

Comportamiento de los clones de cacao de la colección del ICT frente a *Moniliophthora roreri* en Tarapoto, Peru

Enrique Arévalo-Gardini^{1,2}, Gina Paola, Sánchez-Torres², Eibis, Flores², Kadir, Markes¹, Betsabe, Leon-Ttacca¹, Dapeng, Zhang³, Lyndel, Meinhardt³, Virupax, Baligar³.

¹ Instituto de Cultivos Tropicales, (ICT), Tarapoto, Perú. enriquearevaloga@gmail.com

² Universidad Nacional de San Martín (UNSM), Tarapoto, Perú

³ U.S. Department of Agriculture/Agricultural Research Service, Beltsville Agricultural Research Center, Beltsville, MD 20705, U.S.A.

Resumen

La diversidad del cacao es la base fundamental para la búsqueda de resistencia a las enfermedades importantes como la moniliasis [*Moniliophthora roreri* (MR)], en la EE “El Chocloino” del Instituto de Cultivos Tropicales – ICT en Tarapoto con el objetivo de determinar el nivel de resistencia a MR, 39 genotipos de cacao elites del ICT, provenientes de campo de productores de las provincias de Mariscal Cáceres y Tocache en el Departamento de San Martín, Perú; un genotipo susceptible EET-400 (control) y otro resistente ICS-95 (control), fueron sometidos a inoculaciones manuales de MR. Los genotipos seleccionados están distribuidos en bloques completamente al azar (DBCA) con tres repeticiones, cada genotipo es un tratamiento, en cada uno de ellos se obtuvieron tres frutos por polinización manual con polen del genotipo IMC-67, los frutos después de la polinización protegieron con bolsas plásticas hasta los tres meses de edad. El inóculo de MR se obtuvo a partir de frutos en estado de mancha, los que fueron lavados y desinfectados con hipoclorito de sodio al 2% por cinco minutos, luego se enjuagan con agua destilada estéril, después se cortan en rodajas de un centímetro de espesor; las rodajas se ponen dentro de placas petri y se incuban a temperatura ambiente para favorecer la esporulación. Las esporas se colectan en placas petri estériles para su transporte al campo. Los frutos obtenidos para la inoculación manual previamente son lavados con agua destilada estéril, luego en el centro del fruto se inocula MR por el método del alfiler a una concentración de 10^6 ufc.cc⁻¹, luego se protegen con bolsas poniendo un algodón con agua en su interior para mantener la humedad. A los 60 días de la inoculación se evalúa la severidad externa con una escala de 0=fruto sano, a 5= fruto esporulado. La severidad interna fue medida por la escala de 0= 0% de necrosis y 5 > 80% de necrosis interna; después de las evaluaciones los genotipos fueron clasificados de acuerdo a la severidad interna en: resistentes (0 - 1.25), moderadamente resistentes (1.26 - 2.50), moderadamente susceptible (2.51 - 3.75) y susceptible (3.76 - 5.0). Con los datos obtenidos se realizan el ANVA respectivo y las medias se comparan con Scott & Knott ($P \leq 0.05$). Del total de genotipos evaluados: 46.2% fueron resistentes, 30.8% como moderadamente resistentes, 17.9% como moderadamente susceptibles y 5.1% susceptibles.

