

## INFORME ANUAL 2020

1. **Departamento:** Recursos Fitogenéticos
2. **Nombre director de la Estación Experimental:** Ing. Carlos Caicedo Vargas
3. **Responsable del Departamento:** Ing. Nelly Paredes Andrade
4. **Equipo técnico multidisciplinario**
5. Ing. Luis Lima Tandazo: Investigador Agropecuario

### TRABAJADORES AGRÍCOLAS:

Agr. Efraín Illapa  
Agr. Néstor Valarezo  
Agr. Walter Castillo  
Sr. Gerardo Villares  
Sr. Antonio Merizalde

### 6. **Financiamiento:**

Gasto Corriente Estación Experimental Central de la Amazonía

### 7. **Proyectos:**

Investigación y Transferencia de Tecnologías sostenibles para la Amazonía Ecuatoriana

### 8. **Socios estratégicos para investigación:**

- Escuela Superior Politécnica del Chimborazo ESPOCH, Extensión Norte Amazónica

### 9. **Publicaciones:**

- Paredes, A. N. J., Monteros-Altamirano, A., Bastidas, C. G. T., & Sørensen, M. (2020). Morphological, Sensorial and Chemical Characterization of Chilli Peppers (*Capsicum* spp.) from the CATIE Genebank. *Agronomy*, 10 (11), 1732.
- 

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

- ✓ Participación en el evento Expo 2020 “Chakra con sabor a chocolate” y elección de la mejor mazorca de cacao nacional, en la provincia del Napo cantón Tena
- ✓ Participación en el evento “de la mata a la mesa” organizado por el Ministerio de agricultura y Ganadería (MAG), en la Provincia de Morona Santiago, cantón Palora
- ✓ Participación en la reunión de trabajo convocada por POAMAZONIA sobre la “plataforma de café y cacao sostenibles”
- ✓ Participación en el Webinar Agrobiodiversidad, aporte a la salud y seguridad alimentaria
- ✓ Ponencia Agrobiodiversidad y estrategias de conservación a docentes del IKIAM
- ✓ Se participó en la reunión entere INIAP- ESPOCH y MAG. Para elaborar la propuesta Implementación de una plataforma de alertas tempranas fitosanitarias en el cantón Francisco de Orellana.

- ✓ Participación en los eventos realizados en la visita a la EECA del Director ejecutivo.
- ✓ Participación en la socialización de bienes y servicios crediticios financieros y tecnológicos con técnicos de Ban Ecuador, MAG, y Agro calidad en Orellana, Napo y Sucumbíos.

## 11. Propuestas presentadas:

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

### Actividad 1.

**Caracterización morfológica y química de 90 accesiones de chontaduro (*Bactris gasipaes*) colectadas en la Amazonía ecuatoriana, protocolo para presentar a comité técnico (Año 1 de 4).**

**Responsable:** Nelly Paredes Andrade

**Colaboradores:** Luis Lima

### Antecedentes

El chontaduro (*Bactris gasipaes* HBK) es una fruta procedente de una palmera tropical cultivada a nivel local en la zona del Neotrópico. Hoy en día, Colombia, Costa Rica, Brasil y Perú son los mayores productores de Chontaduro (Clement et al., 2009). Esta fruta se denomina de diferente manera según la región en la que se cultiva. Por ejemplo, el primer nombre que se conoce es “pejibaye” originario de Perú, en Bolivia es conocida como “tembe”, “pupunha” en Brasil y finalmente “chontaduro” en Colombia (Restrepo y Estupiñán, 2007).

El cultivo de chontaduro es uno de los pilares de la economía del Cauca (Colombia), al igual que en la Amazonía ecuatoriana es parte de su seguridad alimentaria haciendo parte del entorno cultural, económico, social y ambiental de la zona, del cual cientos de familias dependen para sobrevivir. En la Amazonía ecuatoriana se siembra en los sistemas de cultivos tradicionales o chakras, la variedad de fruto cultivada es de color variable entre el verde, amarillo, naranja o rojo, tiene una forma ovoide, y una textura carnosa. A su vez, el sabor no es ni dulce ni agrio, es similar al de la nuez. El interior conserva una sola semilla en forma de cono de color negra que contiene una cápsula blanca (Restrepo y Estupiñán, 2007). El chontaduro se considera un alimento muy completo por su importante valor nutricional, funcional y energético. Aunque su composición nutricional depende de la variedad y de la zona de cultivo. En general, destaca por su elevado contenido de almidón, proteínas, aminoácidos esenciales y ácidos grasos insaturados y poliinsaturados (Restrepo y Estupiñán, 2007).

### Objetivos

#### Objetivo general

Realizar la caracterización morfológica de 90 accesiones de chontaduro (*Bactris gasipaes*), del Banco de Germoplasma de la Estación Experimental Central de la Amazonía (EECA)

#### Objetivos específicos

- ✓ Determinar el nivel de diversidad morfológica presente en las 90 accesiones de chontaduro (*Bactris gasipaes*)
- ✓ Clasificar los genotipos en grupos en función de sus características morfológicas cuantitativas y cualitativas
- ✓ Determinar cuáles son las variables cuantitativas y cualitativas con mayor capacidad discriminante entre los grupos

### Metodología

La caracterización se realiza en el banco de germoplasma del INIAP-DENAREF de la Estación Experimental Central de Amazonía (EECA) del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), situado a una altitud de 285 m.s.n.m., longitud 76°52'35.87" Oeste y latitud 0°21'20.63" Sur, parroquia rural San Carlos a 3 km de la entrada del sector la Parker, Cantón La Joya de los Sachas, Orellana. La zona corresponde a un bosque húmedo tropical-bhT (Holdridge, 1987), con precipitación anual de 2955 - 3491 mm y temperatura media mensual de 26.5 - 26.6°C.

### Caracterización morfológica

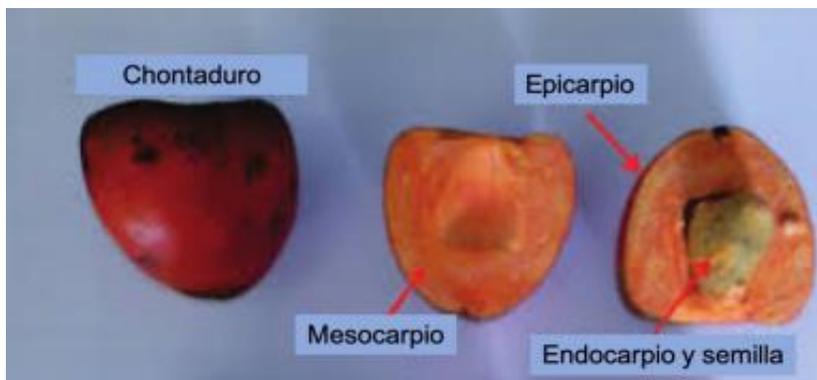
Para la caracterización morfológica y agronómica de los ecotipos de chontaduro (*Bactris gasipaes*) se utilizan descriptores cualitativos y cuantitativos con su respectiva descripción, los cuales fueron usados en el estudio de caracterización de 35 líneas de *Bactris gasipaes* (Pisco, 2003; Clement 1985; Engles & Morera, 1980), como se detalla a continuación:

- ✓ Altura de planta
- ✓ Diámetro a la altura del pecho (DAP 1,30 m)
- ✓ Longitud vertical de entrenudos
- ✓ Número total de espinas en la parte media de la planta.
- ✓ Longitud promedio de las espinas grandes.
- ✓ Longitud promedio de las espinas intermedias.
- ✓ Longitud promedio de las espinas cortas.
- ✓ Número total de hojas.
- ✓ Longitud del raquis de las hojas.
- ✓ Número de foliolos.
- ✓ Longitud de los foliolos.
- ✓ Ancho de los foliolos.
- ✓ Presencia de espinas en el raquis de las hojas.
- ✓ Presencia de espinas en los bordes de los foliolos.
- ✓ Compactación del racimo.
- ✓ Número de raquillas en el racimo.
- ✓ Longitud del raquis del racimo
- ✓ Longitud promedio de las raquillas.
- ✓ Presencia de rayas en el fruto.
- ✓ Peso total del raquis del racimo.
- ✓ Peso promedio de frutos.
- ✓ Peso promedio de semillas.
- ✓ Número de racimos en el estípite basal.
- ✓ Longitud promedio de frutos.
- ✓ Diámetro promedio de frutos.
- ✓ Longitud promedio de semillas.
- ✓ Diámetro promedio de semillas.
- ✓ Peso total del fruto.

- ✓ Color del fruto maduro.
- ✓ Patrón de cambio de color del fruto.
- ✓ Brillo de pericarpio.
- ✓ Color de la pulpa cruda.
- ✓ Textura de la pulpa.
- ✓ Días a la floración.
- ✓ Días a la cosecha.
- ✓ Número de hijuelos.
- ✓ Forma de las espinas.

## Resultados

Se realizó la identificación de las partes del fruto para facilitar el proceso de evaluación morfológica del fruto (Imagen 1), la cosecha en la colección de chontaduro inició en el mes de marzo del 2020, por lo cual se vio afectado el proceso de caracterización morfológica, debido a la pandemia del COVID-19, durante los meses de marzo, abril y mayo en el cantón se mantuvo el semáforo en rojo, debiendo el personal técnico del INIAP realizar actividades de Teletrabajo y eso retrasó el registro de los datos de las accesiones como estuvo planificada para este año.



**Imagen 1.** Morfología del fruto del Chontaduro (*Bactris gasipaes*)

Durante este año se realizó la lectura de las variables altura de planta, diámetro a la altura del pecho (DAP 1,30 m) y longitud vertical de entrenudos (Imagen 2) de 10 accesiones, por lo que se reprogramó todo el proceso de caracterización morfológica, físico y química para el próximo año.



**Imagen 2.** Característica fenotípica de una accesión de chontaduro

En lo referente al manejo de la colección se realizaron cinco controles manuales de malezas en toda la colección para controlar las gramíneas, especialmente la caminadora (*Rottboellia cochinchinensis*) que es una especie muy agresiva.

## Referencias

CLEMENT, C. R., RIVAL, L., & COLE, D. M. (2009). Domestication of Peach Palm. Mobility and migration in indigenous Amazonia: contemporary ethnoecological perspectives (MN Alexiades, ed.), 117-140.

Holdridge, L. R. (1987). *Ecología basada en zonas de vida* (Vol. 83). Agroamérica. Recuperado de [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=m3Vm2TCjM\\_MC&oi=fnd&pg=PR9&ots=oNgz2yXHWQ&sig=OjUjgWhVmz6V0xzwHNaxzyF-ZQI](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=m3Vm2TCjM_MC&oi=fnd&pg=PR9&ots=oNgz2yXHWQ&sig=OjUjgWhVmz6V0xzwHNaxzyF-ZQI)

RESTREPO, J., & ESTUPIÑÁN, J. A. (2007). Potencial del Chontaduro como Fuente Alimenticia de Alto Valor Nutricional en Países Tropicales. *Revista de Ciencias*, 11, 1- 8.

## Actividad 2.

### Chakras agrobiodiversas fortalecidas bajo el enfoque de sistemas agroforestales en la provincia de Orellana.

**Responsable:** Nelly Paredes Andrade

**Colaboradores:** Luis Lima

### Antecedentes:

El Departamento Nacional de Recursos Fitogenéticos (DENAREF) del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), acorde a su misión a través de sus continuas investigaciones, realiza esfuerzos para la preservación de los recursos fitogenéticos nativos que se encuentran en amenaza de erosión genética o pérdida de su diversidad en el campo o en áreas naturales, utilizando estrategias de conservación *ex situ* e *in situ*, una de las estrategias de conservación *ex situ* es la implementación y fortalecimiento de chakras agrobiodiversas en las comunidades, con el fin de garantizar la seguridad alimentaria de las familias de la provincia de Orellana.

