

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA
SANTO DOMINGO

“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 OSWALDO NORIEGA DE LA CRUZ.

INFORME TÉCNICO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

2012

III

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA
CARRERA DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS
SANTO DOMINGO

“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 OSWALDO NORIEGA DE LA CRUZ.

INFORME DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PRESENTADO COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO
AGROPECUARIO.

SANTO DOMINGO – ECUADOR

2012

“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 OSWALDO NORIEGA DE LA CRUZ.

REVISADO Y APROBADO

ING. VICENTE ANZULES
DIRECTOR DE CARRERA
DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS

Ing. Javier Tumbaco. Ing. Patricio Vaca.
DIRECTOR

CODIRECTOR

Ing. Vinicio Uday P.
BIOMETRISTA

Dr. Ramiro Cueva Villamarín
SECRETARIO ACADÉMICO

“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 OSWALDO NORIEGA DE LA CRUZ.

APROBADO POR LOS SEÑORES MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN DEL INFORME TÉCNICO.

	CALIFICACIÓN	FECHA
Ing. Javier Tumbaco. DIRECTOR	_____	_____
Ing. Patricio Vaca. CODIRECTOR	_____	_____

CERTIFICO QUE ESTAS CALIFICACIONES FUERON PRESENTADAS EN ESTA SECRETARÍA.

Dr. Ramiro Cueva Villamarín
SECRETARIOACADÉMICO

DEDICATORIA

A mi madre por ser padre y madre para mí, siendo un ejemplo a seguir y realizar todos los esfuerzos necesarios para darme la oportunidad de alcanzar este título profesional y a mi padre por ser parte importante en mi vida y un apoyo.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar a Dios por brindarme la sabiduría, salud y por estar siempre a mi lado bendiciéndome y cuidándome día a día.

A mi mamita Felipa, papito Pepe y Ñaña Mery por iluminarme e interceder desde el cielo por mí ante nuestro señor para que las fuerzas jamás me hayan faltado y que en los momentos más difíciles con su bendición haya podido vencer los obstáculos más difíciles a lo largo de mi vida estudiantil.

A mi madre por brindarme las herramientas necesarias para poder luchar durante mi carrera universitaria, por los valores que me ha inculcado siendo padre y madre para mí y creer en mis capacidades que me sirvieron para que ahora este culminando una parte de mi formación como un profesional de éxito y de carácter, gracias a mi padre por ser un apoyo y por brindarme su cariño y respeto, a mi hermano Cesar por sus bendiciones como sacerdote para bendecirme día a día, a mis hermanos Juan Carlos, Karla, Rosita y Fátima por estar en mi vida y brindarme su cariño.

Al Instituto Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, al programa Nacional de cacao de la Estación Litoral Sur (EELS), por brindarme la oportunidad de realizar esta investigación. A los Ingenieros James Quiroz Responsable del programa de cacao de la EELS y Saúl Mestanza por su amistad y guía para el aprendizaje del cultivo, ayudándome a formarme como un investigador y un profesional de éxito, también por su dirección, valiosa colaboración y sus acertadas recomendaciones, para el desarrollo de esta investigación. A la Ingeniera Claudia Fierro por su colaboración y por brindarme su cariño, A mi compañera de Tesis Nathalia Parada por su aporte en la investigación y brindarme su cariño, un agradecimiento especial a

VIII

mi compañero, amigo y compadre Patricio Angulo por su apoyo, su amistad y las experiencias laborales vividas durante mi estancia en la EELS.

A la Carrera de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias Santo Domingo de los Tsáchilas, por hacer de nuestra vida universitaria una experiencia enriquecedora e inolvidable.

A los Ingenieros Javier Tumbaco, Patricio Vaca y Vinicio Uday por su acertada dirección, apoyo y recomendaciones valiosas, para el desarrollo de esta investigación.

A todos los docentes por el aporte para mi formación profesional, por todos sus consejos técnicos y aquellos apegados al desarrollo de nuestras vidas para ser mejores personas.

