



COMPATIBILIDAD!!!

M.Sc. Adriana Marcela Arciniegas Leal; Dr. Rolando Cerda
Julio 2019

Tipos de reproducción del cacao



Sexual (plantas por semillas)



**Asexual
(Acodos, injertos y estacas)**

Diferenciación de las plantas



Sexual



Asexual

Características según tipo de reproducción

Sexual

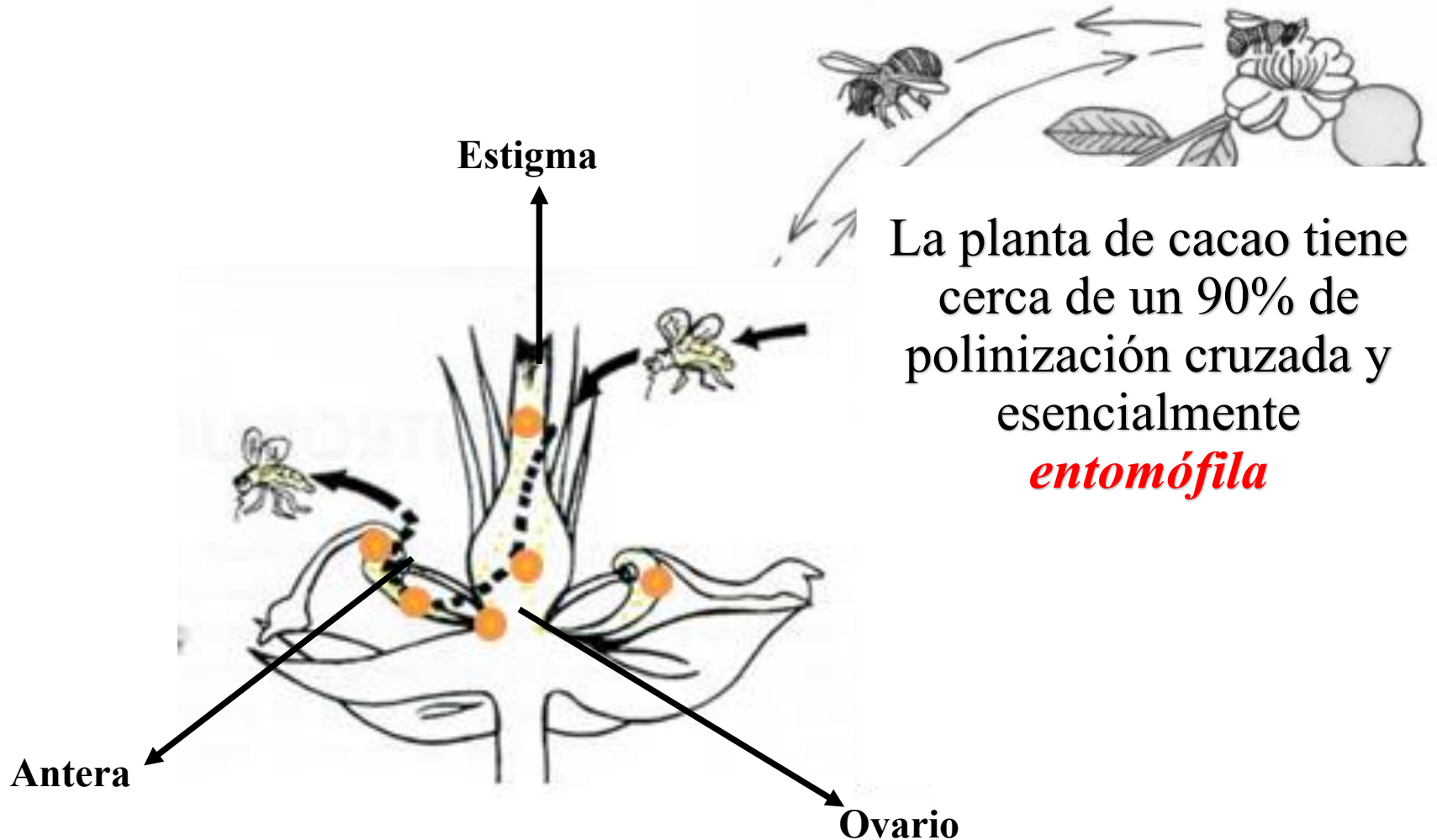
- Planta híbrida características-segregación.
- Plantas con horqueta o molinillo.
- Tardan más tiempo en producir.
- Plantas vigorosas.
- Reproducción **“económica”**, fácil y generalizada de los agricultores.
- Facilita el intercambio de germoplasma.
- Reduce los problemas de auto-incompatibilidad.