Abstract

Cocoa diversity is a fundamental tool in the search for resistance to major diseases such as frosty pod rot [*Moniliophthora roreri* (MR)]. A study was carried out at the “El Chocloino” Research Station, part of the Instituto de Cultivos Tropicales (ICT) in Tarapoto in order to determine resistance to MR in 39 elite cocoa genotypes in the ICT collection, from farms in the provinces of Mariscal Cáceres and Tocache in the department of San Martín, Peru. Two control genotypes – one susceptible (EET-400) and one resistant (ICS-95) – were hand-inoculated with MR. Selected genotypes were arranged in a completely-randomised block design (DBCA) with three repetitions; each genotype was a treatment. For each genotype, three pods were obtained by hand-pollination with genotype IMC-67. After pollination, pods were protected with plastic bags for three months. MR inoculum was obtained from necrosed pods, which were washed and disinfected in 2% sodium hypochlorite for five minutes, then rinsed in sterile distilled water. Pods were then cut into slices 1 cm thick. Slices were placed in Petri dishes and incubated at room temperature to favour sporulation. Spores were collected in sterile Petri dishes for transport into the field. Pods obtained in situ for hand-inoculation were previously washed in sterile distilled water, and were then needle-inoculated with MR at a concentration of 10^6 cfu/cc-1. Pods were then placed in bags containing water-soaked cotton wool in order to maintain moisture levels. At 60 days post-inoculation, external infestation severity was evaluated on a scale of 0 (healthy pod) to 5 (sporulated pod). Internal infestation severity was measured on a scale of 0 (% necrosis) to 5 (> 80% necrosis). Genotypes were then classified in terms of internal infestation severity as: resistant (0 - 1.25), moderately-resistant (1.26 - 2.50), moderately-susceptible (2.51 - 3.75) or susceptible (3.76 - 5.0). Data obtained were analysed by ANOVA and the Scott & Knott means comparison test ($P \leq 0.05$). Of the genotypes tested: 46.2% were resistant, 30.8% moderately-resistant, 17.9% moderately-susceptible and 5.1% susceptible.

Palabra clave: *Theobroma cacao*, *Moniliophthora roreri*, Resistencia genética, Manejo Integrado.

INTRODUCCION

El cacao (*Theobroma cacao* L.) es un cultivo de gran importancia económica en varios países del mundo. El cacao es una planta cuyo centro de origen se encuentra en los bosques Ecuatoriales de la región amazónica (Cuatrecasas, 1964; Evans, 1981). En las últimas décadas la producción cacao se ha visto seriamente afectada por enfermedades fungosas como la moniliasis (*Moniliophthora roreri*), escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*) y pudrición parda (*Phytophthora palmivora*). A consecuencia de estas tres enfermedades en América, la producción del cacao ha caído en un 75% en los últimos 16 años. Estos últimos años, la rehabilitación del cacao en el Perú se esta ampliando. Aproximadamente 16,000 hectáreas de plantaciones abandonadas constituyen un potencial para la rehabilitación y hay mas de los 200,000 hectáreas de tierra apropiadas para la producción del cacao solamente en el departamento de Amazonas (Fuell, 2003). Por lo tanto, el Perú tiene el potencial de ser un productor importante a largo plazo, si los problemas de las enfermedades pueden ser controlados (Soberanis et al., 1999).

El manejo de las enfermedades del cacao ha recibido importancia considerable (Evans and Prior, 1987; Purdy and Schmidt, 1996). Actualmente, hay cuatro estrategias importantes que pueden ser adoptadas: fitosanitación, control químico, resistencia genética, y control biológico. Los esfuerzos en desarrollar estrategias de control para las enfermedades de cacao continúan. El uso de genotipos de cacao resistentes, a enfermedades posiblemente sea la mejor alternativa para su manejo (Melgar y Dueñas, 2007). En Ecuador se han reportado algunos genotipos tolerantes a la moniliasis así como a otros patógenos. En Perú, son escasos los trabajos orientados a la selección de genotipos con resistencia a la moniliasis y otras enfermedades, sin embargo, en los últimos años se hicieron trabajos de colección y selección de cacao en las cuencas del Ucayali y Huallaga, estableciendo banco de germoplasma (Arévalo et al, 2005 y Melgarejo, 1998). La búsqueda de nuevos genotipos resistentes a esta enfermedad no ha tenido buenos resultados, a pesar del esfuerzo de varios países. El Instituto de Cultivos Tropicales (ICT), posee un banco de germoplasma con 44 genotipos promisorios colección-ICT, donde se está seleccionando genotipos por su alta productividad y resistencia a las principales enfermedades uno de ellos la moniliasis. La selección de genotipos resistentes a la moniliasis (Enríquez y Soria, 1984) contribuirá en su manejo de manera sustentable y sostenible.

El presente trabajo ha tenido como objetivo evaluar el comportamiento de genotipos promisorios de cacao colección ICT con niveles superiores de resistencia a *M. roreri*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del experimento.