A cada uno de mis compañeros, que a lo largo de mi vida estudiantil luchamos día a día en las aulas y en los campos formándonos como verdaderos agropecuarios y aquellos que formamos lazos de hermandad.

A mis amigos por su amistad y apoyo que hicieron parte de este arduo trabajo en especial a Jorge Oviedo Fierro, Andrés Viteri Narváez, Pedro Rodríguez Villavicencio, Juan José Aranda, Luis Fernando Guerrero.

AUTORÍA

Las ideas expuestas en el presente trabajo de investigación, así como los resultados, discusión y conclusiones son de exclusiva responsabilidad del autor.

CARLOS OSWALDO NORIEGA DE LA CRUZ.

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE CONTENIDOS	VIII
ÍNDICE DE CUADROS	XI
ÍNDICE DE FIGURAS	XII
ÍNDICE DE ANEXOS	XIII
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
2.1. BIOLOGÍA Y BOTÁNICA DEL CACAO.....	5
2.1.1. Morfología de flor.....	6
2.1.2. Biología floral.....	7
2.1.3. Polinización.....	8
2.2. GENOTIPOS DE CACAO EN EL MUNDO.....	12
2.2.1. Grupo cacao criollo.....	12
2.2.2. Grupo cacao forastero.....	13
2.2.3. Grupo cacao trinitario.....	13
2.2.4. Cacao Nacional.....	13
2.3. MEJORAMIENTO GENÉTICO.....	15
2.4. TÉCNICAS DE HIBRIDACIÓN.....	17
2.4.1. Hibridación intraespecífica.....	17
2.4.2. Hibridación interespecífica.....	18
2.4.3. Retrocruzamiento (cross-back).....	18
2.5. COMPATIBILIDAD.....	19
2.6. CRUZAMIENTOS DIALÉLICOS.....	22

III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	25
3.1.	UBICACIÓN DEL LUGAR DE INVESTIGACIÓN.....	25
3.1.1.	Ubicación Política	25
3.1.2.	Ubicación Geográfica.....	25
3.1.3.	Ubicación Ecológica	26
3.1.4.	Descripción del Sitio de Ensayo.....	27
3.2.	MATERIALES	27
3.2.1.	Material Genético	27
3.2.1.1.	Materiales de campo.....	28
3.2.1.2.	Materiales de oficina	28
3.2.2.	Herramientas y equipos	28
3.2.3.	Insumos	28
3.3.	MÉTODOS	29
3.3.1.	Análisis estadístico.....	29
3.3.1.1.	Cruzamiento a realizar	29
3.3.1.2.	Variables evaluadas.....	29
3.3.1.3.	Prueba estadística	30
3.3.1.4.	Características de la unidad experimental.....	30
3.3.1.5.	Disposición de las plantas en el campo.....	31
3.3.2.	Métodos específicos de manejo de la investigación.....	31
3.3.2.1.	Control de maleza.....	31
3.3.2.2.	Limpieza de coronas.....	31
3.3.2.3.	Fertilización.....	32
3.3.2.4.	Riego.....	32
3.3.2.5.	Podas fitosanitarias y de mantenimiento.....	32

3.3.2.6	Aplicación de fungicida.....	32
3.3.2.7	Eliminación de flores y frutos.....	33
3.3.2.8	Polinización manual.....	33
3.3.3.	DATOS A EVALUAR.....	34
3.3.3.1	Evaluación de compatibilidad e incompatibilidad.....	34
3.3.3.2	Número de frutos.....	35
3.3.3.3	Largo de fruto.....	35
3.3.3.4	Diámetros de frutos.....	35
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	36
4.1.	COMPATIBILIDAD	36
4.2.	CONCLUSIONES.....	48
V.	RECOMENDACIONES	49
VI.	BIBLIOGRAFÍA	50
VII.	RESUMEN	55
IX.	SUMMARY.....	56
X.	ANEXOS	57