Asexual

- Plantas de alta confiabilidad en su autenticidad. Características genéticas idénticas.
- Plantas que no presentan horqueta.
- Plantas de alta precocidad, inicia la productividad a los 2 años.
- Poblaciones uniformes, mecanizar colecta y controles fitosanitarios.
- Mayor número de plantas por hectárea.
- Técnicas de propagación, requiere una alta inversión.

Polinización: es la transferencia de polen viable desde las **anteras** hacia el **estigma** de la misma flor o de una flor diferente

Peña (2003)



Factores que influyen en la polinización

Factores intrínsecos

- Compatibilidad y Auto-compatibilidad de las variedades.
- Morfología edad y condición de la flor.
- Polen pegajoso, poco viscoso (Viabilidad).
- Se requieren más de 35 granos de polen para fecundar.
- Asincronía floral.

Factores extrínsecos

- Dependencia de poblaciones polinizadores por clima y región.
- Poblaciones de polinizadores reducida como lo es el genero *Forcipomya* sexo (¿?).
- Las fuertes lluvias.
- Sequias constantes.
- Estado de los árboles (edad, manejo y nutrición).

Asincronía floral de las variedades



Asincrónia de la apertura de las flores



Diversidad de insectos polinizadores del cacao

Fuente: Hernandez 1965: Insectos polinizadores de cacao en Costa Rica



Frankliniella parvula



Toxoptera auratii



Aphis gossypii

Principal polinizador del cacao

Reino: Animal

Phylum: Arthropoda

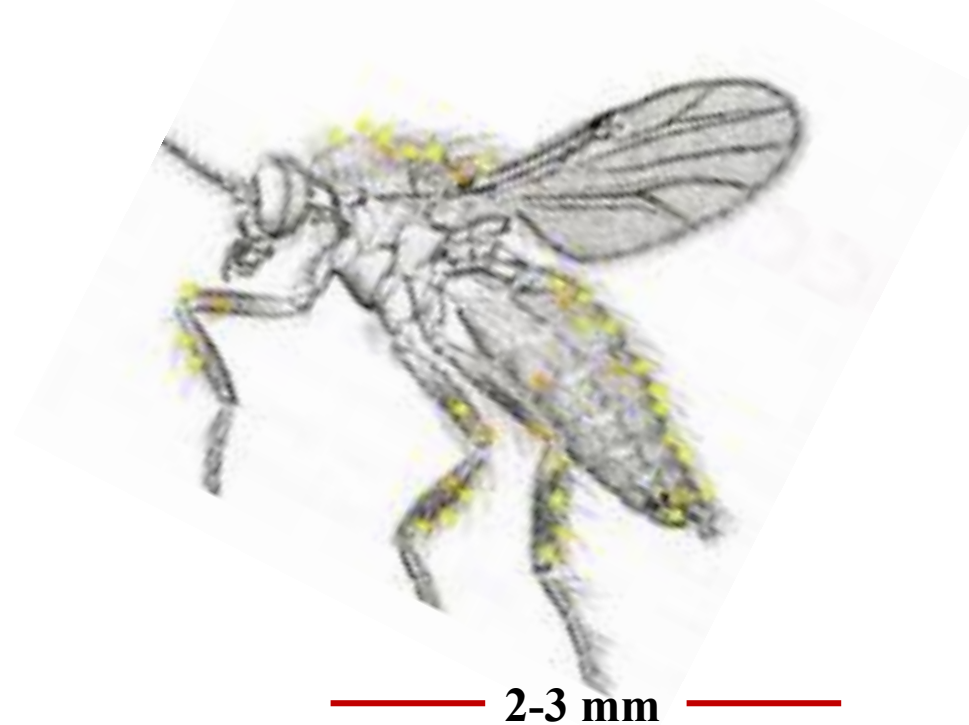
Clase: insecta:

Orden: Díptera

Familia: Ceratopogonidae

Género: *Forcipomyia*

Especie: sp.