Frente a esta problemática es fundamental usar estrategias agroforestales, como la planificación de finca, con el objetivo de mejorar los índices de productividad, esta estrategia permite a los productores conocer los recursos existentes en su finca y hacer proyecciones de mejora de manera integral. Las diversificaciones de los sistemas de producción permiten incrementar la biodiversidad funcional de los agroecosistemas, produciendo cambios favorables análogos en varios componentes y procesos agroecológicos (Altieri, 1995), por ello en la Amazonía ecuatoriana se sugiere establecer policultivos bajo el enfoque de Agroforestería que permitan reducir la dependencia de insumos externos.

## Objetivos

Implementar arreglos agroforestales basados en el enriquecimiento con especies maderables, frutales, medicinales, cacao y parcela de cultivos para seguridad alimentaria (chakra),

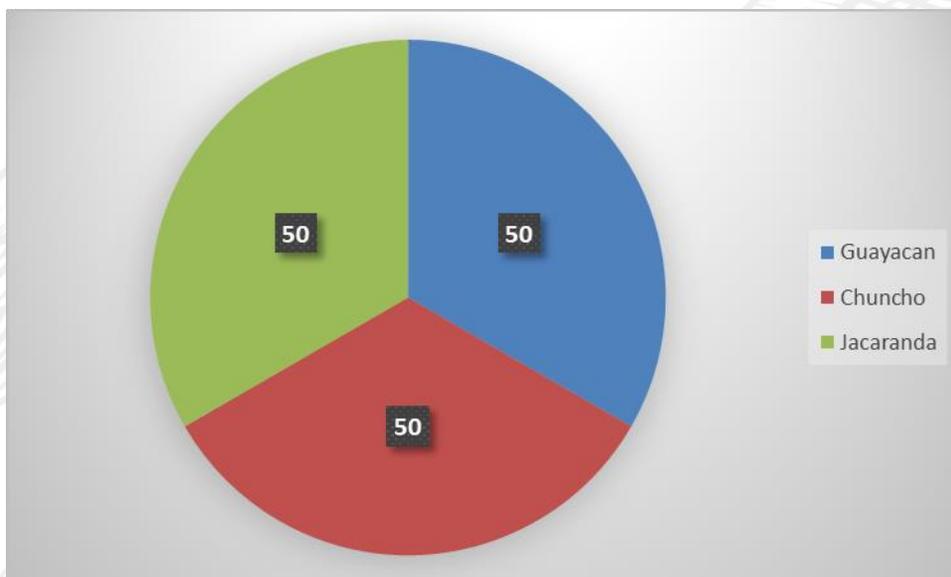
## Metodología

La conversión de sistemas convencionales de producción, de la finca se realizó en tres etapas secuenciales: a) diagnóstico y diseño agroforestal propuestos por Somarriba (2009), donde se identificó las especies leñosas presentes en el cacao en un área de muestreo de 2000m<sup>2</sup>, b) análisis de las interacciones adoptando el rango de -3 a +3 y; c) conversión del sistema tradicional a través de la implementación del agroecosistema en la finca (Somarriba, 2009; Ngo et al., 2013). Los análisis de los datos fueron realizados usando el programa INFOSTAT/Profesional versión 2011 (Di Rienzo et al. 2012). Los nombres científicos y familias de los árboles fueron verificados con los registros del Herbario Nacional del Ecuador y Missouri Botanical Garden ([www.mobot.org](http://www.mobot.org)).

## Resultados:

Dentro del proceso de fortalecimiento de chakras agrobiodiversas, se realizó el seguimiento técnico a siete fincas donde se encuentran establecidas parcelas agroforestales con cacao, las mismas que se encuentran ubicadas en el cantón Francisco de Orellana, Comunidad Gacelas y el cantón Joya de los Sachas en las comunidades Eugenio Espejo, Reina del Oriente, Progreso, 12 de Febrero, 3 de noviembre y Flor del Pantano.

En la comunidad flor del pantano se realizó la preparación de una hectárea para la siembra de especies diversificadas, en dicha parcela hasta el momento se han sembrado especies de chuncho, guayacán amarillo y jacaranda (Figura 1).



**Figura 1.** Plantas de chuncho, guayacán amarillo y jacaranda sembradas en Amarun Yaya

En las fincas Selva Aventura, Aroma de cacao y Santa Narcisa (Imagen 3), se realizó la poda de formación de clones de cacao, para lo cual se coordinó con el beneficiario de la finca para que sea el responsable de continuar con el proceso y la implementación de la actividad en la parcela, además se realizaron actividades de manejo agronómico como los controles manuales de malezas (Imagen 4 y 5).



**Imagen 3.** Práctica de poda de formación en plantas de cacao



**Imagen 4 y 5.** Manejo agronómico en fincas agrobiodiversas

En el marco del Convenio de Cooperación Técnica entre el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) y la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), se implementaron parcelas agroforestales con cacao, en cinco comunidades de tres Parroquias del cantón Joya de los Sachas, Enokanqui, San Carlos y Eugenio Espejo, los sistemas agrobiodiversos se encuentran establecidos con las siguientes especies:

- ✓ Cacao (*Theobroma cacao*. L) de los siguientes clones: EET 800, EET 801, EET 111, EET 103, súper árbol 8 y súper árbol 6,
- ✓ Chuncho (*Cedrelinga cateniformis*),
- ✓ Laurel (*Cordia alliodora*),
- ✓ Jacaranda (*Jacaranda mimosifolia*),
- ✓ Cedro (*Cedrela odorata* L.),
- ✓ Naranja (*Citrus sinensis*),
- ✓ Toronja (*Citrus paradisi*),
- ✓ Aguacate (*Persea americana*),

- ✓ Coco (*Cocos nucifera*)
- ✓ Erythrina (*Erythrina* sp.),
- ✓ Plátano (*Musa* sp.),

Las plantas recibidas con sus cantidades, porcentaje de pérdida (mortalidad en vivero) y la totalidad de las plantas sembradas en las fincas: Aroma de cacao, San Luis, Santa Narcisa, Majagua y Selva aventura se presenta en el Cuadro 1.

**Cuadro 1.** Detalle de las especies, cantidad de plantas recibidas, plantas muertas en vivero y plantas sembradas en fincas de los productores beneficiarios

ESPECIES	No. De plantas Recibidas	Plantas muertas en vivero	Total, plantas sembradas
Plantas de cacao Clon EET 111	1200	160	1040
Plantas de cacao Clon EET 800	1400	150	1250
Plantas de cacao Clon EET 801	1400	130	1270
Plantas de cacao Clon EET 103	1400	120	1280
Plantas de cacao súper árbol 6	1150	100	1050
Plantas de cacao súper árbol 8	1150	110	1040
Plantas de Coco	268	8	260
Plantas de Naranja Washington	250	0	250
Plantas de Toronja	50	0	50
Plantas de Cedro	500	0	500
Plantas de Laurel	150	0	150
Plantas de Jacaranda	195	5	190
Plantas de Aguacate	400	0	400
Plantas de Chuncho	600	0	600
Plantas de Erythrina	520	0	520
Colinos de Plátano variedad domínico	1048	0	1048
Colinos de Plátano variedad Barraganete	1050	0	1050

Durante el periodo de manejo en vivero las plantas presentaron un ataque de patógenos especialmente hongos registrando el 10% de mortalidad de las plantas. Los ensayos de cacao se establecieron en cinco localidades correspondientes al área de acción de las zonas agroecoturísticas del Cantón Joya de los Sachas (Cuadro 2).

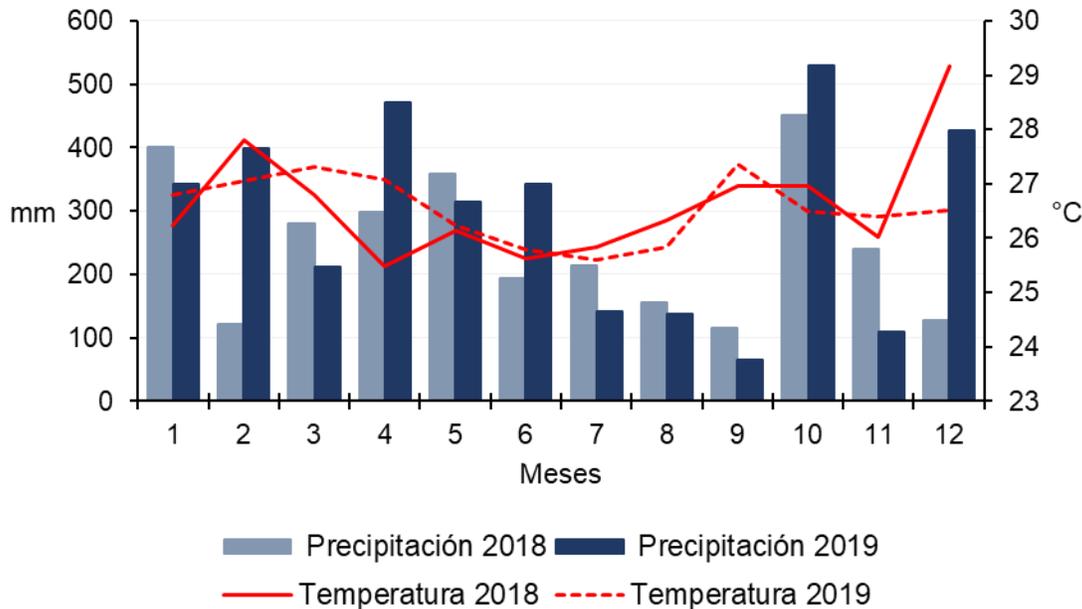
**Cuadro 2.** Ubicación de los ensayos de modelos de siembra de clones promisorios de cacao.

DETALLES	FINCAS				
	Aroma de cacao	de Selva aventura	Santa Narcisa	San Luis	Majagua
Localidad	Eugenio espejo	3 de Noviembre	Reina del Oriente	3 de Noviembre	Progreso
Parroquia	San Carlos	Tres de Noviembre	Enokanqui	Tres de Noviembre	Enokanqui
Cantón	Joya de los Sachas				
Latitud (UTM)	0284062 S	0284334 S	0295701 S	0285858 S	latitud 0289884 S
Longitud (UTM)	9962495 W	9978956 W	9970927 W	9979273 W	longitud 9976766 W
Altitud (msnm)	280	310	284	300	277
Área del ensayo en hectáreas	2.2	0.7	1.2	3.1	3

### Características edafoclimáticas

El tipo de suelo es de orden Inceptisol, medianamente profundo, franco-arenosos, de color negro en superficie a pardo oscuro en profundidad, alta retención de humedad y densidad aparente baja (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal La Joya de los Sachas, 2015). Las condiciones de pH que posee el sitio experimental son ligeramente ácidos (6.2), con niveles de nitrógeno de 37.25 ppm, fósforo 10.85 ppm, potasio 0.57 meq/100 ml, calcio 14.93 meq/100 ml, magnesio 2.13 meq/100 ml y materia orgánica de 7.13%.

La zona corresponde a un bosque húmedo tropical-bhT (Holdridge, 1987), con precipitación anual de 2955 - 3491 mm y temperatura media mensual de 26.5 - 26.6°C (Figura 2).



**Figura 2.** Comportamiento de la temperatura media (°C) y acumulación de precipitación (mm) en La Joya de los Sachas, Orellana (Ecuador). Datos proporcionados por la estación de meteorología M1269 del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI).

Las plantas de cacao se sembraron a una densidad de 3.5 x 3.5 metros equivalente a 816 plantas/ha, como sombra temporal entre las plantas de cacao se sembró plátano a 6 x 6 metros equivalente a 277 plantas/ha. La erythrina (*Erythrina* spp) como especie de servicio se sembró dispersa dentro del ensayo a una distancia de 7x7 metros e intercalado y el chuncho (*Cedrelinga cateniformis* D.) como especie forestal se sembró en doble hilera cada 28 m (como límite de las repeticiones) con 4 m entre plantas dispuestas en tres bolillo, las filas están orientadas conforme la salida del sol, es decir en sentido este – oeste, la siembra de cultivos de ciclo corto se sembró en la parte central de las calles de 3.5 metros entre las plantas de cacao se sembró de dos a tres semillas de maíz por sitio a 0.8 m entre líneas y 0.4 m entre sitios, el control de malezas se efectuó en los espacios entre hilera y entre tratamientos utilizando los siguientes métodos:

- ✓ Método manual. - El uso de machete
- ✓ Método mecánico. - El uso de moto guadaña
- ✓ Método químico. - El uso de productos químicos: Gramoxone (0,75- 1,0 L/100 L de agua por ha), glifosato (3 – 4 L/ 100 L de agua por ha).

