Identificación del material genético de cacao (*Theobroma cacao L.*) tolerante a la moniliasis (*Moniliophthora roreri* (Cif &Par.) Evans *et al.*) en la Estación Experimental de Sapecho.

Casto Maldonado Fuentes

Estación Experimental de Sapecho, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, email: casmaf@gmail.com

Resumen

El trabajo de investigación se realizó con material genético concentrado en la Estación Experimental de Sapecho en 29 genotipos de la colección Selección Sapecho y 42 de cacao foráneo introducido a Bolivia en los últimos 50 años; cada uno con 4 repeticiones. El objeto de este trabajo fue el seleccionar genotipos promisorios de cacao con niveles superiores de resistencia a *M. roreri*. Los genotipos fueron evaluados, mediante infección artificial a una concentración de 1x107conidios/ml y bajo condiciones de infección natural en germoplasma de la Estación Experimental de Sapecho. Para Inoculación Artificial se aplicó el patógeno en frutos de 10 cm de longitud seleccionadas uno en cada planta, después de 65 días de inoculado fueron evaluados la severidad externa (ISE) e interna (ISI) de los frutos infectados. los genotipos (clones) que se mostraron tolerantes fueron SS-18, SS-23, SS-33, ICS-95, los que se expresaron como moderadamente tolerantes ante la enfermedad de *M. roreri* fueron, SS-17, SS-19, SS-9, SS-6, SS-10, SS-11, SS-27, SS-7, SS-38, SS-36, SS-32, SS-34, SS-8, SIC-5, BE-10, Playa Alta-2, TSH-538 y SNK-413. Los demás cultivares se expresaron como moderadamente susceptible y susceptible.

Palabras clave: cacao, clones de cacao, Moniliasis, tolerancia, evaluación.

Introducción

En la región del Alto Beni, desde la dotación de tierra a los productores (1960), el principal propósito ha sido la implementación del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) y otros como el banano (*Musa ssp.*), café (*Coffea arabica*), cítricos (*Citrus ssp.*) El cacao es el mas importante por tener un mercado seguro con precio estable que garantiza a los productores en las inversiones productivas. Sin embargo, hasta el año 2010 la desventaja era la baja productividad (6-8 qq/ha.), debido a factores diversos entre los que destacan la susceptibilidad a escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*), mazorca negra (*Phytopthora palmivora)* y el chinche de cacao (*Monalonium spp*), acrecentándose el problema desde el 2011 con la moniliasis (*Moniliophthora roreri*). Por otro lado, el cultivo de cacao requiere de acompañamiento de forestales dentro del sistema productivo por ser de un estrato secundario y también del bosque primario en su estado natural. Frente a esta complejidad problemática, todas las investigaciones han sido orientadas al incremento de la productividad y se generó suficiente información sobre los manejos de cacao (podas, injertos, deshierbe, SAFs, etc.). También se ha desarrollado con bastante énfasis selección de material genético (Selección Local, Selección Sapecho) y los estudios de autocompatibilidad con el objeto de incrementar la productividad.

La Estación Experimental de Sapecho (EES) se constituye en uno de los germoplasmas más ricos de cacao a nivel nacional, que cuenta con más de 140 clones tanto foráneo, Selección Sapecho y Local debidamente identificados, así como una colección de 500 genotipos de Cacao Nacional recolectado de la Amazonia Boliviana. Actualmente se están desarrollado investigaciones sobre la caracterización de los cultivares, productividad y tolerancia a enfermedades fungosas. En este trabajo se identificó cultivares tolerantes a la moniliasis.

Materiales y métodos

Localización

El estudio se realizó en la región de Alto Beni en la EES, de la Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, durante las gestiones 2014 y 2015. Ubicada a 276 km de la ciudad de La Paz, geográficamente se encuentra en los paralelos 15o 33´y 15o46´ Latitud sur y 66o57´y 67o20´ Longitud Oeste. Corresponde a la cuarta sección municipal de la provincia Sud Yungas (municipio de Palos Blancos), una altitud de 450 msnm, precipitación media de 1800 mm y temperatura media de 26oC.

Metodología

El universo estuvo representado por 29 genotipos Selección Sapecho y 42 de cacao foráneo (introducido de otros países en los últimos 50 años); cada uno con 4 repeticiones. La investigación planteó generar dos resultados:

Resultado 1. Obtención de cepa de moniliasis a partir de los frutos de cacao contaminados con la enfermedad. Para el cual se consideró el siguiente procedimiento: Colección de Muestra, Desinfección de Muestra, Preparación del medio de cultivo, Aislamiento de monilia e Identificación de aislamientos mediante el microscopio óptico. (Figura 1).