El insecto visita las flores entre las 7-9 a.m con la salida del sol, ellas regresan en la tarde 3-5 p.m. Eficacia del insecto (74% y 25-66%)

¿Cómo aumentar la población de polinizadores?



Conservar el mantillo y la hojarasca en la plantación.



Regular el uso de pesticidas.



No eliminar las plantas que crecen sobre el cacao y los árboles de sombra.



Distribuir y regular la sombra de manera uniforme.

Prácticas para aumentar los polinizadores en la plantación



Formación de compartimientos donde se acumula agua y se convierte en sitios para el desarrollo de polinizadores.



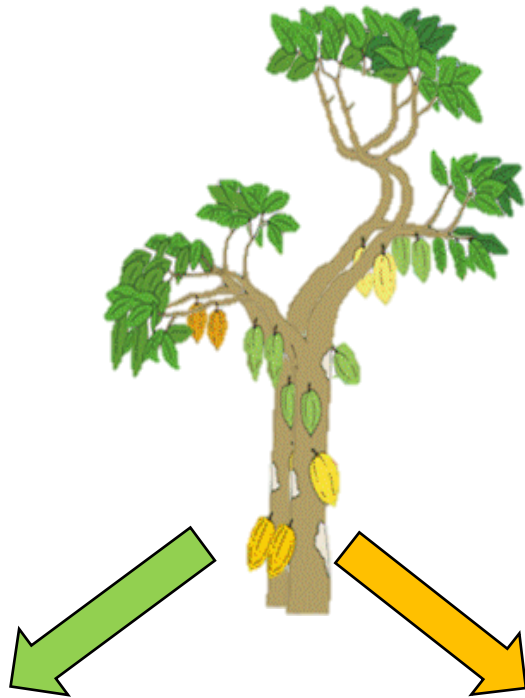
Pseudotallos de banano en rodajas
Distribúyalos en el cacaotal
colocándolos cerca de los troncos.