El presente trabajo se realizo en la Estación Experimental "El Choclino, donde se encuentran el banco de germoplasma con 39 genotipos de colección ICT, colectados y seleccionados por su alta producción y resistencia a enfermedades. Estos genotipos se encuentran bajo sistemas agroforestales, distribuidos en tres bloques.

Para evaluar la resistencia a infección natural por *M. roreri*, fueron elegidos 44 genotipos de cacao colección ICT, también fue incluido un híbrido como testigo.

Selección de plantas

Cada genotipo cuenta con 10 plantas por unidad experimental, de esta fueron seleccionadas cinco plantas uniformes, en estas se eligió al azar una rama, donde se evaluó incidencia de la moniliasis cada 15 días.

Para el caso de infección artificial se selecciono tres cojines florales donde se realizaron las polinizaciones.

Proceso de infección artificial

Obtención de frutos

Los frutos para las inoculaciones fueron obtenidas por polinización artificial, esta actividad se realizo en flores aperturadas, durante las primeras horas del día (6 am a 12 m). Se emasculó la flor madre (genotipo colección ICT), después se eliminaron los pétalos y los estaminoides de la flor padre (IMC-67), para descubrir sus estambres, finalmente los estambres fueron frotados suavemente con el pistilo de la flor madre (ICT, 2004)

Obtención de inóculo de *M. roreri*

Fueron colectados mazorcas con moniliasis en estado de mancha, se lavo con agua de caño, después se desinfecto con hipoclorito de sodio al 2% por 5 minutos, se enjuago 3 veces con agua destilada estéril. Posteriormente en condiciones asépticas se corto el fruto en rodajas, estas fueron colocadas en placas petri de 15 x 80 mm estériles, se dejo en incubación a temperatura ambiente hasta obtener suficiente cantidad de esporas maduras (masa de esporas de color crema) sobre las rodajas, después estas fueron cosechados con ayuda de una espátula estéril en placa petri estéril, posteriormente fueron transferidas a tubos pendorf de 2 ml para su transporte a campo

Cuadro 1. Genotipos de cacao colección ICT evaluados bajo condiciones medio ambientales de la EE-El Choclino, para seleccionar por su resistencia a *M. royeri* por IN y IA.

Número	Código	Origen	Número	Código	Origen
1	ICT - 1026	Juanjui (Huicungo)	23	ICT - 2162	Tocache
2	ICT - 1043	Juanjui (Pajarillo)	24	ICT - 2163	Tocache
3	ICT - 1087	Juanjui (Dos Unidos)	25	ICT - 2165	Tocache
4	ICT - 1092	Juanjui (Retama)	26	ICT - 2171	Tocache (Alto Almendra)
5	ICT - 1104	Juanjui (Dos Unidos)	27	ICT - 2172	Tocache (Alto Almendra)
6	ICT - 1112	Juanjui (Aucararca)	28	ICT - 2173	Tocache (Alto Almendra)
7	ICT - 1176	Juanjui (Aucararca)	29	ICT - 2174	Tocache (Alto Almendra)
8	ICT - 1182	Juanjui (Soledad)	30	ICT - 2175	Tocache (Alto Almendra)
9	ICT - 1187	Juanjui (Soledad)	31	ICT - 2315	Tocache (Bolivar)
10	ICT - 1189	Juanjui (Soledad)	32	ICT - 2492	Tocache (Loboyacu)
11	ICT - 1251	Juanjui (Pachiza)	33	ICT - 2501	Tocache (Shapajilla)
12	ICT - 1281	Juanjui (T. Saposoa)	34	ICT - 2504	Tocache (Shapajilla)
13	ICT - 1292	Juanjui (La Isla)	35	ICT - 2652	Tocache (Alto Almendra)
14	ICT - 1382	Juanjui (La Libertad)	36	ICT - 2653	Tocache (Alto Almendra)
15	ICT - 1414	Juanjui (Zanja Seca)	37	ICT - 2694	Tocache (Rivera del Huallaga)
16	ICT - 1506	Juanjui (La Isla)	38	ICT - 2702	Tocache (Bambamarca)
17	ICT - 1561	Juanjui (Huayranga)	39	ICT - 2703	Tocache (Bambamarca)
18	ICT - 1594	Juanjui (Huayranga)	40	ICT - 2705	Tocache (Bambamarca)
19	ICT - 2142	Tocache (Alto Almendra)	41	ICT - 2821	Tocache (Rivera del Huallaga)
20	ICT - 2151	Tocache (Alto Almendra)	42	ICT - 2823	Tocache (Rivera del Huallaga)
21	ICT - 2152	Tocache (Alto Almendra)	43	ICT - 2824	Tocache (Rivera del Huallaga)
22	ICT - 2161	Tocache	44	ICT - 2825	Tocache (Rivera del Huallaga)

