrepasado en un 259% la proyección realizada para el año 2019.

### Desarrollo de productos agroindustriales

Con el fin de promover el consumo de productos agrícolas de la zona, se probaron algunos procesos de transformación para su socialización en el día de campo de naranjilla realizado en el cantón El Chaco. La fruta utilizada fue facilitada por el departamento de fruticultura.

Se obtuvieron los siguientes productos:

- Dulce de naranjilla ATE
- Mermelada de naranjilla
- Dulce de naranjilla con recubrimiento de chocolate
- Pulpa de naranjilla



**Figura 7.** Mermelada y dulce ATE de naranjilla

De la misma forma, con el fin de promover el consumo de productos agrícolas de la zona, se probaron algunos procesos de transformación para su socialización en las diferentes ferias de Orellana y El Chaco y en el I Simposio Internacional de Cacao. La fruta utilizada fue facilitada por el departamento de fruticultura y el DENAREF.

Se obtuvieron los siguientes productos:

- ✓ Carne deshidratada
- ✓ Cáscaras de naranja con chocolate
- ✓ Licor de Chocolate
- ✓ Bombones de chocolate con borjón
- ✓ Té de testa de cacao
- ✓ Vinagre de cacao
- ✓ Mermelada de borjón
- ✓ Mermelada de naranjilla
- ✓ Mermelada de ají
- ✓ Néctar de tomate de árbol
- ✓ Mermelada de arazá

### **Elaboración de informes**

Durante el periodo Enero – diciembre 2019 se elaboraron y enviaron 12 informes sobre el consumo de reactivos controlados por el Ministerio del Interior (MDI) de los laboratorios de la EECA.

### **Mantenimiento y compras**

En el primer cuatrimestre se realizó el mantenimiento de los aires acondicionados que abastecen el área de minerales y la de trabajo de laboratorio.

En el tercer cuatrimestre se realizó el mantenimiento del equipo de agua tipo II y destilador de proteína. En el cuarto cuatrimestre se realizó los mantenimientos de las balanzas y espectrómetro UV/visible.

La compra de reactivos se realizó entre el tercer y cuarto cuatrimestre

### **Transferencia**

En el mes de abril se trasladó al cantón el Chaco para participar en calidad de expositor con el tema: Calidad y poscosecha de naranjilla en el día de campo de naranjilla.



**Figura 8.** Stand para presentación de calidad y poscosecha de naranjilla

En el mes de julio se participó con un stand de sub productos de cacao en el I simposio internacional de cacao.

En el mes de agosto se participó en la Expo Orellana 2019 y feria del Sacha con la presentación de innovaciones agroindustriales de parte del departamento de Calidad de Alimentos.



**Figura 9.** Stands de presentación en la Expo expo Orellana 2019 (derecha) y feria del Sacha (izquierda)

El Laboratorio recibió a 3 pasantes en los meses de julio y agosto. Dos de ellos estudiantes de secundaria, y uno de ellos estudiante de la Universidad Estatal Amazónica, quienes apoyaron en las actividades que se llevan a cabo en el laboratorio. Al finalizar los periodos de prácticas se elaboraron informes de manera conjunta con los jóvenes, para ser presentados en las instituciones educativas de origen.

El personal del laboratorio participó del I SIMPOSIO INTERNACIONAL DE CACAO, como Comité Científico, Comité Editor y Comité Organizador, además de presentar los trabajos de investigación realizados en Cacao.

En el mes de agosto se participó en el proceso de fermentación de clones de cacao del sur de la Amazonía ecuatoriana junto con técnicos del CIRAD de Francia.

En el mes de noviembre se

En el mes de diciembre se realizó una capacitación a técnicos del MAG de la Morona Santiago y Pastaza, en la granja Domono, sobre “Difusión de la tecnología de Bancos Forrajeros, como alternativa de producción sostenible para la alimentación del ganado bovino, en la Amazonía Ecuatoriana”.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los resultados de los análisis físico-químicos de pitahaya y poscosecha de cacao permitieron publicar dos artículos científicos en la revista ENFOQUE de la UTE y en la revista International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT) sobre los trabajos de investigación desarrollados en la EECA.

Es importante brindar un mayor apoyo al desarrollo de productos agroindustriales en el Laboratorio 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 emprendedores.

Se recomienda adquirir una máquina conchadora y descascarilladora de cacao con el propósito de desarrollar nuevos productos agroindustriales derivados de cacao con calidad comercial.