Prendimientos exitosos



Compatibilidad sexual del cacao

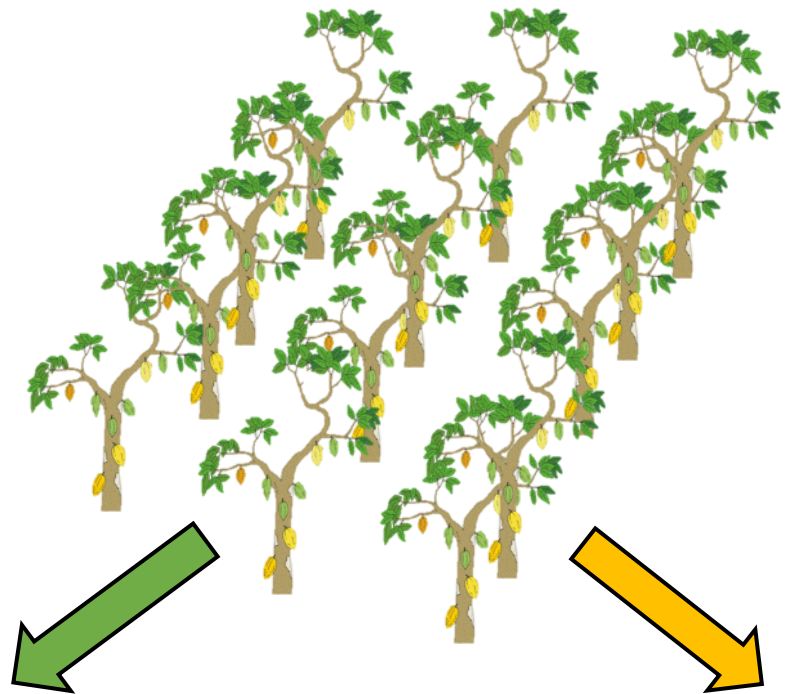
**A nivel de la misma
Planta**



**Auto-compatible
(+)**

**Auto-incompatible
(-)**

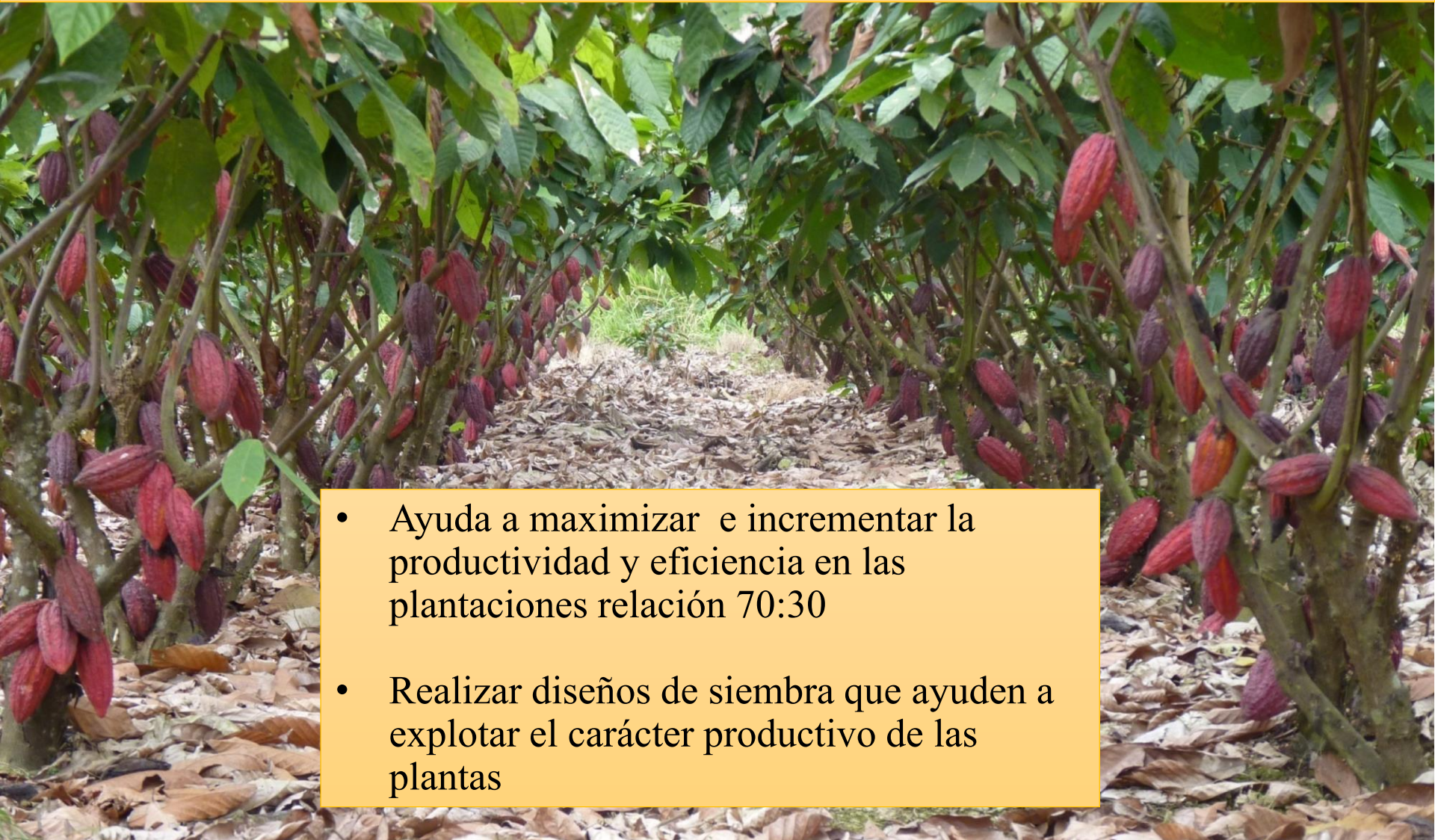
**A nivel de las Plantas
circundantes**



**Inter-compatible
(++)**

**Inter-incompatibles
(--)**

¿Cuál es la importancia de entender el mecanismo?