En el cultivo de maíz se fertilizó y se realizó el control de plagas de acuerdo a los requerimientos de la especie en base de los análisis de suelo. Para las especies perennes, el cálculo de fertilizantes se lo realizó en base de los análisis de suelo. Se

utilizó fertilizantes sintéticos y orgánicos que suplan con las demandas de las especies (Cuadro 3)

**Cuadro 3.** Dosis de fertilizantes aplicadas por planta

Fertilizantes	Vía de aplicación	Por planta
Muriato de Potasio	Radicular o al Suelo	71 g
Nitrato de Amonio	Foliar	

**Fuente:** Borbor y Tomalá (2017)

De acuerdo a los procesos de seguimiento de las diversas especies en campo se pudo registrar mortalidad de plantas especialmente por factores adversos como fuertes periodos de sequía después de la siembra y proceso de adaptación de las plantas. Del mismo modo es importante recalcar que los procesos de seguimiento técnico vieron afectados desde el mes de marzo del 2020, a casusa de la Pandemia por el COVID 19, siendo otro de los factores que afectaron el normal seguimiento a las parcelas establecidas.

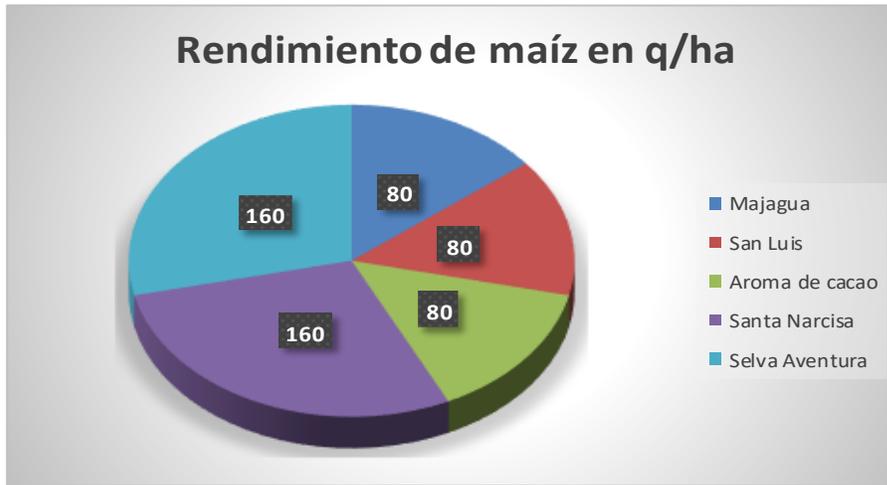
Por otra parte, se debe mencionar que en los ensayos se han realizado resiembras de varias especies, con el objetivo de mantener los ensayos con las plantas completas para procesos de evaluación, e incluso para completar el número de plantas sembradas como en el caso de las especies de erythrina, chuncho y cacao este proceso se realizó en el marco del convenio que se mantienen entre las dos instituciones. A continuación, se presenta el detalle de plantas resembradas en las fincas de los beneficiarios (Figura 3).



**Figura 3.** Especies y sus cantidades utilizadas para las resiembras de los sistemas de producción diversificados

Del mismo modo es importante mencionar que en los ensayos agroforestales se sembró el cultivo de maíz (*Zea mays*), mismo que fue utilizado como sombra temporal. En las fincas Aroma de cacao, San Luis y Majagua se sembraron un ciclo de maíz, mientras que

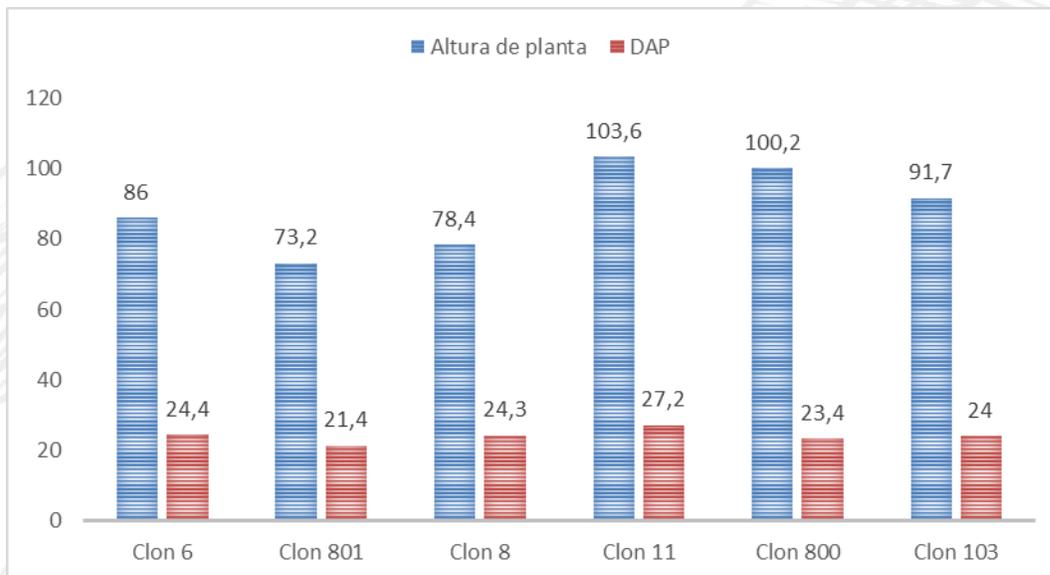
en las fincas Selva Aventura y Santa Narcisca se sembraron dos ciclos de maíz, con promedio de rendimiento de 80 q/ha por ciclo de cultivo (Figura 4).



**Figura 4.** Rendimiento en q/ha de maíz de dos ciclos en el caso de las fincas Selva Aventura y Santa Narcisca

En lo que respecta a las variables de evaluación se registraron datos de:

**Altura y diámetro del tallo en clones de cacao.** - Con la ayuda de una regla se midió la distancia desde la base de la planta hasta el ápice terminal en 6 plantas de cacao por tratamiento y su medida se expresó en centímetros (Imagen 6) y el diámetro fue evaluado mediante la utilización de un calibrador en 6 plantas de cacao por tratamiento y se registró el dato en centímetros (Imagen 7), en la parte media de la longitud del tallo, cada 120 días (figura 5).



**Figura 5.** Altura de las plantas y diámetro del tallo de los clones de cacao en cm.



**Imagen 6.** Registro de la variable altura de la planta de cacao

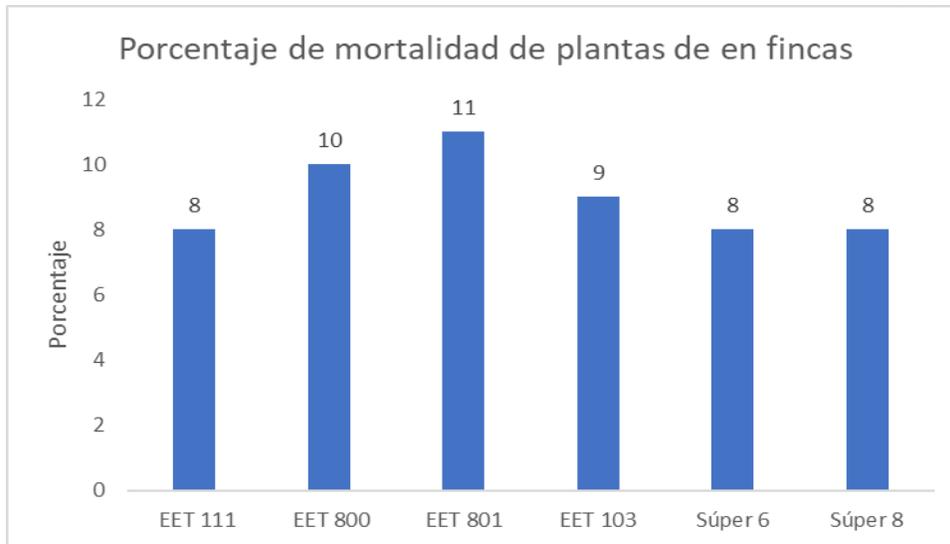


**Imagen 7.** Registro de la variable diámetro de la planta de cacao

**Porcentaje de mortalidad de las plantas.** - se determinó contabilizando el número de plantas muertas por tratamiento y por repetición con una frecuencia de 120 días los valores obtenidos fueron calculados con la fórmula utilizada por Bravo (2005).

$$\text{Porcentaje de mortalidad} = \frac{\text{número de plantas muertas por tratamiento}}{\text{número de plantas totales por tratamiento}} \times 100$$

Se observó que independientemente del clon de cacao el índice de mortalidad durante la primera evaluación realizada a los 120 días de haber sido establecido los tratamientos (Figura 6), el mayor porcentaje registro el clon EET 801 (11%) y el clon EET 800 (10%). Estos resultados tienen relación con lo observado por Anchundia y Mera 2015, quienes reportaron que los clones EET-577), T4 (EET-559) y T5 (EET-103) presentaron baja mortalidad



**Figura 6.** Porcentaje de mortalidad de los clones de cacao tipo establecido en fincas de productores de la provincia de Orellana

#### Conclusiones:

- ✓ Se dispone de siete fincas agrobiodiversas fortalecidas con cultivos de importancia económica, ambiental y seguridad alimentaria
- ✓ Se ha iniciado el proceso de poda de formación de cacao en tres fincas agrobiodiversas
- ✓ Durante este año se realizó la siembra de dos ciclos de cultivo de maíz en dos fincas, mientras que en las demás fincas se realizó la siembra de un ciclo de maíz, esta siembra permite disponer de ingresos económicos en la fase inicial de establecimiento del cacao
- ✓ La Pandemia por el COVID 19, provocó problemas para el proceso normal de seguimiento a las parcelas lo que se vieron afectadas en pérdida de algunas especies

#### Recomendaciones:

- ✓ Es necesario hacer resiembra de plantas de las especies que fueron afectadas debido a varios factores
- ✓ Continuar con el proceso de registro de datos de las diferentes variables y ensayos establecidos en las fincas
- ✓ Realizar de forma permanente el proceso de seguimiento a las parcelas agrobiodiversas establecidas

#### Referencias:

- Altieri, M.A. (1995). Agroecology: the science of sustainable agriculture. Westview Press, Boulder, CO.
- Bravo, F. (2005). Establecimiento de tres clones de cacao (*Theobroma Cacao* L.) con sangre amazónico, bajo sistemas agroforestales en la Provincia de Sucumbios-Cantón Lago Agrio. Tesis previa a la obtención de título de Ingeniero en Administración y Producción Agropecuaria.

- Di Rienzo J. A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2012.
- Guzmán GI, Alonso AM. (2010). The European Union: Key Roles for Institutional Support and Economic Factors. In The Conversion To Sustainable Agriculture: Principles, Processes, and Practices. Advances in Agroecology (Gliessman SR, Rosemeyer M, eds). Boca Ratón, Florida: CRC, Taylor & Francis Group, 239-272 pp.
- Ngo. M.A. Gidoín. C. Avelino. J. Cilas. C. Deheuvelds. O. Wery. J. (2013). Diversity and spatial clustering of shade trees affect cacao yield and pathogen pressure in Costa Rican agroforests. Basic Appl Ecol, 14(4), 329–336. doi: 10.1016/j.baae.2018.03.003.
- Somarriba E. (2009). Planificación agroforestal de fincas. Serie Materiales de Enseñanza No. 49. Turrialba, Costa Rica: CATIE.
- Suárez, A.I. (2001). Aprovechamiento sostenible de madera de *Cordia alliodora* y *Cedrela odorata* de regeneración natural en cacaotales y bananales indígenas de Talamanca, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 74 p.