Inoculación

Los frutos de cacao de tres meses de edad fueron lavadas con agua destilada estéril, después se delimito una área de 2 cm de diámetro aproximadamente, dentro de esta área marcada se froto con algodón humedecido con agua destilada estéril, inmediatamente después se inoculo esporas de *M. royeri* a una concentración de 1.7×10^6 ufc.cc⁻¹, adheridas a la cabeza de un alfiler entomológico. Finalmente se acondiciono una cámara húmeda para brindarle condiciones favorables para la germinación de las esporas (Figura 4).

Parámetros a evaluar

Después de 60 días de inoculado el patógeno fueron evaluados la severidad externa (SE) y interna (SI) del fruto. La SE fue determinado con ayuda de la escala propuesta por Brenes (1983), donde: grado 0 (fruto sano), grado 1 (puntos aceitosos), grado 2 (tumefacción o clorosis), grado 3 (mancha chocolate -necrosis), grado 4 (micelio hasta un 25% sobre la mancha) y grado 5 (micelio > 25% sobre la mancha) (Figura 5). Mientras la SI fue determinado basada en el porcentaje de necrosis interna observada en el fruto cuando este cortado longitudinalmente y medido con relación a la escala desarrollada por Sánchez et al (1987) donde: grado 0 (cero área necrosada), grado 1 (1-20% del área necrosada), grado 2 (21-40% área necrosada), grado 3 (41-60% área necrosada), grado 4 (61-80% área necrosada) y grado 5 (>80% área necrosada) (Figura 6).

Diseño experimental

Para el caso de infección natural los genotipos en evaluación se ajustaran aun diseño de bloques completamente randomizados (DBCR) con tres repeticiones. Con los datos de incidencia se calculo el área bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABCPE/AUDPC) con este dato se realizó el análisis de varianza y las medias fueron comparadas usando la prueba de Duncan (P=0.01).

Para el caso de infección artificial los frutos evaluados fueron categorizados de acuerdo a la escala propuesto por Brenes, 1983 y Sánchez, et al 1987.

Variabes ambientales.

Durante la ejecución del experimento se registraron datos de humedad relativa, temperatura y precipitación pluvial, estos fueron registrados por el sensor DAVIS.

I. RESULTADOS Y DISCUSIONES

Variables ambientales.

Durante el periodo de evaluacion (2010), las condiciones medioambientales no fueron las adecuadas para la floracion del cacao y para las evaluaciones de incidencia de la moniliasis.

Las temperaturas mas altas fueron registradas entre enero y febrero, setiembre y octubre, mientras las precipitaciones coincidieron con los meses de desenso de temperatura y siendo mayor entre marzo y mayo, despues en noviembre se registro precipitacion alta. Sin embargo se registro la humedad mas alta entre marzo y julio. En terminos generales la humedad posiblemente favorecion para el desarrollo de las enfermedades en la EE-El Chocloino (Figura 1).

Incidencia de Moniliasis bajo infección natural

La incidencia de moniliasis fue mayor en setiembre y predomina significativamente en BMS, esta incidencia coincide con el incremento de la precipitación y humedad en agosto, la tendencia de la incidencia es de incremento en octubre y noviembre así mismo de la precipitación (Figura 2).