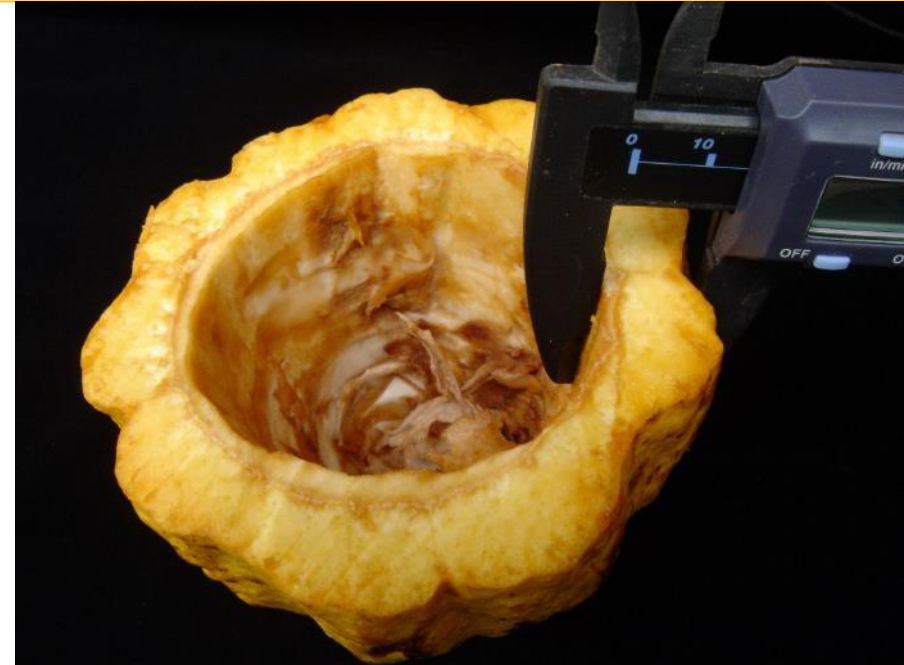


- Ayuda a maximizar e incrementar la productividad y eficiencia en las plantaciones relación 70:30
- Realizar diseños de siembra que ayuden a explotar el carácter productivo de las plantas

1. Variabilidad dentro de las descendencias



2. *Combinar caracteres de interés*



3. Incrementar el rendimiento de la plantación (natural o dirigida)



4. Maximizar la eficiencia para la fertilidad



5. Estudios de auto e inter-compatibilidad de clones seleccionados para siembras comerciales



Female parent Male parent	CATIE-R1	CATIE-R4	CATIE-R6	ICS-95 T1	PMCT-58	CC-137	IMC-67
CATIE-R1	+ ¹	++	++	++	++	--	++
CATIE-R4	++	-	++	++	++	--	++
CATIE-R6	++	++	-	++	++	++	++
ICS-95 T1	++	++	++	+	++	--	--
PMCT-58	++	++	++	++	-	--	--
CC-137	++	++	++	--	++	+	--
IMC-67	++	++	++	--	--	--	-