### Actividad 3.

#### **Caracterización morfológica de 30 accesiones de guadua (*Guadua* spp.) y bambu protocolo para presentar a Comité Técnico (Año 1 de 5)**

**Responsable:** Nelly Paredes Andrade

**Colaboradores:** Luis Lima

Con respecto a esta actividad en reunión de comité ampliado de la EECA se acordó suspender su fecha de inicio en el 2020, además tomando en consideración la sugerencia del Director de Investigación, debido a que involucra gastos económicos para realizar procesos de colecta, multiplicación de plantas y preparación del área para el establecimiento de la colección.

### Actividad 4.

#### **Evaluación de sistemas agroforestales bajo diferentes manejos agronómicos de cacao (*Theobroma cacao*) en la Joya de los Sachas. Objetivo Caracterizar y evaluar el comportamiento agronómico del chontaduro (*Bactris gasipaes*), como componente de un sistema agroforestal de cacao (Fase 2)**

**Responsable:** Nelly Paredes Andrade

**Colaboradores:** Luis Lima

#### **Antecedentes:**

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).

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.

Por lo expuesto, en la Estación Experimental Central de la Amazonía, se ha visto la necesidad de establecer ensayos a largo plazo, que permitan evaluar diferentes sistemas de producción y alternativas de manejo del cultivo de cacao, con un enfoque multidisciplinario e integrador, el mismo que se constituirá en un espacio donde se podrá trabajar paralelamente en varias áreas y líneas de investigación del Instituto, además de actividades de capacitación y validación. Se espera cuantificar el efecto de las interacciones entre los sistemas de producción y el cultivo, de manera que a mediano y largo plazo se cuente con herramientas y fundamentos para la toma de decisiones a todo nivel.

### **Objetivos**

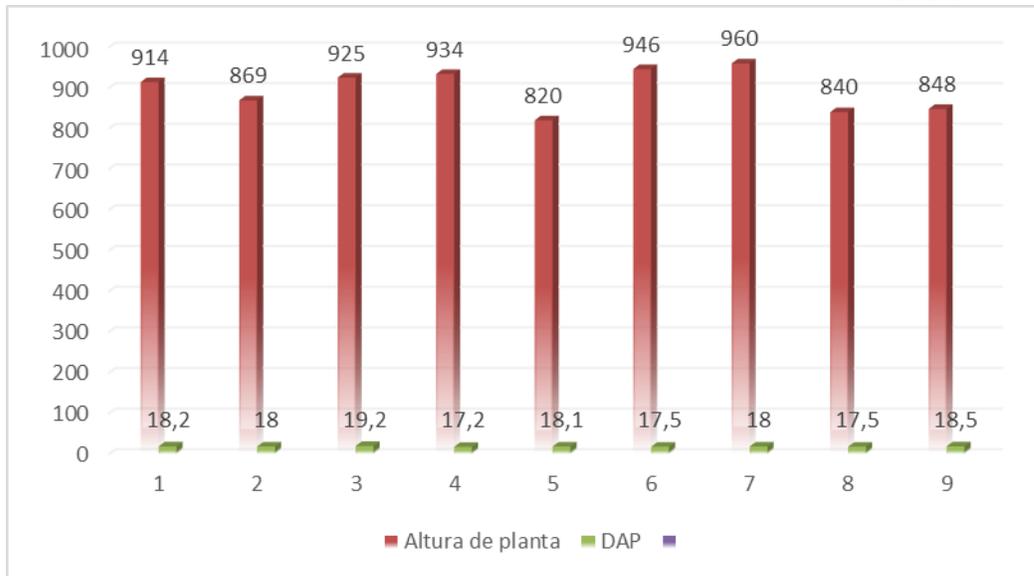
Caracterizar y evaluar el comportamiento agronómico del chontaduro (*Bactris gasipaes*), como componente de un sistema agroforestal de cacao

### **Metodología:**

Para la caracterización morfológica y agronómica de los eco tipos de chontaduro (*Bactris gasipaes*) se utilizan descriptores cualitativos y cuantitativos con su respectiva descripción, los cuales fueron usados en el estudio de caracterización de 35 líneas de *Bactris gasipaes* (Pisco, 2003; Clement 1985; Engles & Morera, 1980).

### **Resultados:**

Dentro del proceso de caracterización de chontaduro bajo sistemas agroforestales, en este periodo se realizaron evaluaciones de las variables altura de planta y la variable diámetro a la altura del pecho (Figura 7).



**Figura 7.** Altura de las plantas y DAP de las accesiones de *Bactris gasipaes* en cm.

Además se evaluaron variables en algunas accesiones como: longitud de entrenudos, número de espinas, longitud promedio de espinas grandes, intermedias y cortas, número de folíolos, longitud del raquis de las hojas, longitud de folíolos, ancho de folíolos, presencia de espinas en el raquis, espinas en los bordes del folíolo, compactación del racimo, número de raquillas por racimo, longitud del raquis del racimo, longitud promedio de las raquillas, faltando datos de las variables correspondientes a frutos, no se pudo realizar evaluaciones del fruto debido a que coincidió con la época de producción de chontaduro con el inicio de la pandemia del COVID 19, por lo que la variable correspondiente a frutos se realizará el próximo periodo de producción.

### Conclusiones:

- ✓ Se registro datos de altura y diámetro altura pecho de las accesiones de chontaduro
- ✓ Se registraron algunas varias variables especialmente del tallo en algunas accesiones, lo que estuvo determinado por las características fenológicas de cacao accesión

### Recomendaciones:

- ✓ Continuar con el proceso de registro de datos de las diferentes variables faltantes para completar el proceso de evaluación agronómica de los materiales

### Referencias

- Engles, J.; Morera, M. 1980. Lista de descriptores de pejibaye (*Bactris gasipaes*)  
In: Reunión Interamericana de pejibaye. CATIE. Turrialba. Costa Rica
- 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-](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%2Fs10531-012-0402-3.pdf)

[3.pdf?originUrl=http%3A%2F%2Flink.springer.com%2Farticle%2F10.1007%2Fs10531-012-0402-](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%2Fs10531-012-0402-3.pdf)

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](http://www.ecociencia.org/archivos/Manual_PAB_final-100226.pdf)

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. Disponible en

<https://books.google.com.ec/books?id=SrobAgAAQBAJ&pg=PT32&lpg=PT32&dq=descriptores+para+chontaduro&source=bl&ots=3fCdz6epdy&sig.>

Clement, Ch. 1985. Lista mínima de descriptores para caracterización del pejibaye en los bancos de germoplasma y en el campo. 16p.

## Actividad 5.

### Caracterización fenotípica y potencial agroindustrial de 13 accesiones de papa aérea (*Dioscorea sp*) en la Amazonía ecuatoriana (Año 1 de 3)

**Responsable:** Nelly Paredes Andrade

**Colaboradores:** Luis Lima

#### Antecedentes:

Alrededor de 25 especies de *Dioscorea* son citadas como alimenticias, 15 especies como medicinales, seis como ornamentales y más de 60 especies de este género tienen valor económico, a pesar del escaso conocimiento taxonómico sobre la familia (Bousalem, et al., 2010). Los tubérculos poseen alta calidad nutritiva por su composición en carbohidratos, proteínas, minerales y vitaminas (Ramos et al., 2010; Jiménez, 2014).

La crisis de alimentos que hoy azota al mundo es y continuará siendo uno de los peores obstáculos para el desarrollo de la humanidad (Rajyalakshmi, 1999); para ello resulta muy significativo valorar las diferentes especies de plantas, lo que incluye aquellas cuyos beneficios e importancia son aún desconocidos o poco divulgados, ya que han resultado ignorados a lo largo de la historia (Hill, 1984). En este sentido actualmente los estudios relacionados con el valor nutricional de plantas subutilizadas, que resulten útiles para la alimentación son de considerable significancia, ya que pueden ayudar a identificar recursos con potencialidades nutritivas, pero para ello es importante conocer su morfología, convirtiéndose en una necesidad la caracterización del germoplasma y la evaluación de las propiedades física química de papa aérea conservado por el INIAP en la Estación Experimental Central de la Amazonía

En la presente investigación se plantea conocer el potencial del germoplasma de *Dioscorea* conservado en el banco de germoplasma a través de la caracterización fenotípica de caracteres cuantitativos y cualitativos de importancia económica actual o futura, así como con estudios bromatológicos. Este trabajo permitirá identificar genotipos

valiosos para ser seleccionados directamente o puestos a disposición de los usuarios e investigadores a nivel nacional que estén interesados en este cultivo ya que en la actualidad es escasa la información referente a este cultivo a nivel de la Amazonia ecuatoriana.

### Objetivos

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

### Metodología:

Para la caracterización fenotípica de las accesiones de papa aérea se está utilizando la lista de descriptores definida por el Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos-Instituto Internacional de Agricultura Tropical (IPGRI-IITA, 1997), que comprende 66 descriptores 43 cualitativos y 23 cuantitativos. A continuación, se describen los descriptores a utilizarse.

### Resultados:

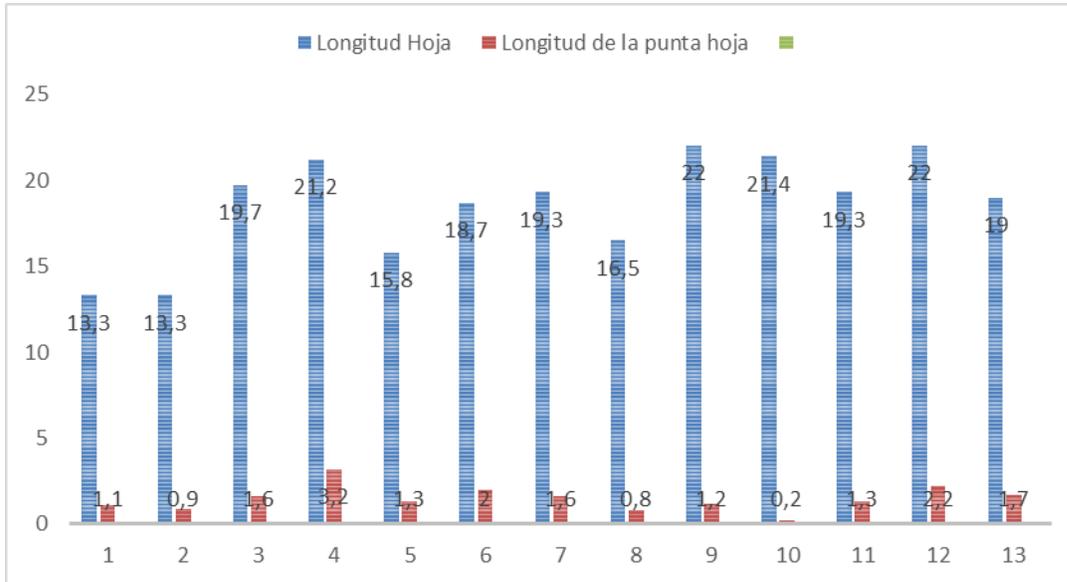
Hasta el momento se han evaluado 27 variables correspondiente a hojas y tallo, quedando pendiente la evaluación de flores y frutos, estas variables no se pudieron registrar debido a problemas de la Pandemia por el COVID 19 y a problemas ambientales (caída de un árbol sobre el sistema de tutoreo), por lo que se tuvo que volver a realizar la siembra de las accesiones.

Se realizaron las evaluaciones agronómicas de las variables color del tallo joven, color de las hojas jóvenes, color del borde de las hojas, color de la nervadura y color del peciolo (Cuadro 4).