La presencia de moniliasis en los genotipos de cacao colección ICT evaluados se muestra en el cuadro 2. Los genotipos ICT-2825, ICT-1043, ICT-2821, ICT-1026, ICT-2163, ICT-2151, ICT-1594 y ICT-1251 mostraron cero como valores de AUDPC en ambos sistemas de manejo, indica que estos genotipos tienen niveles superiores de resistencia a moniliasis pero sin diferencias estadísticas significativas, excepto el genotipo ICT-2492 quien alcanzo significativamente el valor mas alto de AUDPC (3329) en TS y 188 en BMS, indica susceptibilidad significativa a la moniliasis respecto a los demás genotipos evaluados.

Los sistemas de manejo muestran influencia significativa en la incidencia de la moniliasis, los genotipos manejados bajo el TS muestran valores más altos de AUDPC respecto a BMS. Sin embargo los genotipos ICT-2694 y ICT-2504 mostraron cero como valor de AUDPC bajo el TS mientras en AUDPC obtenidos con estos genotipos en BMS fue de 854.17 y 851.85, respectivamente, pero sin diferencias significativas en ambos casos. Indica que TS predispone a elevar la incidencia de moniliasis, posiblemente relacionado a mayor actividad del hombre en este sistema.

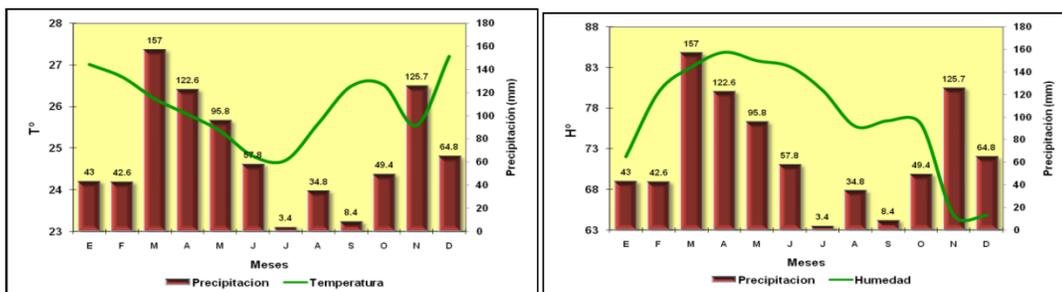


Figura 1. Variables medioambientales registradas durante los doce meses del año, periodo de evaluaciones de incidencia de la moniliasis en la EE-El Chocloino.

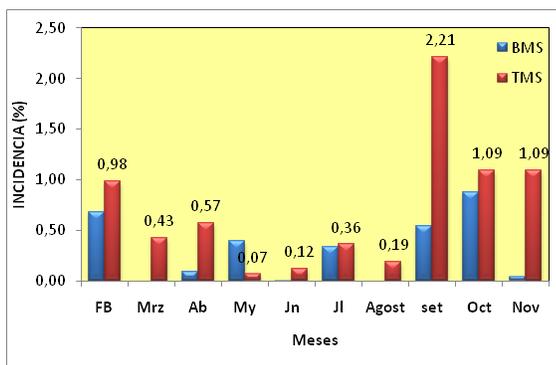


Figura 2. Incidencia de la moniliasis durante diez meses de evaluación, bajo los sistemas INAS e ITAS.

Cuadro 2. AUDPC de la moniliasis en 44 genotipos colección ICT, manejado bajo el sistema INAS e ITAS.