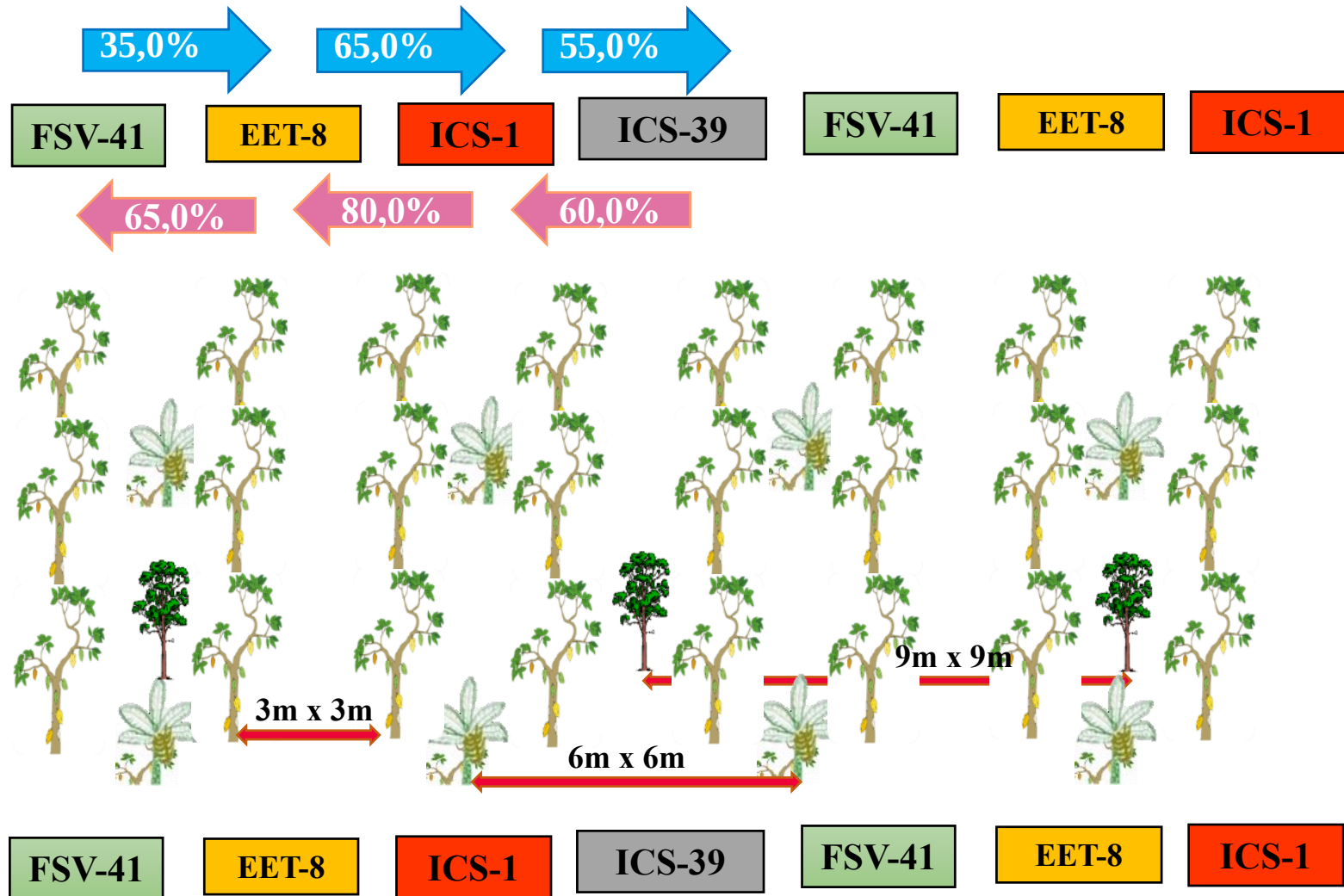
(+) = Auto-compatible

(-) = Auto-incompatible

(++) = Inter-compatible ($\geq 30\%$)

(--) = Inter-incompatibles ($< 30\%$)

6. *Diseño de Siembra*



Metodología para polinización dirigida

Protocolo estándar descrito por Martins *et al.*, (1998) y Eskes *et al.*, (2000), empleado en CATIE desde el 2003.



Evaluación de la supervivencia en días (5-15-30-60)



Para decir que hay compatibilidad (auto-compatible o inter-compatible)

>30% de las flores polinizadas deben formar fruto

Para confirmar, se debe hacer revisión de la supervivencia del fruto a los 30 días



Resultados

El cruce	Total polinizaciones realizadas	Total predimientos día 5	% de retención día 5	Total predimientos día 15	% de retención día 15	Total predimientos día 20	% de retención día 20	Total predimientos día 30	% de retención día 30
CRIOLLO-62 x PA-3	58	19	32,8	19	32,8	19	32,8	18	31,0
CRIOLLO-62 x PA-169	86	37	43,0	33	38,4	33	38,4	33	38,4
CRIOLLO-62 x RB-41	48	23	47,9	15	31,3	10	20,8	10	20,8
COCA-3370-5 x CRIOLLO-60	70	20	28,6	20	28,6	18	25,7	17	24,3
COCA-3370-5 x OC-77	51	23	45,1	16	31,4	5	9,8	5	9,8
COCA-3370-5 x PA-3	82	44	53,7	27	32,9	23	28,0	22	26,8
COCA-3370-5 x PA-169	81	27	33,3	25	30,9	25	30,9	25	30,9