**Cuadro 4.** Detalle de las características agronómicas de tallo jóvenes de papa aérea

No. Acceso n	Color joven	tallo	Color de las hojas jóvenes	Color del borde	del	Color de la nervadura	Color del peciolo	del
1	1		137 <sup>a</sup>	5C		154D	144B	
2	1		137 <sup>a</sup>	151A		151 <sup>a</sup>	145A	
3	2		144 <sup>a</sup>	144A		144 <sup>a</sup>	196D	
4	2		144B	187B		144B	145B	
5	2		137B	145B		145B	146C	
6	3		146B	187C		144 <sup>a</sup>	144C	
7	2		144C	187C		187C	145B	
8	2		146 <sup>a</sup>	187C		145B	146D	
9	2		144 <sup>a</sup>	187C		145B	146D	
10	2		144 <sup>a</sup>	187C		144C	145B	
11	2		144 <sup>a</sup>	187C		144B	197B	
12	2		144 <sup>a</sup>	187C		187C	145C	
13	2		N144D	187C		187C	144D	

En lo que respecta al descriptor longitud de la hoja y longitud de la punta de la hoja (Figura 8), se puede observar que existen accesiones que presentan hasta 22 cm de largo en relación a otras accesiones que presentan 13 cm de largo (Figura 7)



**Figura 8.** Longitud de la hoja y longitud de la punta de la hoja de la papa aérea (cm)

En lo referente a longitud del peciolo de la hoja existe accesiones que presentan 6.3 cm, seguido de 9.2 cm versus accesiones que registran entre 13, 5 cm a 15 cm (Figura 9).



**Figura 9.** Longitud del peciolo de la hoja de la papa aérea (cm)

Para el mantenimiento de la colección de papa aérea este año se realizó actividades de manejo agronómico como:

- ✓ Refrescamiento de 13 accesiones de papa aérea con un promedio de 10 plantas por accesión
- ✓ Preparación de lote balizado y siembra de 13 accesiones de papa aérea
- ✓ Cuatro controles manuales con moto guadaña
- ✓ Tutorío de la colección de papa aérea

#### Conclusiones:

- ✓ Se realizó el refrescamiento de la colección de papa aérea
- ✓ Se sembraron 10 plantas por accesión con una densidad de siembra de 2.5 x 2 m.
- ✓ Se evaluaron hasta la fecha variables de hoja y tallo.

#### Recomendaciones:

- ✓ Continuar con el proceso de manejo agronómico y completar la caracterización morfológica de la colección de papa aérea

#### Referencias:

- Bousalem, M., Viader, V., Mariac, C., Gomez, R., Hochu, I., Santoni, S., & David, J. (2010). Evidence of diploidy in the Amerindian yam, a putative progenitor of the endangered species *Dioscorea Trifida* (Dioscoreaceae). *Genome*, Ottawa, v. 53, p.371-383.
- Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M.G., González L., Tablada M., & Robledo C.W. InfoStat versión 2012.
- Hill, M. S. (1984). Seed Technology Training and Research in Southeast Asian Countries food and fertilizer technology Centre (ASPAC). *Extensión Bulletin*, No 207, p. 1-6
- Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos/Instituto Internacional de Agricultura Tropical (IPGRI/IITA). (1997). *Descriptores para el ñame (Dioscorea spp)*. Instituto Internacional de Agricultura Tropical, Ibadan, Nigeria/Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, Roma Italia. Recuperado de <http://www.Cgiar.org/ipgri/>
- Jiménez, M., Aurealuz, M., y Martínez, A. (2014). *Guía técnica para el cultivo de la papa de aire (Dioscorea bulbifera)*. Panamá. 22p.
- Rajyalakshmi, P., & Geervani, P. (1999). Nutritive value of the foods cultivated and consumed by their tribals of South India. *Plant Foods for Human Nutrition*, vol. 46, p. 53-61.
- Ramos-Escudero, F; Santos-Buelga, C; Pérez-Alonso, J,J; Yáñez, J.A; Dueñas, M. 2010. HPLC-DAD-ESI/MS identification of anthocyanins in *Dioscorea trifida* L. yam tuber (purple sachapapa). *European Food Research and Technology*, Berlin, v. 230. 745-752 p.

#### Actividad 6.

**Colecciones conservadas ex situ (cacao, frutales amazónicos y exóticos, medicinales, plátano, chontaduro, raíces, ají, seguridad alimentaria, yuca Sacha inchi) en campo.**

**Responsable:** Nelly Paredes Andrade

**Colaboradores:** Luis Lima

#### Antecedentes:

El rescate, conservación, mantenimiento y el uso sostenible de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura son trascendentales, tanto para garantizar la seguridad alimentaria de la presente y de las futuras generaciones, además la diversidad genética es la base para el mejoramiento por lo cual, la conservación (bajo diferentes

modalidades *ex situ*, *in situ*, *in vivo*) y el uso sostenible de esta diversidad constituyen elementos claves para la diversificación, mejora de la producción agrícola y adaptación genética de los cultivos para la búsqueda de materiales con características de tolerancia a factores bióticos (plagas y enfermedades) y abióticos (sequía, exceso de lluvias, heladas, salinidad, temperaturas elevadas) adversos, intensificados últimamente por el cambio climático. Eso implica que para los investigadores y fitomejoradores, las colecciones conservadas de recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura representan un seguro de vida contra la pérdida de diversidad, (Ebert et ál. 2007, Frison et ál. 2008).

Es de importancia el manejo adecuado de los bancos de germoplasma, para lo cual se debe poner en práctica normas y procedimientos que garanticen la viabilidad y la disponibilidad de los recursos fitogenéticos conservados (FAO, 2014). Los recursos fitogenéticos son el material vegetal con información genética poseedora de un valor real en el presente o potencial en el futuro, por lo que éstos se constituyen en un patrimonio de la humanidad de valor incalculable y su pérdida es un proceso irreversible que supone una grave amenaza para la estabilidad de los ecosistemas, el desarrollo agrícola y la seguridad alimentaria del mundo (Gerbasi 2003; Wyse y Sutherland 2000), por lo que la conservación de todo este patrimonio en los bancos de germoplasma son la forma más segura de protegerlos.

La conservación *ex situ*, mantiene la diversidad biológica fuera de su hábitat natural, y según Engels y Visser (2007) es el método de conservación mejor investigado, esta metodología es reconocida como una de las herramientas más importantes para la conservación de la biodiversidad, ya que garantiza la supervivencia de las especies (Wyse y Sutherland 2000). En el INIAP a través del Departamento de Recursos Fitogenéticos (DENAREF) en la Amazonía, actualmente conserva aproximadamente 2000 accesiones provenientes de colectas. El germoplasma conservado es caracterizado con el fin de identificar materiales con características sobresalientes y poner a disposición de varios usuarios, con la finalidad de aportar y garantizar la disponibilidad de semillas para la seguridad alimentaria de manera sostenible (Tapia *et al.*, 2016).

## Objetivos

Conservar la agrobiodiversidad de los cultivos nativos y sus especies relacionadas a través de cultivos en campo en el INIAP-EECA

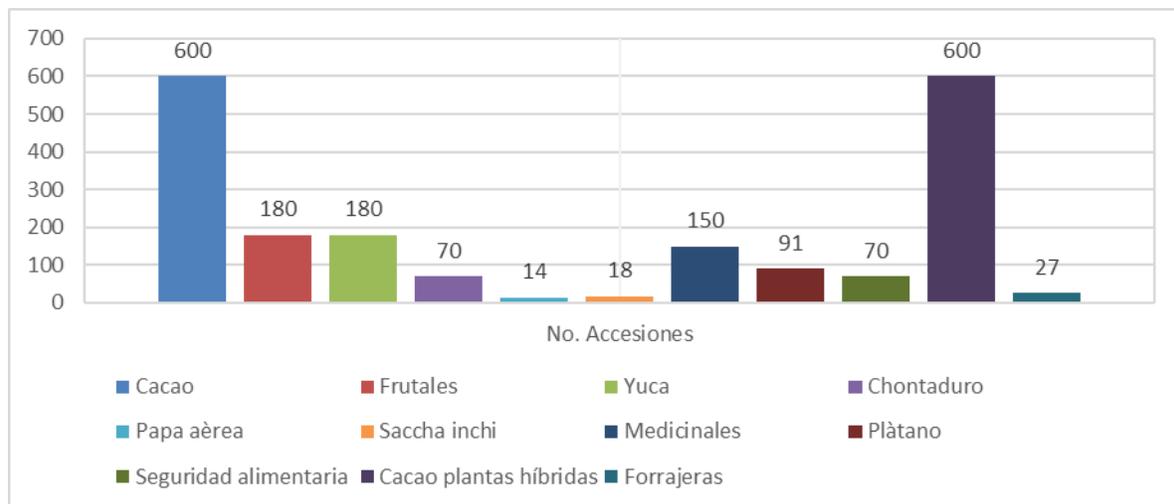
## Metodología

En el caso de la conservación en campo, el germoplasma se conserva como plantas vivas debido a que son plantas con semillas recalcitrantes como por ejemplo el cacao, palmas, sacha inchi, chontaduro, etc, las cuales no pueden ser conservadas en frío debido a que rápidamente pierden su viabilidad (Sevilla y Holle 2004), esta metodología se usa además para conservar cultivos clonales y cultivos que rara vez producen semillas (Engels y Visser 2000). Esta es la forma más común de conservación, pero es muy costosa ya que implica pago de personal para las labores de mantenimiento, además requiere de insumos y agroquímicos para un buen manejo y está expuesto a los riesgos naturales de sequía, inundación, huracanes, e incluso robos, etc. Tiene la ventaja de ser de fácil acceso, se usa para caracterizar y multiplicar material al igual que para conservarlos, y los usuarios tienen la oportunidad de observarlos directamente (FAO 1996; FAO, 2014; Tapia *et al.*, 2016). Además, se mantiene las colecciones en relación al Protocolo aprobado por el Comité Técnico de la Estación Experimental Santa Catalina. No. INIAP-DI-2016-522-

MEM. Guía para el Manejo y Conservación de Recursos Fitogenéticos en Ecuador (Monteros et al., 2018).

## Resultados

En el Banco de germoplasma de la Estación Experimental Central Amazónica (EECA), se conserva en colecciones de campo, especies de frutales amazónicos, especies medicinales colectadas a nivel de toda la región amazónica, especies de seguridad alimentaria como (papa aérea, papa china, sachá inchi, camote, yuca, plátano, chontaduro), así como especies de interés comercial y alimenticio incluidos materiales de café, cacao, y especies forrajeras, que están siendo utilizadas por los programas en proceso de investigación en total alrededor de 2000 accesiones en conservación (Figura 10)



**Figura 10.** Accesiones conservadas en campo en la EECA

### **Colección de cacao amazónico (*Theobroma cacao*)**

Para el mantenimiento de la colección de cacao en este año se realizó actividades de manejo agronómico (Imagen 8) como se detalla a continuación:

- Una poda fitosanitaria en toda la colección y una poda a la especie de servicio flemingia (*flemingia macrophylla*) que sirve como aporte de materia orgánica a las plantas de cacao
- Un encalado con cal dolomita a razón de 0,5 kilos por planta
- Una fertilización a base de Nitrato de Amonio, fosfato monoamónico y muriato de Potasio, en dosis de 200 gr/planta Se hicieron
- Cuatro controles manuales y dos controles químicos con paraquat a razón de 2,5 l/ha por hectárea y amina en dosis de 1 l/ha.



**Imagen 8.** Especie de flemingia en bordes de colección de cacao

### **Colección de frutales Amazónicos**

Para realizar el mantenimiento de la colección de frutales amazónicos (Imagen 9) se realizaron actividades como se detalla a continuación:

- El control de malezas se realizó tres controles con moto guadaña alternando con dos controles químicos con paraquat (2,5 l/ha) más amina (1l/ha) y un control con moto guadaña



**Imagen 9.** Manejo agronómico de la colección de frutales amazónicos y exóticos

### **Colección de Chontaduro (*Bactris gasipaes*)**

Para el mantenimiento de la colección de chontaduro (Imagen 10) se realizaron actividades como:

- ✓ Tres controles de malezas con moto guadaña y tres controles químicos a base de paraquat en dosis de 3 l/ha
- ✓ Coronas en cada una de las plantas de la colección
- ✓ Fertilización química a base de 10-30-10 más ya rámica en dosis de 200 g/planta



**Imagen 10.** Manejo agronómico de la colección de Chontaduro.

### **Colecciones de Seguridad alimentaria**

La demanda mundial de alimentos está aumentando considerablemente, debido al incremento poblacional mundial, por un cambio en los hábitos alimenticios, apertura de la frontera agrícola, cambio climático entre otros factores. La FAO estima que 854 millones de personas estaban subalimentadas en el 2000-2003, incluidos 820 millones en los países en desarrollo, 25 millones en países de transición y 9 millones en los países industrializados (FAO 2006).

