



ESPE

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA

“DETERMINACIÓN DE LA HABILIDAD COMBINATORIA DE 14 CLONES DE CACAO (THEOBROMA CACAO L.) DE TIPO NACIONAL SELECCIONADOS POR EL INIAP EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL LITORAL SUR (EELS)”

CARLOS NORIEGA

Antecedentes

El cultivo de cacao es de gran importancia a nivel Mundial, en América Latina la producción es baja con respecto al potencial del cultivo, esto por el ataque de enfermedades, plagas y sobre todo la incompatibilidad entre genotipos de cacao.

En Ecuador el cacao tiene factores limitantes como los genéticos, ecológicos, fisiológicos, patógenos y culturales.

Por esta razón los programas de mejoramiento genético se orientan a la consecución de cultivares resistentes a enfermedades y altamente productores.

OBJETIVOS

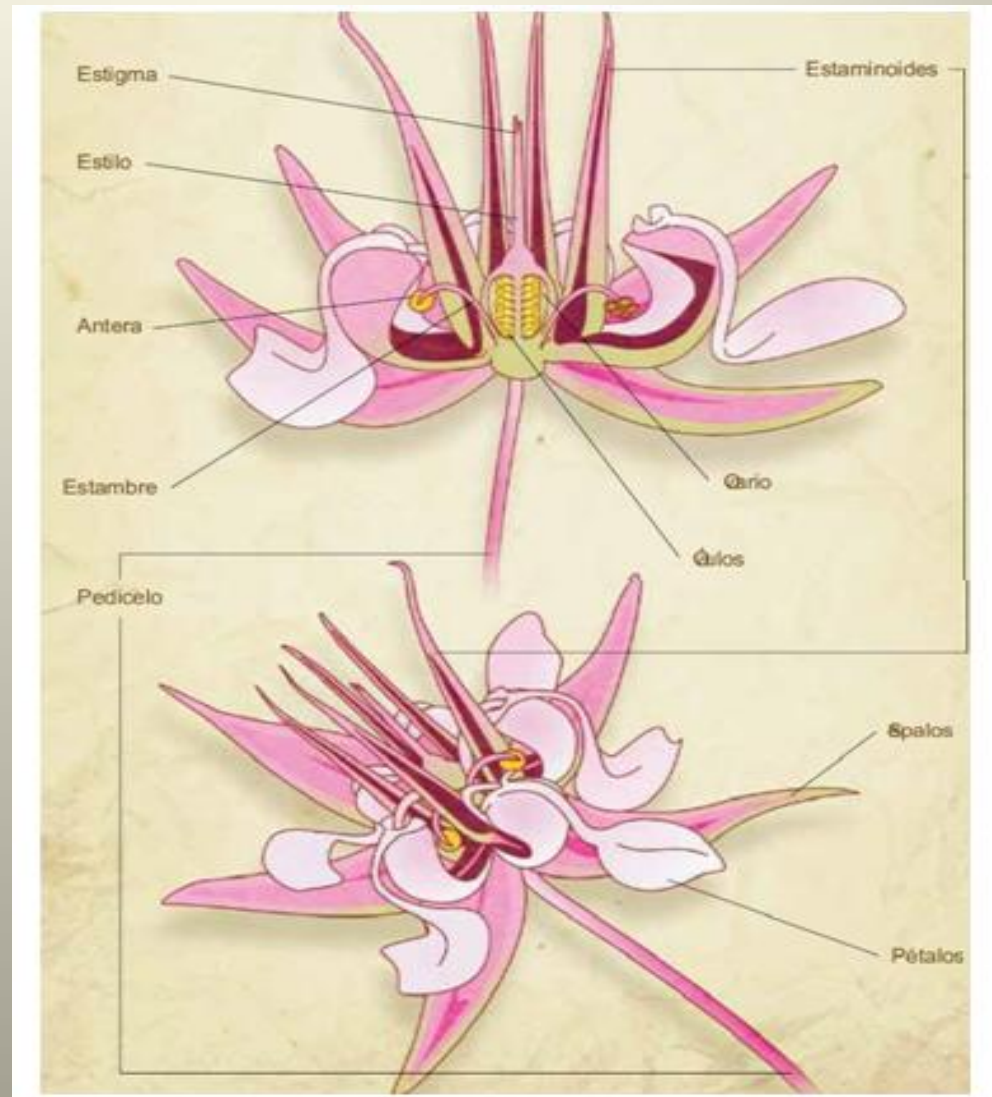
Determinar la habilidad combinatoria de 14 clones de cacao (*Theobroma cacao L.*) de tipo Nacional recomendados por el INIAP mediante la polinización artificial para el mejoramiento de la productividad del cultivo