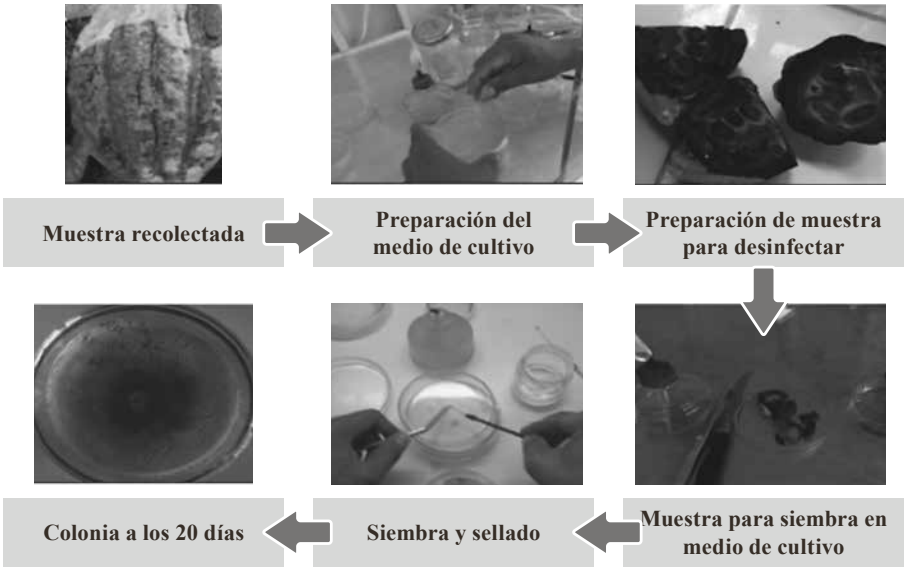

Figura 1. Procedimiento para aislamiento de Moniliasis, cuantificación de esporas y obtención de la cepa

Resultado 2: Identificar genotipos de cacao tolerantes a la moniliasis. Para el que se consideró dos etapas: (1) infestación de las mazorcas en diferentes estados de desarrollo y (2) evaluación del grado de tolerancia en los cultivares se ha seleccionado.

En la etapa 1 se realizó la preparación del caldo a una concentración de 1.5 x 107 zoosporas ml-1 de agua destilada y esterilizada y también se agregó Aceite oil al 0,1% para favorecer la dispersión de los conidios de acuerdo a Arciniegas *et al.* 2005 y Phillips W. *et al*. 2012.

Se realizó media hora antes de la aplicación sobre los frutos de dos meses de edad (10 cm de longitud), antes de la aplicación con inoculo se desinfectó la parte superficial del fruto con alcohol al 70% y secado con una toalla. Posterior a este proceso se aplicó con un atomizador presionando tres veces en cada una de las aplicaciones, después se cubrió con bolsa de polietileno que fueron perforadas en la base para evitar la saturación del agua en los frutos. (Figura 2).

La etapa 2 consistió en seleccionar 5 frutos de 10 cm donde se procedió a la infestación con *M. roreri* de manera artificial. Concluido el proceso de observación en el desarrollo de la enfermedad sobre los frutos se evaluó el Índice de Severidad Externa (ISE) y el Índice de Severidad Interna (ISI) después de 60 días. Para el cálculo del ISI de la mazorca se hizo un corte horizontal y se evaluó de acuerdo a la escala propuesta por Phillips M. (2006). Dónde: Tolerante esta entre 0 a 1,25 área necrosada, moderadamente tolerante entre 1,26 a 2,50 de área necrosada, moderadamente susceptible entre 2,51 a 3,75 de área necrosada y susceptible entre 3,76 a 5,0 de área necrosada. Para el cálculo del ISE de la mazorca se hizo según la sintomatología y signos observados sobre las mazorcas inoculadas y se evaluó de acuerdo a la escala propuesta por Phillips M. (2006). Dónde: 0 significa fruto sano, grado 1 (0,1 a 1,25) con hidrosis, grado 2 (1,26 a 2,50) con tumefacciones y madurez prematura, grado 3 (2,51 a 3,75) Necrosis, grado 4 con micelio hasta cuarta parte de la necrosis y 5 micelio en más de la cuarta parte de la necrosis.