Genotipo	INAS		ITAS	
	AUDPC	DUNCAN	AUDPC	DUNCAN
ICT-2694	854,17	b	0	b
ICT-2504	851,85	b	0	b
ICT-2501	750	b	375	b
ICT-2152	750	b	39,06	b
ICT-2653	562,5	b	93,75	b
ICT-2161	375	b	16,67	b
ICT-1414	333,33	b	0	b
ICT-2172	213,24	b	962,09	b
ICT-2492	187,5	b	3329,35	a
ICT-2824	186,11	b	161,77	b
ICT-2315	176,47	b	64,1	b
ICT-2705	166,67	b	1208,33	b
ICT-2652	157,89	b	544,91	b
ICT-2175	146,7	b	996,8	b
ICT-2165	125	b	96,88	b
ICT-1561	75	b	158,42	b
ICT-1176	67,09	b	88,24	b
ICT-2162	57,69	b	430,48	b
ICT-1104	53,57	b	562,5	b
ICT-2142	35,71	b	110,71	b
ICT-2823	15,31	b	323,09	b
ICT-1112	0	b	900	b
ICT-2825	0	b	0	b
ICT-1043	0	b	0	b
ICT-2821	0	b	0	b
ICT-2173	0	b	260,96	b
ICT-1382	0	b	34,09	b
ICT-2171	0	b	675	b
ICT-2703	0	b	500	b
ICT-1281	0	b	399,95	b
ICT-2702	0	b	69,81	b
Híbrido	0	b	750	b
ICT-1026	0	b	0	b
ICT-1506	0	b	255	b
ICT-1292	0	b	33,33	b
ICT-2174	0	b	68,18	b
ICT-1092	0	b	97,35	b
ICT-2163	0	b	0	b
ICT-1087	0	b	0	b
ICT-1182	0	b	111,11	b
ICT-2151	0	b	0	b
ICT-1594	0	b	0	b
ICT-1251	0	b	0	b
ICT-1189	0	b	77,59	b
ICT-1187	0	b	85,23	b

Severidad de Moniliasis bajo infección artificial

La severidad externa e interna se observa en el cuadro 3 y figura 9. El genotipo ICT-1026 con grado cero de SE, indica que este genotipo muestra alta resistencia a la moniliasis, seguidos de los genotipos ICT-1182, ICT-1087, ICT-1506, ICT-2142, ICT-2163 y ICT-1187 con grado 1 de SE donde solamente se pudo observar puntos aceitosos, este síntoma posiblemente explique que la infección del patógeno fue restringido a la cascara. Los genotipos con grado 4 e 5 de SE son clasificados como susceptibles a moniliasis como son el caso de ICT-1414, ICT-1281, ICT-1176, ICT-2174 y ICT-2171 (Cuadro 3).

Para el caso de severidad interna, el genotipo ICT-1182 muestra grado cero, indica que el patógeno no logro infectar la parte interna de la mazorca, la infección estuvo solamente restringido a la cascara (Suarez, 1972) con grado 1 de SE, así mismo los genotipos ICT-1087, ICT-1506, ICT-1561, ICT-2163 y ICT-1187 con grado 1 de SI indican niveles superiores

de resistencia con respecto a los demás genotipos evaluados. Mientras los genotipos ICT-2174, ICT-2171, CCN-51 y UF-667 mostraron grado 5 de SI, indica que estos genotipos son susceptibles a la moniliasis como es el caso de CCN-51 (Cuadro 3) (Figura 9).

El genotipo ICT-1182 mostró grado 1 de SE y 0 de SI, seguidos de ICT-1187, ICT-2163, ICT-1561, ICT-1506 y ICT-1087 con grado 1 de SE y SI. Estos resultados indican que estos genotipos de cacao colección ICT muestran niveles superiores de resistencia a *M. rozeri*.

Cuadro 3. Severidad externa e interna después de infección de *M. rozeri* en frutos de genotipos de cacao colección ICT.

Genotipo	Grado SE	Grado SI	% SI
ICT-1292	2	3	45
ICT-1112	2	3	44
ICT-1281	5	4	74
ICT-1414	4	4	65
ICT-1104	2	2	40
ICT-1182	1	0	0
ICT-1087	1	1	19
ICT-1506	1	1	20
ICT-1189	3	2	40
ICT-1176	5	2	40
ICT-1561	1	1	5
ICT-2653	3	2	35
ICT-2142	1	2	40
ICT-2174	4	5	85
ICT-2163	1	1	5
ICT-2171	4	5	88
ICT-1026	0	2	35
ICT-1187	1	1	2
CCN-51	5	5	95
UF-667	5	5	85