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar la compatibilidad de los diferentes clones de cacao de tipo Nacional recomendados por el INIAP.

Evaluar el número de prendimiento y abscisiones de las flores de cacao en los diferentes clones en estudio.

LA FLOR DEL CACAO Y SUS PARTES



POLINIZACIÓN

- La polinización del cacao es entomófila.
- *Forcipomyia* (27 DÍAS).
- 60 gramos de polen por flor para cuajar
- El momento propicio para realizar las polinizaciones manuales durante la época seca son desde las 07h00 am hasta las 11h00 am
- Las flores fecundadas pierden los pétalos, sépalos, estambres y el ovario (inicia su crecimiento).

MEJORAMIENTO GENÉTICO

- Inicio en Trinidad con la selección de árboles sobresalientes en rendimientos y la formación de clones.
- IM (Índice de mazorca)
- IS (Índice de semilla)
- La línea clásica de un programa de mejoramiento genético del cacao, es la de producir variedades de alto rendimiento, resistentes a plagas y enfermedades y con semillas que permitan un buen procesamiento industrial.
- La investigación de cacao en el Ecuador inició en 1943 (ECU-EEUU)

COMPATIBILIDAD

- Permite establecer plantaciones comerciales.
- Trabajos en Programas de Mejoramiento Genético.
- Rendimiento y la productividad dependen en muchos de los casos de agentes polinizadores, autopolinización y/ polinización cruzada, que a su vez dependen de factores tales como las condiciones ambientales (luz, calor y humedad),

MATERIALES Y MÉTODOS

BOLICHE	
Zona de vida:	Bosque muy seco tropical (b.m.s.T)
Altitud:	19 msnm
Temperatura media:	25 °C
Precipitación anual:	1 025,0
Humedad relativa:	75 a 83 %

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología del Ecuador 2011



UBICACIÓN ECOLÓGICA

Ubicación Ecológica

Zona de vida: Bosque muy seco tropical (b.m.s.T) (L. Holdridge)

Altitud: 19,2 msnm*

Temperatura: 26 °C*

Precipitación: 1.398 mm/año*

Humedad relativa: 83,3 %*

Heliofanía: 1.030 horas sol/año*

Suelos: Franco areno a Franco arcilloso

Evapotranspiración: 82,34 mm/mes*

* La información presentada anteriormente son promedios de los últimos 10 años

MATERIALES GENÉTICOS UTILIZADOS

Nº	MATERIAL	CÓDIGO	GENOTIPO	PROCEDENCIA
1	EET-19	Tenguel-15	VENEZOLANO AMARILLO	Guayas
2	EET-48	Sta Rosa-34	NACIONAL	El Oro
3	EET-62	Porvenir-7	NACIONAL X VENEZOLANO AMARILLO	Guayas
4	EET-95	Tenguel-33	VENEZOLANO AMARILLO	Guayas
5	EET-96	Porvenir-10	VENEZOLANO AMARILLO	Guayas
6	EET-103	Tenguel-25	NACIONAL x VENEZOLANO AMARILLO	Guayas
7	EET-450	12893	NACIONAL x AMAZÓNICO	Los Ríos
8	EET-454	11324	FORASTERO AMAZÓNICO x VENEZOLANO AMARILLO	Los Ríos
9	EET-544	CCAT-11-19	NACIONAL	Guayas
10	EET-558	CCAT-25-64	NACIONAL	Guayas
11	EET-559	CCAT-26-64	NACIONAL	Guayas
12	EET-575	CCAT-46-75	NACIONAL	Guayas
13	EET-576	CCAT-46-88	NACIONAL	Guayas
14	EET-577	CCAT-49-98	NACIONAL	Guayas