Figura 2. Frutos inoculados y protegidos

Resultados y discusión

Resultado 1. Obtención de cepa de moniliasis a partir de los frutos de cacao contaminados con la enfermedad.

Se obtuvo el cultivo puro de *M roreri*, que fue aislado en medio de cultivo de extracto de cacao y al mismo tiempo se realizó la comparación morfológica de los hongos con el apoyo de un microscopio compuesto.

Resultado 2: Identificar genotipos de cacao tolerantes a la moniliasis

La selección, remarcación y evaluación de las plantas y frutos se realizó con apoyo de los universitarios (becarios del proyecto) y consultor (Ing. Andrés Flores). Se clasificaron los materiales genéticos por su respuesta a la Moniliasis propuesta por Phillips *et al.* (2005) de las mazorcas inoculadas en los diferentes estados de desarrollo y los resultados obtenidos se representan en las figuras y cuadros a continuación:

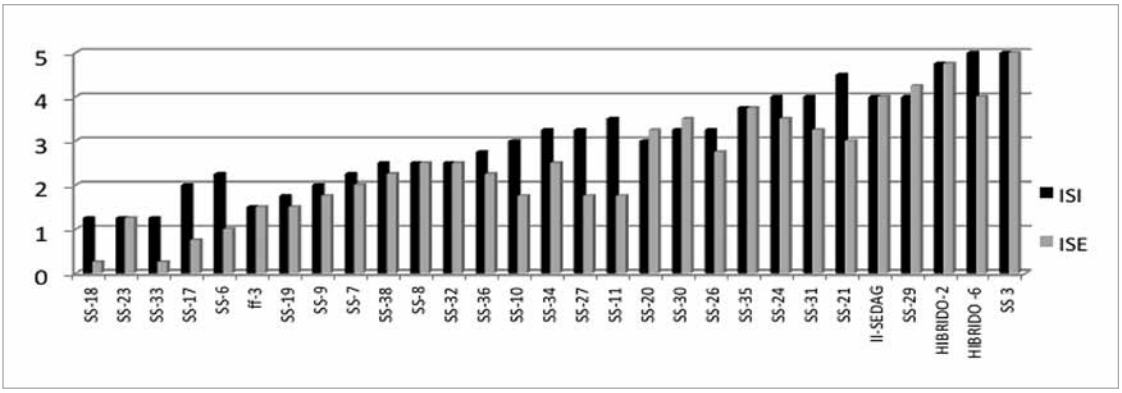

Figura 3. Índice de Severidad Interna y Externa en clones seleccionados de la región

Cuadro 1. Índice de Severidad Interna e Índice de Severidad Externa en clones seleccionados.

Nº	CLON	ISI	ISE	GRADO DE TOLERANCIA	Nº	CLON	ISI	ISE	GRADO DE TOLERANCIA
1	SS-18	1,25	0,25	Tolerante.	16	SS-27	3,25	1,75	MSPI-MTPE
2	SS-23	1,25	1,25	Tolerante	17	SS-11	3,5	1,75	MSPI-MTPE
3	SS-33	1,25	0,25	Tolerante.	18	SS-20	3	3,25	MS
4	SS-17	2	0,75	MTPI-TPE	19	SS-30	3,25	3,5	MS
5	SS-6	2,25	1	MTPI-TPE	20	SS-26	3,25	2,75	MS
6	ff-3	1,5	1,5	MT	21	SS-35	3,75	3,75	MS
7	SS-19	1,75	1,5	MT	22	SS-24	4	3,5	MTPI-SPE
8	SS-9	2	1,75	MT	23	SS-31	4	3,25	SPI-MSPE
9	SS-7	2,25	2	MT	24	SS-21	4,5	3	SPI-MSPE
10	SS-38	2,5	2,25	MT	25	II-SEDAG 69	4	4	Susceptible
11	SS-8	2,5	2,5	MT	26	SS-29	4	4,25	Susceptible
12	SS-32	2,5	2,5	MT	27	HIBRIDO-20	4,75	4,75	Susceptible
13	SS-36	2,75	2,25	MSPI-MTPE	28	HIBRIDO -6	5	4	Susceptible
14	SS-10	3	1,75	MSPI-MTPE	29	SS 3	5	5	Susceptible
15	SS-34	3,25	2,5	MSPI-MTPE					

REF.: Moderadamente tolerante en la parte interna y tolerante en la parte externa (MTPI-TPE); Moderadamente tolerante (MT); Moderadamente susceptible parte interna y moderadamente tolerante parte externa (MSPI-MTPE); Moderadamente susceptible (MS); Moderadamente tolerante en la parte interna y susceptible en la parte externa (MTPI-SPE); Susceptible parte interna y moderadamente susceptible parte externa (SPI-MSPE);