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Materiales genéticos de tipo Nacional.....	27
Cuadro 2.	Resultados de las polinizaciones manuales al 3 ^{er} día.....	37
Cuadro 3.	Resultados de las polinizaciones manuales al 7 ^{mo} día.....	38
Cuadro 4.	Resultados de las polinizaciones manuales al 15 ^{avo} día.....	39
Cuadro 5.	Resultados de las polinizaciones manuales al 30 ^{avo} día.....	41
Cuadro 6.	Resultados del número de frutos a los 30 días.....	44
Cuadro 7.	Resultados de la prueba Chi-cuadrado X^2	46

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Partes de una flor de cacao.....	7
Figura 2.	Croquis de la ubicación del lugar del ensayo.....	26
Figura 3.	Resultados de los mejores cruzamientos en las polinizaciones asistidas.....	42
Figura 4.	Resultados de los mejores clones en las autopolinizaciones asistidas.....	47

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.	Croquis de campo del Lote #1.....	57
Anexo 2.	Croquis de campo del Lote #2.....	58
Anexo 3.	Croquis de campo del Lote #3.....	59
Anexo 4.	Matriz de cruzamientos dialélicos incompletos y simbología de los 14 clones de tipo Nacional seleccionados por el INIAP.....	60
Anexo 5.	Cuadro resultados de la polinización cruzada.....	61
Anexo 6.	Registro fotográfico de las labores realizadas durante la investigación.....	71
Anexo 7.	Análisis de suelos de los diferentes lotes de la investigación.....	75

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*), es de gran importancia económica en diversos países del mundo. Con una producción esperada de 2,786 millones de toneladas en la cosecha 2011/2012 (que concluyó a finales de septiembre), de un total de 4,052 millones, según las cifras de la Organización Internacional del Cacao (ICCO), África concentra el 71,4% de la producción mundial de esta materia prima.

Las otras regiones productoras son América Latina (15,5%) y Asia-Oceanía (13.1%). Costa de Marfil, el número uno mundial, es fuente del 35,6% del cacao en grano con una producción de 1,51 millones de toneladas en 2011/2012, por delante de Ghana (21,7%) e Indonesia (12,1%). Brasil (5,2%) ocupa el quinto lugar y Ecuador (4,8%) el séptimo (ICCO 2011).

En países de América y en especial en Ecuador existen bajos rendimientos en los cultivos de cacao, esto se debe a que existen limitantes que están influyendo directamente en la producción, siendo las plantaciones las más afectadas; por diversos factores: genéticos, ecológicos, fisiológicos, patógenos y culturales, que actúan solos o combinados disminuyendo así el rendimiento por unidad de superficie en las diferentes plantaciones de cacao. (Quiroz, 1992).

Al respecto Ramírez citado por Pino (2010), la producción de cacao fino de aroma es de 173.000 TM (4,7%). El cacao fino o de aroma proviene de 17 países en Suramérica, América Central, Islas del Caribe y Sudeste asiático Ecuador lidera la producción mundial de cacao fino y de aroma con el 61%

Países productores de cacao fino y de aroma (en %): Ecuador: 61 %, Indonesia: 10 %, N. Guinea: 7 %, Colombia: 7 %, Venezuela: 6 %, República Dominicana 3 %, Trinidad y Tobago: 2 %, Otros países: 4 %. Estos bajos niveles de producción en gran parte se deben al gran impacto que tiene el ataque de enfermedades, plagas y sobre todo la incompatibilidad entre genotipos de cacao, todos estos factores mencionados reducen los rendimientos en las plantaciones comerciales de cacao. Por esta razón, los programas de mejoramiento genético de cacao están básicamente orientados a conseguir cultivares resistentes a enfermedades y altamente productores.

La producción de cacao, se ve seriamente afectada por problemas de incompatibilidad presentes en las plantaciones comerciales, representando pérdidas importantes de hasta más del 50% de la producción, debido a las barreras genéticas que impiden el proceso de fecundación normal del a flor.

En el país se están realizando programas de mejoramiento genéticos, donde los resultados han sido muy importantes, en los cuales se han obtenidos híbridos provenientes de cruces de plantas clonales con resistencia a enfermedades y altamente productivas, presentándose en la mayoría de clones problemas de incompatibilidad, por lo cual los híbridos resultantes han heredado las características deseables pero también el problema de la incompatibilidad (Quiroz, 1992).