Es por ello la conservación y el uso sostenible de la agrobiodiversidad de cultivos que contribuyan a la seguridad alimentaria son cruciales, debido a que proveen un seguro genético para adaptarse a las condiciones cambiantes incluyendo el cambio climático, para las necesidades de los consumidores y la demanda, presente y futura.

El INIAP en la EECA, en las colecciones de seguridad alimentaria (Imagen 11) se conservan colecciones de sacha inchi (*Plukenetia voluvilis*), Camote (*Ipomoea batatas*), Papa china (*Colocasia esculenta*), Papa aérea (*Dioscorea bulbifera*), Aji (*Capsicum sp.*), y la colección de *Pachyrhizus tuberosus*, en estas colecciones se realizaron las siguientes labores

- Controles de malezas cada mes dependiendo de la especie, y en los bordes se hizo controles químicos con paraquat.
- Podas de mantenimiento en las colecciones de sacha inchi y especies de servicio como es la gliricidia
- Una poda de mantenimiento en plantas de cacao que están sembradas dentro de estas colecciones
- Refrescamiento de 10 accesiones de camote
- Refrescamiento de 14 accesiones de papa china
- En el área conservada en la EECA se realizaron control de malezas con moto guadaña y químico en los bordes de las colecciones
- Podas de mantenimiento de las especies de sacha inchi, papa aérea
- Control de malezas en la parte exterior de estas colecciones
- Tutorío en las colecciones de papa aérea y sacha inchi
- Refrescamiento de los materiales de yuca
- Poda de especies de servicio yuca ratón (*Gliricidia spium*)



**Imagen 11.** Manejo agronómico de la colección de Seguridad alimentaria

### **Colección de Yuca (*Manihot esculenta*)**

La colección de yuca es de mucha importancia debido a que es alimento básico de entre 800 y 1000 millones de personas en todo el mundo (Lebot 2009;), además es un cultivo que fácilmente se adapta a diferentes tipos de suelos como los áridos o propensos a sequía (Ceballos *et al* 2012).

En esta colección se realizaron las siguientes actividades (Imagen 12).

- Se conservan 180 accesiones entre accesiones de la Costa y Amazonía
- Refrescamiento a 200 accesiones conservadas en la colección de yuca, a inicios de año y otro final de diciembre de 2020.
- Control de malezas con moto guadaña cada cuatro meses
- Se realizaron los controles fitosanitarios a base de caldo bordelex más thiametoxan+lambdacihalotrina a razón de 10 g/l y 1,2 ml/l para controlar problemas de bacteriosis principalmente a las accesiones de la Costa



**Imagen 12.** Manejo agronómico de la Colección de Yuca

### **Colecciones de Plátano (*Musa spp*)**

El cultivo de *Musa sp.*, es el rubro agrícola más importante de Ecuador, tanto por su aporte a la generación de divisas, como a la alimentación de los ecuatorianos, en el caso de bananos en Ecuador existe sembradas alrededor de 391 067 ha (INEC 2015).

La EECA en su colección mantiene 91 accesiones de Musáceas, en proceso de caracterización morfológica, además como actividades de mantenimiento se realizó (Imagen 13):

- Controles de malezas manuales cada cuatro meses
- Un control fitosanitario para picudo (*Cosmopolites sordidus*) y sigatoka a base de clorotalonil 1l/ha, y benfurocarb 1 l/ha,



**Imagen 13.** Manejo agronómico de las Colecciones de Plátano

### **Colecciones de Plantas Medicinales.**

Las plantas son fuente de numerosos productos bioactivos con grandes variaciones estructurales, representan un depósito valioso de moléculas y son parte del patrimonio cultural (Hostettmann *et al.* 2008); históricamente los productos de origen vegetal han ocupado un rol importante para la alimentación y prevención de algunas enfermedades, sin embargo en las últimas décadas adquiere una mayor importancia (Cañigual, Dellacassa y Bandoni 2003), siendo su propósito obtener la cura y remedio a los problemas de salud que aquejan a los seres humanos, es por ello que su importancia no radica solo en el potencial farmacológico, sino también en la importancia económica que ofrecen a los diferentes países productores de especies medicinales (Burica 2008).

La Organización Mundial de Salud ha estimado que más del 80% de la población mundial utiliza la medicina tradicional, para sus necesidades de atención primaria de salud, es así como las plantas medicinales constituyen un recurso valioso en los sistemas de salud de los países en desarrollo, (Kala 2000; Tabuti *et al.* 2003).

En la colección de plantas medicinales se dispone de 15 familias botánicas, de las cuales se conservan entre una y cinco especies por familia, sumando un total de 166 accesiones conservadas en campo (Imagen 14). Para conservación de las especies medicinales se realizaron las siguientes actividades:

- Control manual de malezas cada cuatro mes, en los bordes de la colección se aplicó el herbicida gramoxone en dosis de 100 cc<sup>3</sup>/l
- Una fertilización química a base de ya rámica en dosis de 100 gramos por planta
- Refrescamiento del 40% de la colección debido a que existen especies anuales (su ciclo fenológico es de 5 a 7 meses), se refrescaron accesiones de hierba luisa

(*Cymbopogon citratus*), verbena (*Verbena litoralis*), sábila (*Aloe vera*), menta (*Mentha piperita* L), albahaca (*Ocimum basilicum*), escancel (*Aerva sanguinolenta*), chugri yuyo (*Bryophyllum pinnatum*), caña agria (*Costus spicatus*), valeriana (*Valeriana officinalis*), y cola de caballo (*Equisetum arvense*), además se refresco accesiones de ayahuasca (*Banisteriopsis caapi*), Chiri waisa grande y Chiri waisa pequeña (*Brunfelsia chiricaspí*), ortiga verde y ortiga negra (*Urtica urens*), hierba tres fillos (*Baccharis genistelloides*), sachá ajo (*Mansoa alliacea*), zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*), verbena (*Verbena litoralis*), y jengibre (*Zingiber officinale*), sin embargo se presentaron problemas en este año y no se pudo avanzar en el proceso de refrescamiento debido a problemas de la Pandemia por el COVID 19

- Una readequación de platabandas de toda la colección



**Imagen 14.** Manejo agronómico de las Colecciones de Plantas Medicinales.

### **Colecciones de Sacha Inchi (*Plukenetia Volubilis*).**

Las actividades para el mantenimiento de esta colección (Imagen 15) se han concentrado en:

- Tres controles de malezas con moto guadaña
- Se realizó el refrescamiento de toda la colección
- Renovación del sistema de tutoreo utilizando alambre galvanizado # 14
- Se refrescaron 18 accesiones de la colección de sachá inchi las mismas que serán evaluadas dentro del proceso de caracterización morfológica



**Imagen 15.** Manejo agronómico de las Colecciones de Sacha Inchi

### **Colecciones Chontaduro.**

Para el mantenimiento de la colección de chontaduro (Imagen 16) se realizaron actividades como:

- ✓ Tres controles de malezas con moto guadañan y tres controles químicos a base de paraquat en dosis de 3 l/ha
- ✓ Coronas en cada una de las plantas de la colección
- ✓ Fertilización química a base de 10-30-10 más ya rámica en dosis de 400 g/planta



**Imagen 16.** Manejo agronómico de las Colecciones Chontaduro.

### **Conclusiones:**

- ✓ Se conservan 2000 accesiones en campo con especies de frutales nativos alimenticios (80 especies), especies medicinales de interés y uso regional y nacional (166 especies), especies de seguridad alimentaria nacional y regional (9 especies), yuca especie clave de
- ✓ la seguridad alimentaria nacional y regional, otras especies de interés comercial y alimenticio, además de especies forrajeras de interés regional.
- ✓ Mayormente se presentaron problemas en colecciones como yuca, seguridad alimentaria y plantas medicinales debido a la Pandemia por el COVID 19, lo que

difícil hacer los planes de refrescamiento oportunos de acuerdo a su ciclo fenológico

- ✓ La conservación de las colecciones en campo sobre todo de yuca, plantas medicinales, ají entre otras requieren de procesos constantes de refrescamiento, multiplicación y siembra

#### Recomendaciones:

- ✓ Es importante realizar misiones de colecta para obtener muestras de germoplasma (materiales cultivados y parientes silvestres) que llenan vacíos predeterminados en las colecciones existentes en el banco, debido a problemas de la Pandemia.

#### Referencias:

- Altieri, M.A. (1995). Agroecology: the science of sustainable agriculture. Westview Press, Boulder, CO.
- Burica Press. 2008. Estrategia de biodiversidad de Panamá. 2008. Publicado por Burica Press - Panamá por dentro”, Consultado 07-12-2017, Recuperado de: <http://burica.wordpress.com/2008/02/01/estrategia-de-biodiversidad-de-panama/>.
- Cañigueral, S.; Dellacassa, E. y Bandoni, A.I. 2003. Plantas Medicinales y Fitoterapia: ¿Indicadores de Dependencia o Factores de Desarrollo?. Lat. Am. J. Pharm. 22 (3): 265-78.
- Ceballos, H.; Hershey, C. y Becerra, L. A. New Approaches to Cassava Breeding. 2012. In: Plant Breeding Reviews, First Edition. Jules Janick (ed.). WileyBlackwell. John Wiley & Sons, Inc. (EE.UU). vol. 36, p. 427-504.
- Di Rienzo J. A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2012.
- Ebert, R.; Martin, D; Bullock, N.; Mujika, I.; Quod, M.; Farthing, L.; Burke, L.; Withers, T. (2007). Influence of Hydration Status on Thermoregulation and Cycling Hill Climbing. DOI: 10.1249/01.mss.0000247000.86847.de
- Engelmann, F. y Dulloo, E. M. Introduction. En: F. Engelmann, M. E. Dulloo, C. Astorga, S. Dussert y F. Anthony. 2007. Conserving coffee genetic resources. Roma: Biodiversity International. p. 1-11
- FAO, (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) 1996. Cumbre Mundial sobre la alimentación: Declaración de roma sobre la Seguridad Alimentaria Mundial y Plan de Acción sobre Alimentación 1996. (en línea). Recuperado de [http://www.fao.org/wfs/index\\_es.htm](http://www.fao.org/wfs/index_es.htm)
- FAO. The State of Food Insecurity in the World 2006. octubre 2006. Consultado (06-12/2017), Recuperado de <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/009/a0750e/a0750e00.pdf>
- FAO. 2014. Normas para bancos de germoplasma de recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura. Edición revisada. Roma
- Frison, G; Favretto, D; Zancanaro F; Fazzin, G; Ferrara, S.D. A case of beta-carboline alkaloid intoxication following ingestion of *Peganum harmala* seed extract. Forensic Sci. Int., 179 (2008), pp. e37-e43
- Gerbasí, F. 2003. Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura. Consultado 06 de diciembre de 2017, Recuperado de <http://es.scribd.com/doc/6164587/TratadoInternacional-sobre-los-recursos-fitogeneticos-para-la-agricultura-y-la-alimentacion>
- Guzmán GI, Alonso AM. (2010). The European Union: Key Roles for Institutional Support and Economic Factors. In The Conversion To Sustainable Agriculture: Principles,