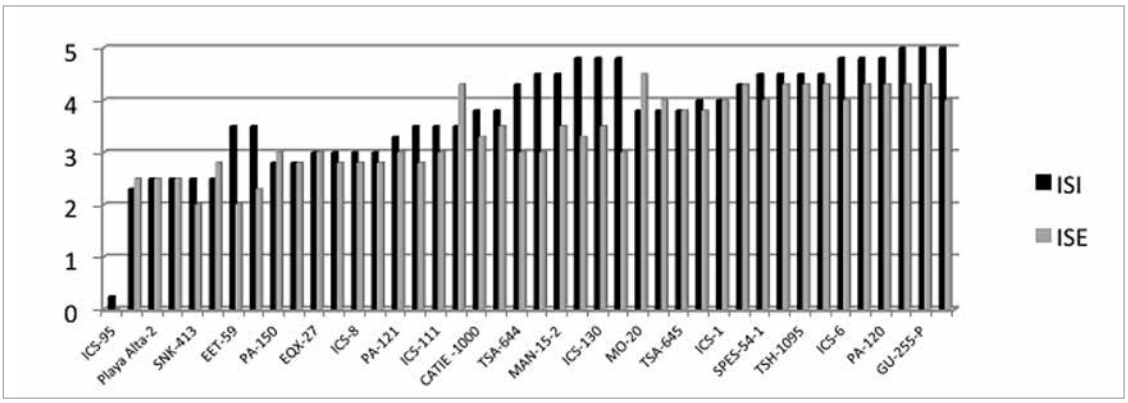

Figura 4. Índice de Severidad Interna y Externa en clones seleccionados de la región

Cuadro 2. Índice de Severidad Interna e Índice de Severidad Externa en clones foráneos

Nº	CLON	ISI	ISE	GRADO DE TOLERANCIA	Nº	CLON	ISI	ISE	GRADO DE TOLERANCIA
1	ICS-95	0,25	0	Tolerante.	22	SGU-3	4,5	3,0	SPI-MSPE
2	SIC-5	2,3	2,5	MT	23	MAN-15-2	4,5	3,5	SPI-MSPE
3	Playa Alta-2	2,5	2,5	MT	24	IMC-67	4,8	3,3	SPI-MSPE
4	TSH-538	2,5	2,5	MT	25	ICS-130	4,8	3,5	SPI-MSPE
5	SNK-413	2,5	2,0	MT	26	T-85/799	4,8	3,0	SPI-MSPE
6	BE-10	2,5	2,8	MSPI-MTPE	27	MO-20	3,8	4,5	Susceptible
7	EET-59	3,5	2,0	MSPI-MTPE	28	TSH-923	3,8	4,0	Susceptible
8	AMAZ-15-15	3,5	2,3	MSPI-MTPE	29	TSA-645	3,8	3,8	Susceptible
9	PA-150	2,8	3,0	MS	30	TSH-581	4,0	3,8	Susceptible
10	CCN-51	2,8	2,8	MS	31	ICS-1	4,0	4,0	Susceptible
11	EQX-27	3,0	3,0	MS	32	SCA-6	4,3	4,3	Susceptible
12	ICS-43	3,0	2,8	MS	33	SPES-54-1	4,5	4,0	Susceptible
13	ICS-8	3,0	2,8	MS	34	TSH-565	4,5	4,3	Susceptible
14	UF-667	3,0	2,8	MS	35	TSH-1095	4,5	4,3	Susceptible
15	PA-121	3,3	3,0	MS	36	POUND-7	4,5	4,3	Susceptible
16	PA-107	3,5	2,8	MS	37	ICS-6	4,8	4,0	Susceptible
17	ICS-111	3,5	3,0	MS	38	SS-3	4,8	4,3	Susceptible
18	UF-676	3,5	4,3	MSPI-SPE	39	PA-120	4,8	4,3	Susceptible
19	CATIE -1000	3,8	3,3	SPI-MSPE	40	LCTEEN-37-1	5,0	4,3	Susceptible
20	IMC-47	3,8	3,5	SPI-MSPE	41	GU-255-P	5,0	4,3	Susceptible
21	TSA-644	4,3	3,0	SPI-MSPE	42	HIBRIDO-1	5,0	4,0	Susceptible

REF.: Moderadamente tolerante en la parte interna y tolerante en la parte externa (MTPI-TPE); Moderadamente tolerante (MT); Moderadamente susceptible parte interna y moderadamente tolerante parte externa (MSPI-MTPE); Moderadamente susceptible (MS); Moderadamente tolerante en la parte interna y susceptible en la parte externa (MTPI-SPI); Susceptible parte interna y moderadamente susceptible parte externa (SPI-MSPE); Moderadamente susceptible en parte interna y externa susceptible (MSPI-SPE).