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

CRUZAMIENTOS DIALÉLICOS INCOMPLETOS

Se efectuaron:

91 polinizaciones cruzadas

14 autopolinizaciones

Cada clon se realizó 20 polinizaciones por árbol

Total 2100 polinizaciones artificiales por semana.

ESQUEMA DE CRUZAMIENTO.

CRUZAMIENTO DIALÉLICO INCOMPLETO

♀ ♂	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n
a	X													
b	bxa	X												
c	cxa	cxb	X											
d	dxa	dx b	dx c	X										
e	exa	ex b	ex c	ex d	X									
f	fxa	fx b	fx c	fx d	fx e	X								
g	gxa	gxb	gxc	gxd	gxe	gxf	X							
h	hxa	hxb	hxc	hxd	hxe	hxf	hxg	X						
i	ixa	ixb	ixc	ixd	ixe	ixf	ixg	ixh	X					
j	jxa	jxb	jxc	jxd	jxe	jxf	jxg	jxh	jxi	X				
k	kxa	kxb	kxc	kxd	kxe	kxf	kxg	kxh	kxi	kxj	X			
l	lxa	lxb	lxc	lxd	lxe	lxf	lxg	lxh	lxi	lxj	lxk	X		
m	mx a	mx b	mx c	mx d	mx e	mx f	mx g	mx h	mx i	mx j	mx k	mx l	X	
n	nxa	nxb	nxc	nxd	nxe	nxf	nxg	n x h	nxi	nxj	nxk	n x l	n x m	X

SIMBOLOGÍA	
CÓDIGOS	CLONES
a	EET-19
b	EET-48
c	EET-62
d	EET-95
e	EET-96
f	EET-103
g	EET-450
h	EET-454
i	EET-544
j	EET-558
k	EET-559
l	EET-575
m	EET-576
n	EET-577

PRUEBA ESTADÍSTICA

Prueba estadística no paramétrica de Chi-cuadrado (χ^2)

$$\chi^2 = \frac{(O^1 - E^1)^2}{E^1}$$

Donde:

χ^2 = Chi cuadrado

O^1 = Frecuencia observada

E^1 = Frecuencia esperada

5 % de probabilidad y con 1 grado de libertad, la cual determina un mínimo de seis polinizaciones exitosas (30% de fecundación).

Manejo de la Investigación

1. Control de maleza

Glifosato en dosis de 1litro/ha. En los bordes de las parcelas y cada 21 días rozas manuales

2. Limpieza de coronas

Con un rastrillo se limpia la hojarasca de la zona de aplicación de fertilizantes.

3. Fertilización

Se la realizó, con las recomendaciones del departamento de suelos de la Estación Experimental Litoral Sur (EELS).

4. PODAS FITOSANITARIAS Y DE MANTENIMIENTO

Se realizaron a todos los clones de cacao de tipo Nacional previo a las labores de polinización, adicionalmente se realizó el deschuponamiento.

5. APLICACIÓN DE FUNGICIDA

Se aplicó el fungicida (Clorotalonil), en dosis de 3.75 cc/litro, en los frutos obtenidos de la polinización manual al 7^{mo} día de su polinización y con una frecuencia mensual hasta su maduración

6. ELIMINACIÓN DE FLORES Y FRUTOS

Se eliminó las flores y frutos de polinización natural el mes de febrero previo al inicio de las polinizaciones asistidas

A person wearing a white protective suit, including a hood and gloves, is working in a field. The person is holding a small container and appears to be performing manual pollination. The background is filled with green foliage. The text "POLINIZACIÓN MANUAL" is overlaid in white, bold, uppercase letters in the center of the image.