- Processes, and Practices. *Advances in Agroecology* (Gliessman SR, Rosemeyer M, eds). Boca Ratón, Florida: CRC, Taylor & Francis Group, 239-272 pp.
- Hostettmann, K; Gupta, Mahabir; Marston, A. 2008. Manual de estrategias para el aislamiento de productos naturales bioactivos. Programa Iberoamericanos de Ciencia y Tecnología. Cyted; Convenio Andrés Bello. Bogotá Colombia. 120 pág.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. INEC. 2015. En cuenta de superficie y producción agropecuaria Continua. Consultado (06-12-2017). Recuperado de. <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-agropecuarias-2/>.
- Kala, P. 2000. Status and conservation of rare and endangered medicinal plants in the Indian trans Himalayan. *Biol. Conservation* 93: 371-379.
- Lebot, V. 2009. Tropical root and tuber crops: cassava, sweet potato, yams and aroids. *Crop Production Science in Horticulture*. 17 Edition, CABI Publishing, Wallingford (United of Kingdom). 413 p.
- Monteros-Altamirano, A; Tacán, M.; Peña, G.; Tapia, C.; Paredes, N.; Lima, L. 2018. Guía para el manejo de los recursos fitogenéticos en Ecuador. Protocolos. Publicación miscelánea No. 432. INIAP, Estación Experimental Santa Catalina. Departamento Nacional de Recursos Fitogenéticos, Mejía, Ecuador (16) (PDF) *Guía para el manejo y conservación de los recursos fitogenéticos en Ecuador. Protocolos*. Available from: [https://www.researchgate.net/publication/323943836\\_Guia\\_para\\_el\\_manejo\\_y\\_conservacion\\_de\\_los\\_recursos\\_fitogeneticos\\_en\\_Ecuador\\_Protocolos](https://www.researchgate.net/publication/323943836_Guia_para_el_manejo_y_conservacion_de_los_recursos_fitogeneticos_en_Ecuador_Protocolos) [accessed Dec 16 2020].
- Ngo. M.A. Gidoin. C. Avelino. J. Cilas. C. Deheuvels. O. Wery. J. (2013). Diversity and spatial clustering of shade trees affect cacao yield and pathogen pressure in Costa Rican agroforests. *Basic Appl Ecol*, 14(4), 329–336. doi: 10.1016/j.baae.2018.03.003.
- Sevilla, R. y Holle, M. (2004). Recursos genéticos vegetales. Lima, Perú. 113 p.
- Somarriba E. (2009). Planificación agroforestal de fincas. Serie Materiales de Enseñanza No. 49. Turrialba, Costa Rica: CATIE.
- Suárez, A.I. (2001). Aprovechamiento sostenible de madera de *Cordia alliodora* y *Cedrela odorata* de regeneración natural en cacaotales y bananales indígenas de Talamanca, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 74 p.
- Tabuti, J.R., K.A. Lye & S. Dhillion. 2003. Traditional herbal drugs of Bulamogi, Uganda. *Plants, use and administration*. *J. Ethnopharm.* 88: 19-44.
- Tapia, C; Monteros-Altamirano, A; baer, N; Tacán, M; Roura, A; Peña, G; Paredes, N; Borja; E. (2016). Promocional de actividades del Departamento Nacional de Recursos Fitogenéticos. Instituto Nacional de Investigadores Agropecuarias. (16 cartillas). Tercera Edición.s.n.p.
- Wyse Jackson, P.S. and Sutherland, L.A. (2000) (1st edition) *International Agenda for Botanic Gardens in Conservation*. Botanic Gardens Conservation International, U.K.

### Actividad 7.

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

**Responsable:** Nelly Paredes Andrade

**Colaboradores:** Luis Lima

#### **Antecedentes**

El plátano y el banano son propios del suroeste de Asia, y su cultivo se ha difundido a extensas zonas de América Central y Sudamérica, donde es la base de la alimentación de la población. La mayoría de los cultivares de plátano y banano de la familia Musaceae tuvieron origen en dos especies silvestres: *Musa acuminata* (A) y *Musa balbisiana* (B) que por poliploidía e hibridación generaron las variedades cultivadas actualmente (Simmonds, 1973).

En varios países tropicales la agricultura se basa en una producción semi-intensiva que contribuye a mantener la diversidad de las plantas comestibles y generar ingresos para los habitantes de las zonas rurales. En la actualidad, las musáceas son fuente importante de carbohidratos dentro de la dieta de los colombianos y se consideran la cuarta fuente de energía, después de maíz, arroz y trigo (FAO, 2005).

Los programas de mejoramiento genético de musáceas se han orientado principalmente al desarrollo de variedades resistentes a plagas y enfermedades. Las estrategias se han centrado en aspectos agronómicos como rendimiento, características organolépticas (aparición), tolerancia a estrés, vida útil, contenido de minerales, absorción de agua y resistencia mecánica a daño (Bakry et al., 2008). Entre las especies tetraploides introducidas, los híbridos de la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA) presentan ventajas por su productividad y resistencia a plagas. No obstante, algunos de ellos son a menudo rechazados por los consumidores debido a defectos en sus características organolépticas (visuales, sensoriales y de textura), así como su bajo contenido de materia seca y vida útil poscosecha en estado verde (Dzomeku et al., 2006; Arvanitoyannis y Mavromatis, 2009).

La gran biodiversidad de plantas de musáceas es un activo importante en programas cuyo objetivo es la obtención de frutas con propiedades organolépticas deseables y de buena Calidad nutritiva que incluye sabor y contenido de antioxidantes. Dadas las exigencias de los consumidores y la demanda en nuevos mercados se describen nueve subespecies acuminata, siendo los clones más consumidos en el mundo: Grupo AA, Subgrupo AAA, Grupo AB, Grupo AAB, Grupo ABB, Grupo AAAA (Aurore et al., 2009).

## Objetivos

### Objetivo general

Realizar la caracterización morfológica de 91 accesiones Musaceas (*Musa* spp), del Banco de Germoplasma de la Estación Experimental Central de la Amazonía (EECA)

### Objetivos específicos

- ✓ Determinar el nivel de diversidad morfológica presente en las 91 accesiones de Musáceas (*Musa* spp)
- ✓ Clasificar los genotipos en grupos en función de sus características morfológicas cuantitativas y cualitativas
- ✓ Determinar cuáles son las variables cuantitativas y cualitativas con mayor capacidad discriminante entre los grupos

## Metodología

La caracterización se realiza en el banco de germoplasma del INIAP-Estación Experimental Central de Amazonía (EECA) del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), situado a una altitud de 285 m.s.n.m., longitud 76°52'35.87" Oeste y latitud 0°21'20.63" Sur, parroquia rural San Carlos a 3 km de la entrada del sector la Parker, Cantón La Joya de los Sachas, Orellana. La zona corresponde a un bosque húmedo tropical-bhT (Holdridge, 1987), con precipitación anual de 2955 - 3491 mm y temperatura media mensual de 26.5 - 26.6°C.

La presente investigación se realiza a través de la caracterización morfológica de las accesiones de plátano como se detalla a continuación.

## Caracterización morfológica

En la caracterización morfoagronómica de los genotipos se evalúan los descriptores cualitativos y cuantitativos, incluidos en el Sistema de Descriptores Mínimos para el Banano y el Plátano de la Red Internacional para el Mejoramiento del Banano y el Plátano (INIBAP) y el Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI-INIBAP/CIRAD, 1996). Para la misma se analizarán cinco plantas de cada una de las accesiones seleccionadas para el estudio (Cuadro 5)

**Cuadro 5.** Descriptores Mínimos (cualitativos y cuantitativos) evaluados en los genotipos seleccionados de *Musa* spp

DESCRIPTORES CUALITATIVOS		DESCRIPTORES CUANTITATIVOS
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Hábito foliar</li> <li>✓ Enanismo</li> <li>✓ Aspecto del pseudotallo</li> <li>✓ Color del pseudotallo</li> <li>✓ Pigmentación de las vainas intermedias</li> <li>✓ Color de la sabia</li> <li>✓ Desarrollo de los hijos</li> <li>✓ Manchas en la base del pecíolo</li> <li>✓ Color de las manchas</li> <li>✓ Forma del canal del pecíolo de la tercera hoja</li> <li>✓ Color del nervio medio de la superficie dorsal</li> <li>✓ Manchas en las láminas de los hijos de agua</li> <li>✓ Pubescencia del pedúnculo</li> <li>✓ Posición del racimo</li> <li>✓ Tipo de raquis</li> <li>✓ Posición del raquis</li> <li>✓ Aspecto del raquis</li> <li>✓ Forma de la yema masculina</li> <li>✓ Forma del ápice de</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Color de superficie externa de la bráctea</li> <li>✓ Color de la superficie interna de la bráctea</li> <li>✓ Imbricación de las brácteas</li> <li>✓ Cicatrices sobre el raquis</li> <li>✓ Coloración de la base de la bráctea</li> <li>✓ Comportamiento de las brácteas antes de caer</li> <li>✓ Presencia de cera en brácteas</li> <li>✓ Color de los lobos del tépalo compuesto del perigonio</li> <li>✓ Pigmentación del tépalo compuesto</li> <li>✓ Color de los lóbulos del tépalo compuesto</li> <li>✓ Aspecto del tépalo libre</li> <li>✓ Forma del estilo</li> <li>✓ Color del estigma</li> <li>✓ Color básico del ovario</li> <li>✓ Pigmentación del ovario</li> <li>✓ Forma de los frutos</li> <li>✓ Sección transversal del fruto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Altura (m)</li> <li>✓ Diámetro (cm)</li> <li>✓ Número de frutos</li> <li>✓ Número de manos por racimo</li> <li>✓ Longitud Promedio de los frutos (cm)</li> <li>✓ Número de hojas en floración</li> <li>✓ Número de hojas en cosecha</li> <li>✓ Peso del racimo (kg)</li> </ul>

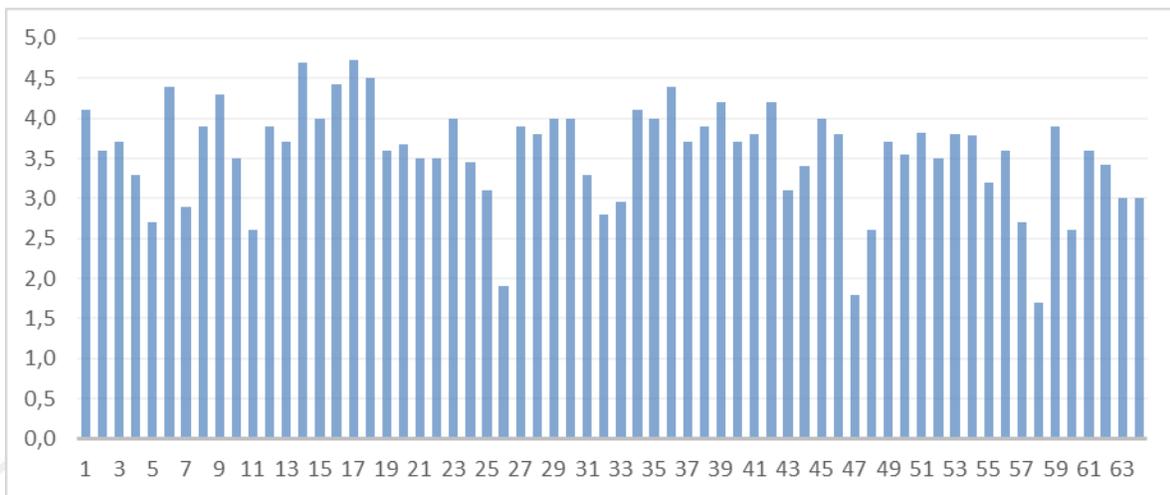
bráctea	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Ápice del fruto</li> <li>✓ Color cáscara fruto maduro</li> <li>✓ Color de la pulpa madura</li> <li>✓ Sabor de la fruta madura</li> </ul>	
---------	---	--

### Resultados

La función del pseudotallo es proveer conexión vascular entre las hojas, las raíces y los frutos, soporte al sistema foliar y la inflorescencia (Stover y Simmonds, 1987; Belalcázar et al., 1991) y, además, sirve de reservorio de agua, carbohidratos y nutrimentos a la planta (Simmonds, 1962).