En la figura 3 se aprecia que los cultivares SS-18, SS-23, SS-33 de la colección Selección Sapecho se mostraron tolerantes a la infestación de la *M. roreri,* siendo los clones SS-17, SS-19, SS-6, SS-10, SS-11, SS-7, SS-8, SS-9, SS-19, SS-27, SS-32, SS-34 y SS-38 con moderada tolerancia, agrupándose los demás con moderada susceptibilidad y susceptible.

Al tratarse de una colección nueva y el material seleccionado solo se encuentra en la EES es necesario continuar evaluando este material para tener mayor certeza en la información generada.

De acuerdo a los datos obtenidos se observa en el cuadro 2 y figura 4 que el clon ICS – 95 es tolerante a moniliasis y los clones SIC-5, PLAYA ALTA-2, TSH-538, SNK-413, SIC-5 y BE-10 muestran moderada tolerancia.

Según Phillips W. y Cerda R. (2009), Sánchez G (2011), IMC-67, CCN-51, ICS–95, ICS-39, ICS-47, ETT–233, EET-400, EET–75, EET–59, EET-272, BE-4, PA-4, PA-51, Pound-7, SNK-12, UF–296, FSA-12, son cultivares resistente a la enfermedad de la moniliasis. Los mismos autores afirman que los cultivares ICS (10, 75, 95, 6, 60), EET (75, 129, 401, 407), IMC (27, 54, 55, 60, 67), GU (29, 123-N, 125-N, 147-N, 171-N, 254-A), UF (273 T1, 613, 712), PA (44, 67, 169, 303), TSH-792, TSH-812, AMAZ-3-2, BE-8, CC-240, EQX-69, Playa Alta-2, SC-24 y SGU-84 están considerados como moderadamente tolerantes.

No se consideró en el estudio el comportamiento productivo del material genético sujeto de evaluación.

Figura 5. ISI e ISE en frutos inoculados.

Conclusiones

En la colección SS los clones SS-18, SS-23 y SS-33, mostraron tolerancia a moniliasis.

En la colección de cacao foráneo el clon ICS-95 no presentó ningún síntoma de moniliasis por lo que se considera tolerante.

De acuerdo a la escala de clasificación de Índice de Severidad Interna, 4 clones fueron agrupados como tolerantes, 19 como moderadamente tolerantes, 27 como moderadamente susceptibles y 21 susceptibles, observándose un mayor número entre los dos últimos.

Referencias citadas

- Arciniegas L., AM. 2005. Caracterización de árboles superiores de cacao (*Theobroma cacao* L.) Seleccionados por el programa de mejoramiento genético del CATIE. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 126 p.
- Sánchez G., 2011; Niveles de Resistencia de Genotipos Promisorios de Cacao (*Theobroma cacao L.*), Colección ICT para *Moniliophthora roreri* en la región San Martín Facultad de Ciencias Agrarias Departamento Académico Agrosilvo Pastoril Escuela Académico y Publicado en la Universidad Nacional de San Martín- Tarapoto.
- Phillips, W. 2006. "Origen, biogeografía, diversidad genética y afinidades taxonómicas del hongo *Moniliophthora roreri* (Cif)" Evans *et al*., del caco (*Theobroma cacao* L.) determinadas mediante evidencia molecular, fitopatológica y morfofisiológica. www.catie.ac.cr
- Phillips W. 2012. Catalogo de los clones de cacao seleccionados por el CATIE para siembras comerciales, Manual técnico N° 105.
- Phillips W. y Cerda R. 2009. Catalogo de enfermedades de cacao en Centroamérica. (CATIE), Turrialba, Costa rica. Manual técnico N. 93 dispensable
- Proyecto de investigación (2016); Determinación del grado de tolerancia de clones de cacao (T*heobroma cacao* L.) y desarrollo de prácticas de manejo de monilia (*Moniliophthora roreri* Evans *et al.*), en la Estacion Experimental de Sapecho, Alto Beni - La Paz.