POLINIZACIÓN MANUAL

SELECCIÓN DEL BOTON FLORAL



PREPARACIÓN Y ESTIMULACIÓN DEL BOTÓN FLORAL



AISLAMIENTOS DE LOS BOTONES FLORALES



“RECOLECCIÓN DE FLORES “PADRES O MACHOS””



EMASCULACIÓN DE LA FLOR



POLINIZACIÓN



IDENTIFICACIÓN DE CRUZAMIENTOS



PROTECCIÓN DE MAZORCAS





DATOS A EVALUAR

- Evaluación de Compatibilidad (3, 7, 15 y 30 días)
- Número de frutos
- Largo de fruto
- Diámetros de frutos



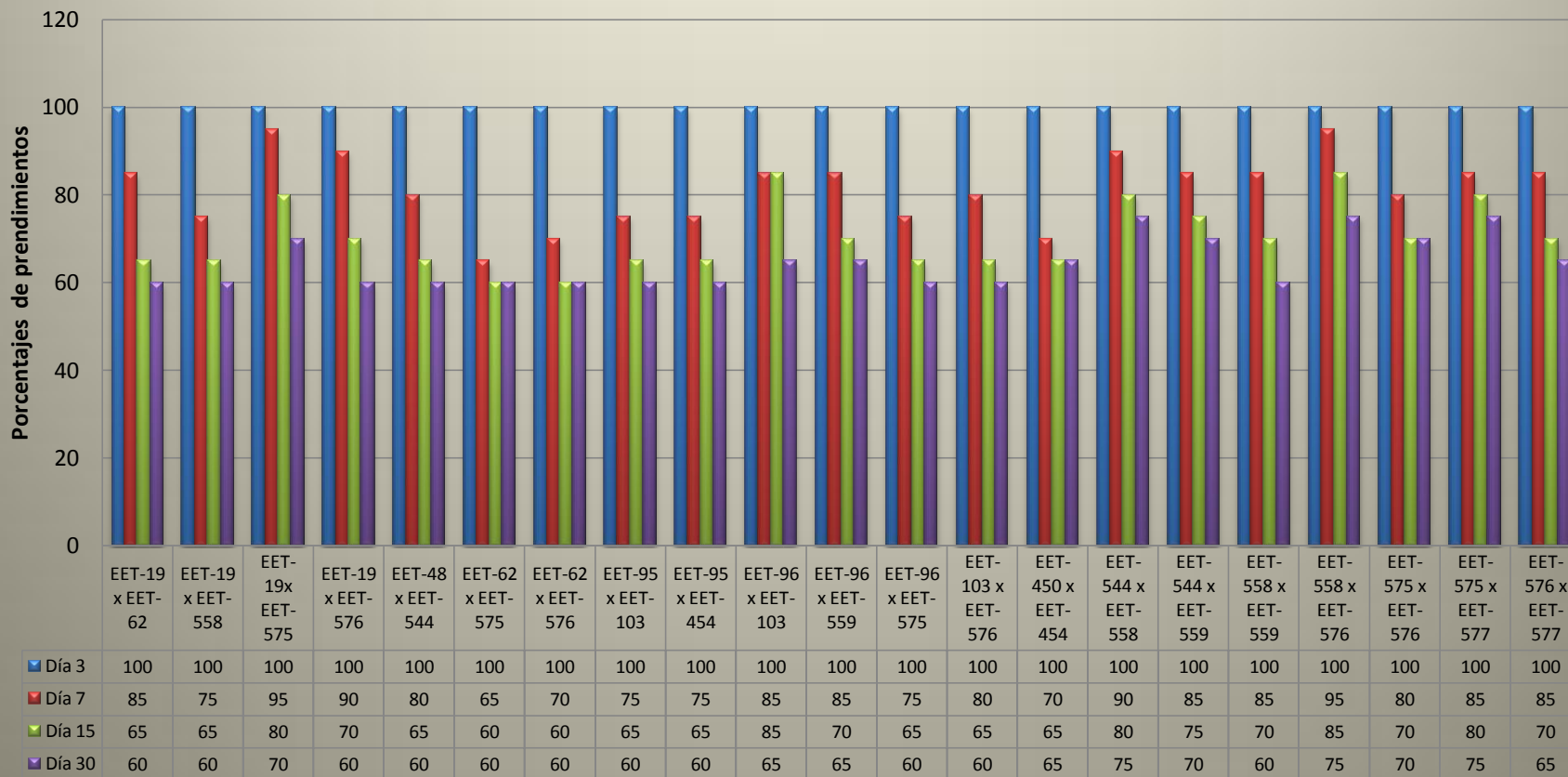
RESULTADOS

Resultados de evolución de las polinizaciones cruzadas y autopolinizaciones entre clones al 30^{avo} día después de las polinizaciones manuales en la determinación de la habilidad combinatoria de 14 clones de cacao (*Theobroma cacao L.*) de tipo Nacional seleccionados por el INIAP en la Estación Experimental Litoral Sur (EELS).

PORCENTAJES AL 30º DÍA DE LAS POLINIZACIONES

♂ ♀	EET-19	EET-48	EET-62	EET-95	EET-96	EET-103	EET-450	EET-454	EET-544	EET-558	EET-559	EET-575	EET-576	EET-577
EET-19	60													
EET-48	50	10												
EET-62	60	55	30											
EET-95	30	45	40	5										
EET-96	30	50	50	45	45									
EET-103	55	55	45	60	65	40								
EET-450	40	40	40	30	45	50	40							
EET-454	50	45	50	60	40	35	65	30						
EET-544	50	60	55	45	55	40	45	50	70					
EET-558	60	50	50	50	45	50	40	45	75	65				
EET-559	45	50	50	40	65	35	40	55	70	60	60			
EET-575	70	55	60	45	60	55	45	30	50	50	55	55		
EET-576	60	50	60	50	50	60	30	40	45	75	50	70	35	
EET-577	45	35	50	40	45	45	30	30	40	60	55	75	65	60


Resultados de los mejores cruzamientos en las polinizaciones asistidas durante la investigación de la determinación de la habilidad combinatoria de 14 clones de cacao (*Theobroma cacao L.*) de tipo Nacional seleccionados por el INIAP en la Estación Experimental Litoral Sur (EELS).