CONCLUSIONES

- Durante el año 2010 las condiciones medio ambientales no fueron las adecuadas para la floración del cacao, por esta razón solo se logro evaluar 18 genotipos bajo infección artificial, así como para la evaluación de incidencia de *M. rozeri* bajo infección natural, las precipitaciones pluviales son indispensable para inducir la floración en cacao y su fertilidad sexual para la polinización.
- Bajo infección artificial, el genotipo ICT-1182 mostró grado 1 de SE y 0 de SI, seguidos de ICT-1187, ICT-2163, ICT-1561, ICT-1506 y ICT-1087 con grado 1 de SE y SI. Estos resultados indican que estos genotipos de cacao colección ICT muestran niveles superiores de resistencia a *M. rozeri*.
- Bajo infección natural, los sistemas de manejo de cacao muestran influencia significativa en la incidencia de la moniliasis y es mayor en TS. Sin embargo los genotipos ICT-2694 y ICT-2504 mostraron cero como valor de AUDPC bajo el TS mientras en AUDPC obtenidos con estos genotipos en BMS fue de 854.17 y 851.85, respectivamente, pero sin diferencias significativas en ambos casos.
- En general bajo infección natural los genotipos ICT-2825, ICT-1043, ICT-2821, ICT-1026, ICT-2163, ICT-2151, ICT-1594 y ICT-1251 con AUDPC cero, mostraron niveles superiores de resistencia a la moniliasis.

Referencias

- Arévalo G. E., Ortiz C. 2005. Selección de plantas de cacao resistentes a la moniliasis usando savia del floema y fluidos embrionicos de frutos jóvenes. Manejo integrado de plagas y agroecología. Costa Rica.
- Barros, O. 1982. Historia de la moniliasis y sus repercusiones en los países productores de cacao en Sur América. In: (Enríquez, G. A, ed). La moniliasis del cacao: Compendio. CATIE. Serie técnica. Informe Técnico N° 28 p.p 14-17.
- Brenes, O. E. 1983. Evaluación de la resistencia a *Monilia rozeri* y su relación con algunas características morfológicas del fruto en cultivares de cacao (*Theobroma cacao* L.). Tesis M. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE. 60 p. (Corpoica).
- Cuatrecasas, J. 1964. Cacao and its allies, taxonomic revision of the genus *Theobroma* contributions from the United States National Herbarium.
- Enríquez, G; Soria, J. 1984. Mejoramiento Genético para Resistencia a Cinco Enfermedades del Cacao. Revisión de Literatura. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 26 p.

- Evans, H. C. and Prior, C. 1987. Cocoa pod diseases: causal agents and control. *Outlook on Agriculture* 16: 35-41.
- Evans, HC. 1981. Pod rot of cocoa caused by *Moniliophthora* (*Monilia*) *roreri*. Kew, Surrey, England. CMI. 44 p. (Phytopathological Paper 24).
- Fuell, L. D. 2003. Peru Cocoa production and outlook 2003. Foreign Agricultural Service GAIN Report #PE3006, USDA.
- ICT, 2004. Manejo Integrado del Cultivo y Transferencia de Tecnología en la Amazonia Peruana, Cacao. Tarapoto – Perú 99-100.
- Purdy, L. H., and Schmidt, R. A. 1996. Status of cacao witches' broom: biology, epidemiology, and management. *Annu. Rev. Phytopathol.* 34: 573-594.
- Melgarejo T. 1998. Selección de genotipos de cacao. Resumen, XVII Congreso de fitopatología, Pucallpa- Perú.
- Melgar y Dueñas. (2007); resultados de evaluación de la reacción de germoplasma de cacao a la moniliasis en Honduras por medio de inoculación artificial. Fundación Hondureña de Investigación Agrícola, programa de cacao y agropecuaria. La Lima, Cortés, Honduras.
- Sánchez & Arévalo E. 1996. Reacción de frutos de cacao a la infección de *Moniliophthora roreri* en Tingo María. Paper present at the INGENIC Workshop, Salvador, Bahia, Brazil, 25-26p.
- Soberanis, W., Ríos, R., Arévalo, E., Zúñiga, L., Cabezas, O., and Krauss, U. 1999. Increased frequency of phytosanitary pod removal in cacao (*Theobroma cacao*) increases yield economically in eastern Peru. *Crop Protection* 18: 677-685.
- Suarez C. 1972. Mecanismo de penetración y proceso de infección de *Moniliophthora roreri* Cif. & Par. En frutos de cacao (*Theobroma cacao* L). In International Cocoa Research Conference, St. Augustine, 4^a, Trinidad and Tobago, Government. P 506-510.