Durante este año el proceso de registro de datos de acuerdo al ciclo fenológico de las accesiones se vio afectadas debido a problemas de la Pandemia por el COVID 19, sin embargo, se logró registrar algunas variables como se detallan a continuación:

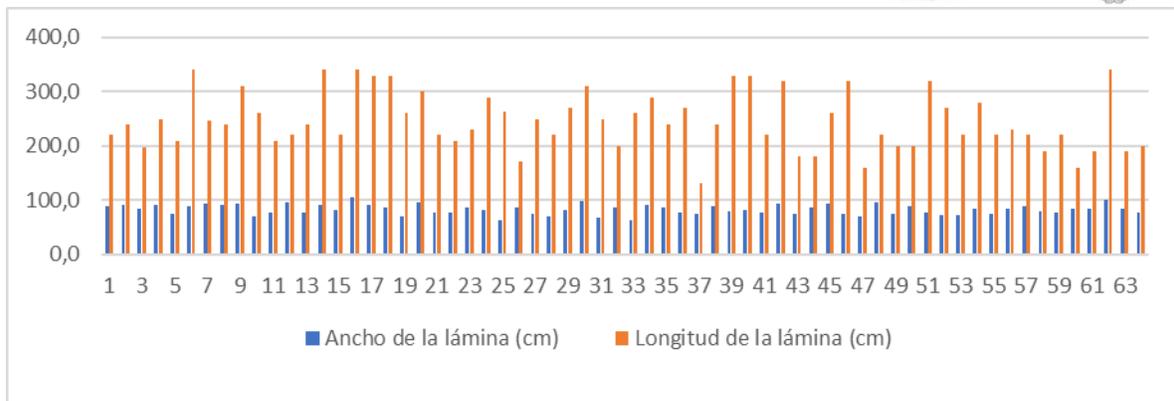
**Altura del pseudotallo.** – Se realizaron lecturas con la ayuda de una regla desde la base del pseudotallo hasta el punto de emergencia del pedúnculo en metros, es así que hubo accesiones que registraron alturas mayores del pseudotallo de 4.50 m a 4,0 m en relación a otras accesiones que registraron alturas más bajas como de 1.70 a 1.90 m de altura (Figura 11).



**Figura 11.** Altura del pseudotallo en accesiones de *Musa* spp

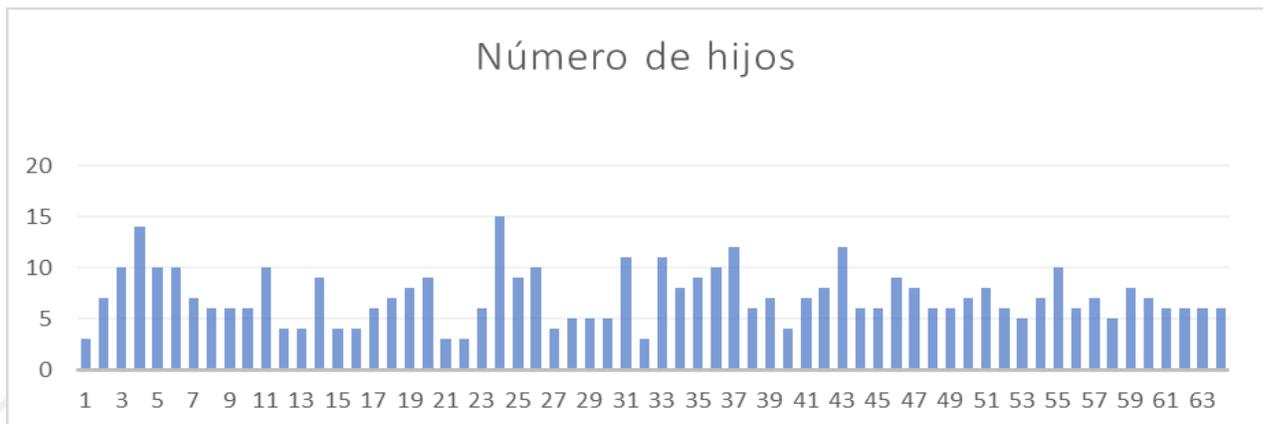
**Ancho de la lámina.** – La lectura se realizó tomando como referencia en su punto máximo con el uso de una cinta métrica en centímetros, donde se registraron accesiones que tienen entre 100,0 y 104,0 cm en relación a otras accesiones que presentaron anchos de la lámina entre (Figura 12)

**Longitud de la lámina.** – Los datos fueron registrados con una cinta métrica en centímetros medido en su punto máximo, en la cual se pudieron registrar accesiones que presentan valores entre 340,00 cm y 330 cm, mientras que otras accesiones registran valores entre 130,00 y 160, 00 cm (Figura 12)



**Figura 12.** Registro de variables ancho de la lámina y longitud de la lámina en accesiones de *Musa spp*

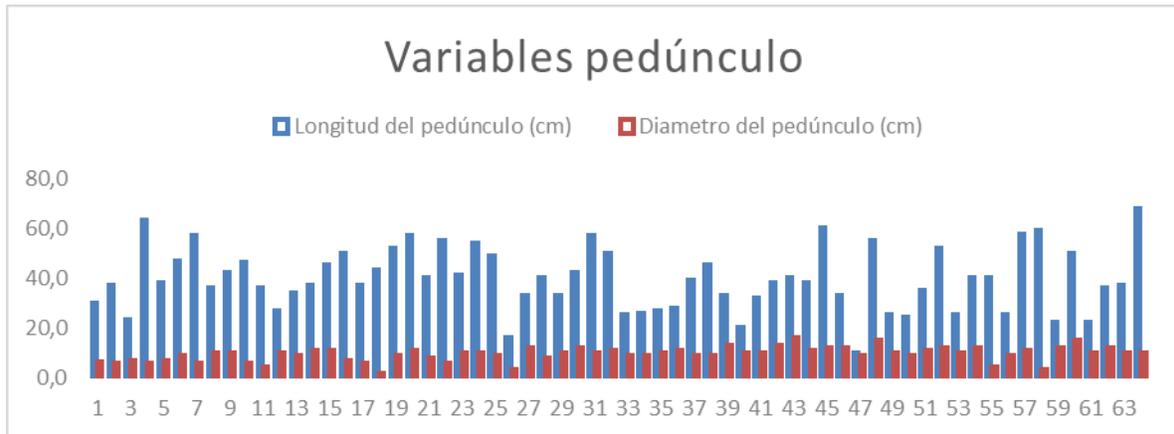
**Número de hijos.-** Para el registro de esta variable se procedió a contar el número de hijos que presentaron una altura superior a 30 cm desde el suelo como punto de emergencia de la última hoja, este dato se registró en plantas que no fueron deshijadas, se registraron número de hijos entre 3 y 4 hijos, mientras que en otras accesiones se registraron entre 14 y 15 hijos (Figura 13)



**Figura 13.** Registro de variable número de hijos en accesiones de *Musa spp*

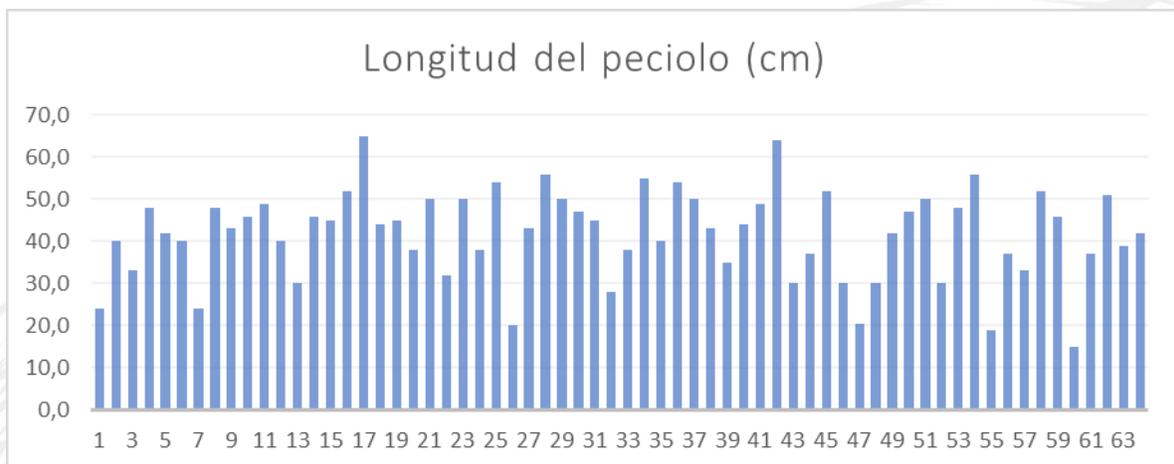
**Longitud del pedúnculo.-** Para el registro de esta variables se tomo como punto de partida la medición entre la corona foliar y la primera mano de frutos, para lo cual se utilizó una cinta métrica y se registró en centímetros, se registraron valores entre 60,00 cm y 83 cm, mientras que otras accesiones presentaron valores entre 16,00 cm y 20 cm (Figura 14)

**Diámetro del pedúnculo.-** El registro de esta variable se midió el diámetro del pedúnculo en el punto medio con una cinta métrica y se registró en centímetros, se registraron valores entre 15,00 cm y 16 cm, mientras que otras accesiones registraron datos entre 1,3 cm y 1,6 cm (Figura 14)



**Figura 14.** Datos de longitud del pedúnculo y diámetro del pedúnculo en accesiones de *Musa* spp

**Longitud del peciolo.** – Esta variable se midió desde el pseudotallo hasta la lámina con la ayuda de una cinta métrica y se registró en centímetros, algunas accesiones presentador longitud del pedicelo entre 19,00 cm y 15 cm, en relación a otras accesiones que presentaron valores entre 65,00 cm y 64 cm (Figura 15)



**Figura 15.** Datos de longitud del peciolo en accesiones de *Musa* spp

Sin embargo, es importante recalcar que el proceso de caracterización morfológica no se pudo realizar de manera constante de acuerdo al ciclo fenológico debido a problemas con la Pandemia por el COVID 19, por lo que se vieron afectadas algunas accesiones, por ello se tuvo que trasladar el registro de algunas accesiones para el próximo año.

Para el mantenimiento de la colección de plátano se realizaron actividades como:

- ✓ Tres controles de malezas con moto guadaña
- ✓ Coronas en cada una de las plantas de la colección de plátano
- ✓ Control fitosanitario a base de kasumin en dosis de 1.5 l/ha

### Conclusiones:

- ✓ Se presentaron problemas para el registro de datos de acuerdo al ciclo fenológico del cultivo, debido a problemas de Pandemia
- ✓ Mayormente las actividades se concentraron en mantenimiento de la colección

### Recomendaciones:

- ✓ Es importante continuar con el proceso de caracterización morfológica de las accesiones
- ✓ Debido a problemas de chontaduro es recomendable hacer análisis fitopatológicos y elaborar un plan de manejo integrado de la colección

### REFERENCIAS

- Arvanitoyannis, I. S. y Mavromatis, A. 2009. Bananas cultivars, cultivation practices, and physicochemical properties. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 49:113 - 135.
- Aurore, G.; Parfait, B.; y Fahrasmane, L. 2009. Bananas, raw materials for making processed food products. *Trends Food Sci. tech.* 20:78 - 91.
- Bakry, F.; Carreel, F.; Jenny, C.; y Horry, J. P. 2008. Genetic Improvement of banana. Chapter I. In breeding plantation tree crops: Tropical species. Jain, S. M. y Priyadarshan, P. M. (eds.). Springer Dordrecht, The Netherlands. P. 3 - 50.
- Belalcázar, S., J.A. Valencia y J.E. Lozada. 1991. La planta y el fruto. pp. 43-89. En: Belalcázar, S. (ed.). *El cultivo de plátano en el tró-pico*. ICA-INIBAP-CIID-Comité de Cafeteros del Quindío. Feriva.
- Dzomeku, B. M.; Osei-Owusu, M.; Ankomah, A. A.; Akyeampong, E.; y Darkey, S. K. 2006. Sensory evaluation of some cooking bananas in Ghana. *J. Appl. Sci.* 6(4):835 – 837
- FAO. 2005. *La economía mundial del banano 1985 - 2002*.
- IPGRI-INIBAP/CIRAD. 1996. *Descriptores para el banano (Mussa spp.)*. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, Roma, Italia; Red Internacional para el Mejoramiento de1 Banano y el Plátano, Montpellier, Francis; y el Centre de cooperation internationale en recherche agronomique pour le developpement, Montpellier, Francis.
- Simmonds, N. 1962. *The evolution of the bananas*. Ed. John Willey y Sons Inc., New York. 170 p.
- Simmonds, N. 1973. *Los Plátanos*. Barcelona, España. Blume.
- Stover, R.H. y N.W. Simmonds. 1987. *Bananas*. 3rd edition. Long-man Scientific & Technical, London. 468 p.