Matriz de auto e inter-compatibilidad de 10 clones seleccionados

♂ ♀	Criollo-60	Criollo-62	Coca-3370-5	OC-77	PA-3	PA-169	PA-310	SCA-9	SCA-19	RB-41
Criollo-60	-	--	--	--	--	++	--	--	++	++
Criollo-62	--	-	--	--	++	++	++	--	--	--
Coca-3370-5	--	--	-	--	++	++	¿?	¿?	--	¿?
OC-77	--	--	++	-	++	++	--	++	++	++
PA-3	--	--	++	--	-	--	++	--	++	--
PA-169	--	--	¿?	--	++	-	¿?	--	++	--
PA-310	--	++	¿?	++	++	¿?	-	++	++	--
SCA-9	++	--	--	++	++	--	++	-	++	--
SCA-19	++	--	--	--	++	++	--	++	-	++
RB-41	++	--	--	++	++	--	++	--	++	-

^{1/} (+) = Auto-compatible; (-) = Auto-incompatible; (++) = Inter-incompatible ($\geq 30\%$); (--) = Inter-incompatibles ($< 30\%$); (¿?) = Por determinar

Qué será mejor:

*Sembrar (o injertar) clones en campo
totalmente al azar*

Ó

Sembrarlos por hileras?

Luego, sabiendo los % de compatibilidad, se puede hacer un diseño que maximice las posibilidades de polinización exitosa en un cacaotal

Vamos a hacer un ejercicio

EJERCICIO ACADÉMICO:

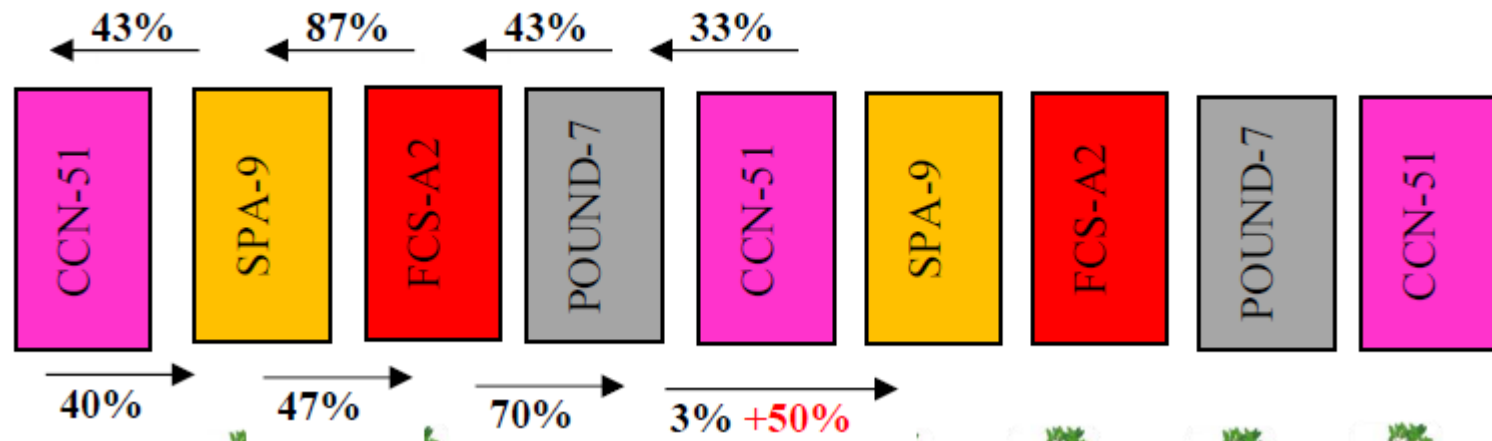
1. Acorde a la explicación realizada en clase, elaborar un diseño de siembra que maximice el intercambio de polen entre los clones y aumente la productividad por hectárea. Utilice la información proporcionada en la matriz construida y diseñe un modelo de compatibilidad con al menos 4 líneas de clones.

Figura 1. Matriz de compatibilidad dada en (%) para cinco clones seleccionados por diversas características agronómicas entre ellas la talla de grano y la productividad

		Padre				
		CCN-51	FCS-A2	IMC-67	POUND-7	SPA-9
Madre	CCN-51	50	37	40	33	43
	FCS-A2	30	7	0	43	87
	IMC-67	55	33	0	0	0
	POUND-7	3	70	17	0	0
	SPA-9	40	47	0	20	3

Se suman los porcentajes y se saca un promedio

Acá abajo, una posible solución de arreglo en hileras



Gracias por su atención..



Vista volcán Turrialba