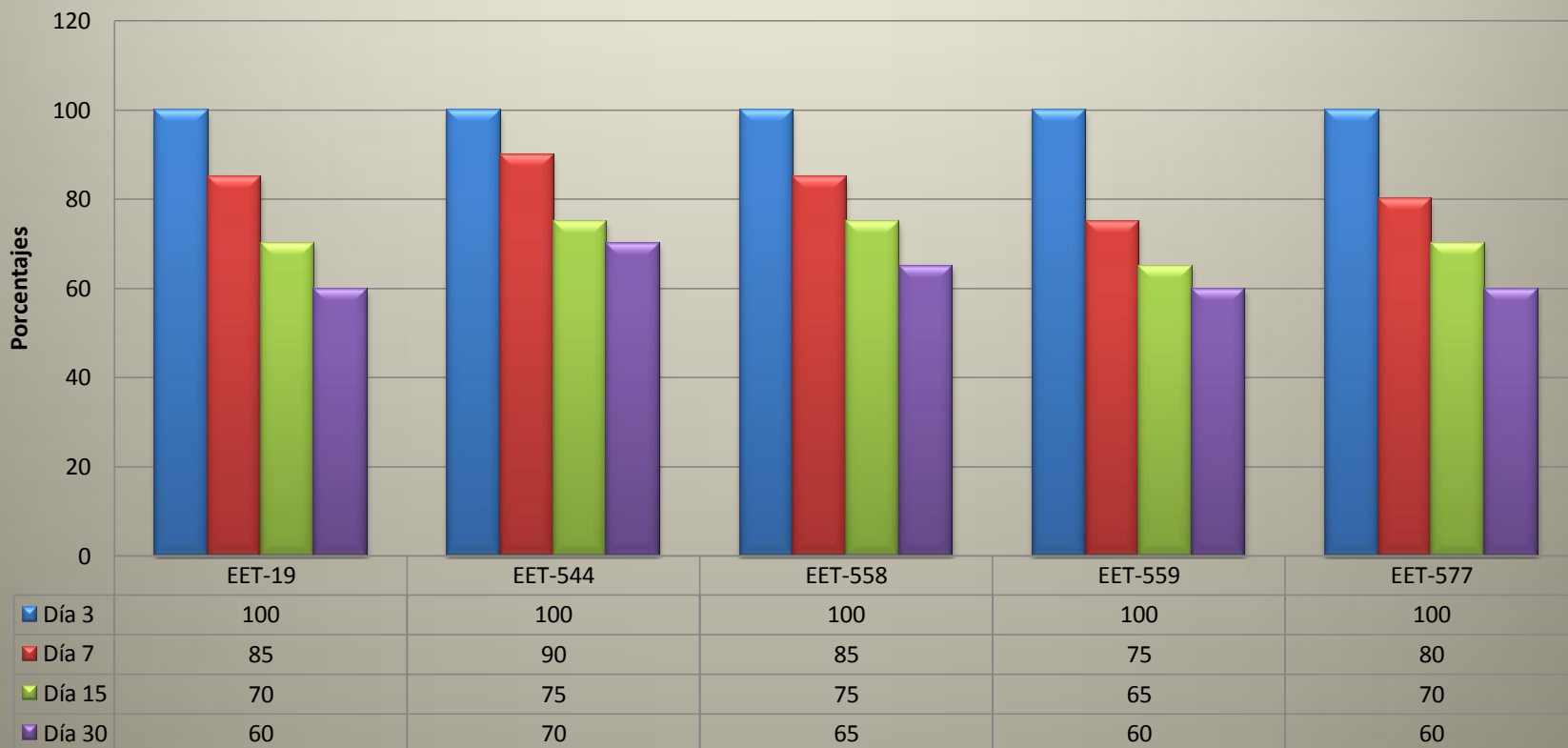
Resultados de números de frutos a los 30 días de haber realizado las polinizaciones manuales por cada uno de los clones en estudio en la determinación de la habilidad combinatoria de 14 clones de cacao (*Theobroma cacao L.*) de tipo Nacional seleccionados por el INIAP en la Estación Experimental Litoral Sur (EELS).

NÚMERO DE FRUTOS A LOS 30 DÍAS DE LAS POLINIZACIONES														
♂	EET-19	EET-48	EET-62	EET-95	EET-96	EET-103	EET-450	EET-454	EET-544	EET-558	EET-559	EET-575	EET-576	EET-577
♀														
EET-19	12													
EET-48	10	2												
EET-62	12	11	6											
EET-95	6	9	8	1										
EET-96	6	10	10	9	9									
EET-103	11	11	9	12	13	8								
EET-450	8	8	8	6	9	10	8							
EET-454	10	9	10	12	8	7	13	6						
EET-544	10	12	11	9	11	8	9	10	14					
EET-558	12	10	10	10	9	10	8	9	12	13				
EET-559	9	10	10	8	13	7	8	11	14	12	12			
EET-575	14	11	12	9	12	11	9	6	10	10	11	11		
EET-576	12	10	12	10	10	12	6	8	9	11	10	14	7	
EET-577	9	7	10	8	9	9	6	7	8	12	11	11	13	12

Resultados de la prueba de Chi cuadrado (χ^2) en la determinación de la habilidad combinatoria de 14 clones de cacao (*Theobroma cacao L.*) de tipo Nacional seleccionados por el INIAP en la Estación Experimental Litoral Sur (EELS).

RESULTADOS DE LA PRUEBA DE CHI CUADRADO (χ^2)														
	EET-19	EET-48	EET-62	EET-95	EET-96	EET-103	EET-450	EET-454	EET-544	EET-558	EET-559	EET-575	EET-576	EET-577
EET-19	0,8													
EET-48	0	12,8												
EET-62	0,8	0,2	3,2											
EET-95	3,2	0,2	0,8	16,2										
EET-96	3,2	0	0	10,1	0,2									
EET-103	0,2	0,2	0,2	10,4	1,8	0,8								
EET-450	0,8	0,8	0,8	3,2	0,2	0	0,8							
EET-454	0	0,2	0	0,8	0,8	1,8	1,8	3,2						
EET-544	0	0,8	0,2	0,2	0,2	0,8	0,2	0	3,2					
EET-558	0,8	0	0	0	0,2	0	0,8	0,2	5	1,8				
EET-559	0,2	0	0	0,8	1,8	1,8	0,8	0,2	3,2	0,8	0,8			
EET-575	3,2	0,2	0,8	0,2	0,8	0,2	0,2	3,2	0	0	0,2	0,2		
EET-576	0,8	0	0,8	0	0	0,8	3,2	0,8	0,2	5	0	3,2	1,8	
EET-577	0,2	1,8	0	0,8	0,2	0,2	3,2	1,8	0,8	0,8	0,2	5	1,8	0,8

Resultados de los mejores clones en las autopolinizaciones asistidas durante la investigación de la determinación de la habilidad combinatoria de 14 clones de cacao (*Theobroma cacao L.*) de tipo Nacional seleccionados por el INIAP en la Estación Experimental Litoral Sur (EELS).



A person wearing a green glove is holding a small plant specimen in a field. The background is a dense field of green plants. The word "CONCLUSIONES" is written in large, white, bold letters across the center of the image.

CONCLUSIONES

Se concluye que:

- Los clones EET-19, EET-62, EET-96, EET-103, EET-450, EET-454, EET-544, EET-558, EET-559, EET-575, EET-576, EET-577 son autocompatibles.
- Los clones EET- 544 (70%), EET-558 (65%), EET-19(60%), EET-577 (60%) y EET-559 (60%), presentaron la mayor cantidad de frutos a los 30 días de la autopolinización.
- Los clones EET-48 y EET-95 resultaron ser autoincompatibles.
- Todos los clones estudiados en esta investigación para las polinizaciones cruzadas son intercompatibles.
- Los 21 cruzamientos con más del 60% de prendimiento, presentaron la mayor cantidad de mazorcas a los 30 días después de la polinización cruzada.

A person wearing a white protective suit and gloves is working in a field of dense vegetation. The person is holding a small object, possibly a seedling or a sample, in their gloved hands. The background is filled with various types of plants and trees, suggesting a natural or agricultural setting. The overall scene is dimly lit, with a dark, muted color palette.

RECOMENDACIONES

Se recomienda:

- La utilización de los clones EET-19, EET-62, EET-96, EET-103, EET-450, EET-454, EET-544, EET-558, EET-559, EET-575, EET-576, EET-577 por ser autocompatibles.
- Los clones EET- 544 (70%), EET-558 (65%), EET-19(60%), EET-577 (60%) y EET-559 (60%), para la autopolinización por obtener el mayor número de frutos.
- La siembra comercial de los 14 clones de cacao de tipo Nacional recomendados por el INIAP por ser intercompatibles.
- Utilizar fungicidas para las mazorcas híbridas y así evitar daños por patógenos e insectos.
- Utilizar otro tipo de material con menos peso (gr), que los tubos plásticos para realizar los aislamientos, debido a que en la época de lluvia al momento de aislar los botones florales que por su peso se precipitaban al suelo ocasionando problemas en las labores de aislamiento.

GRACIAS!!!!