Teniendo en cuenta esta problemática es muy importante tener conocimientos sobre este aspecto, tanto para trabajos en los programas de mejoramiento genético como en plantaciones comerciales, ya que superando esta problemática nos va a permitir planificar y asegurar las futuras plantaciones en donde exista un balance en polinización de los árboles y por ende una excelente producción.

Por lo anterior esta investigación se enfocó a realizar el estudio de compatibilidad de 14 clones comerciales, los mismos que se encuentran bajo la responsabilidad del INIAP (Instituto Nacional de investigaciones Agropecuarias), con miras a obtener híbridos con resistencia a enfermedades, de alto rendimientos y que no hereden el problema de incompatibilidad, facilitando la oportunidad de seleccionar los mejores genotipos individuales de la F1 para luego clonarlos a través de la propagación vegetativa. Por tal motivo se plantearon los siguientes objetivos:

Objetivo General

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 fase de campo de la investigación inició en el mes de febrero 2012 y culminando en el mes de agosto del mismo año.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. BIOLOGÍA Y BOTÁNICA DEL CACAO

El cacao es una planta perenne diploide ($2n=20$), principalmente alógama, dispersada en casi todas las regiones húmedas tropicales de baja altitud. Se la considera como rentable durante 25 o 30 años, sin embargo existen ciertos árboles que pueden producir por 100 años o más (Quiroz, 2002).

EL tronco es vertical continuo, su brotación es discontinua, así como su floración. La flor de cacao es hermafrodita y se da en racimos llamados cojinetes en las partes vieja la planta (cauliflora), pentámera con cinco lóculos de los cuales existen de 6 a 12 óvulos (Hardy, 1961).

Cope (1958), citado por Quiroz (2002), indica que la polinización natural es esencialmente entomófila (realizada exclusivamente por insectos), el polen una vez liberado es viable durante 48 horas, una planta puede producir alrededor de 100000 a 150000 flores por año de las cuales solo el 0,1 al 0,3% es fecundada, sin embargo, existen un sinnúmero de factores que afectan el número final de frutos, uno de estos es el “CherellesWilt” o muerte prematura que afecta a estos en su etapa temprana y puede reducirlos en un 20 a 90% debido a un problema de regulación fisiológica del número de frutos o como consecuencia de un sistema de autoincompatibilidad del cacao, o por efecto de estrés.

Los frutos de cacao maduran entre cinco a seis meses después de ser polinizados; la semilla es cotiledonar cubierta de una pulpa mucilaginosa de color blanco, los

cotiledones pueden ser de blanco a violeta, contienen una media del 50% de lípidos que una vez extraídos constituyen la manteca del cacao. La semilla seca pesa alrededor de un 0,8 a 1,5 g (Cope, 1958).

2.1.1. Morfología de flor

Las flores del cacao nacen agrupadas en sectores especializados que se denominan cojines florales. Estos están localizados alrededor del punto de inserción de las hojas, tanto en el tronco como en las ramas. Típicamente el cacao es cauliflor, es decir que sus flores se desarrollan en el tronco principal.

El cáliz está formado de cinco sépalos y la corola de cinco pétalos alternos con los sépalos. Los pétalos esta formados de tres partes: (1) basal en forma de cucharón protegiendo a los estambres fértiles. (2) mediana, estrecha e intermedia. (3) aplanada, alargada, obtusa en el vértice e inolinada hacia fuera después de la abertura de la flor.

El androceo está formado por los estambres y se encuentran unidos todos en conjunto en la base que rodea el ovario. Los estaminoides son cinco, encontrándose superpuestos en los sépalos que son más largos que los pistilos. Los estambres fértiles se encuentran dispuestos en cinco pares, teniendo cada par un filamento común recto en cuyos extremos se encuentran las anteras. Estas anteras tienen cuatro celdas, dos superiores y dos inferiores. El gineceo está formado por el ovario, el estilo y los estigmas. El ovario está compuesto de cinco celdas opuestas a los pétalos, cada una contiene un número variable de óvulos (Decker, 1956).

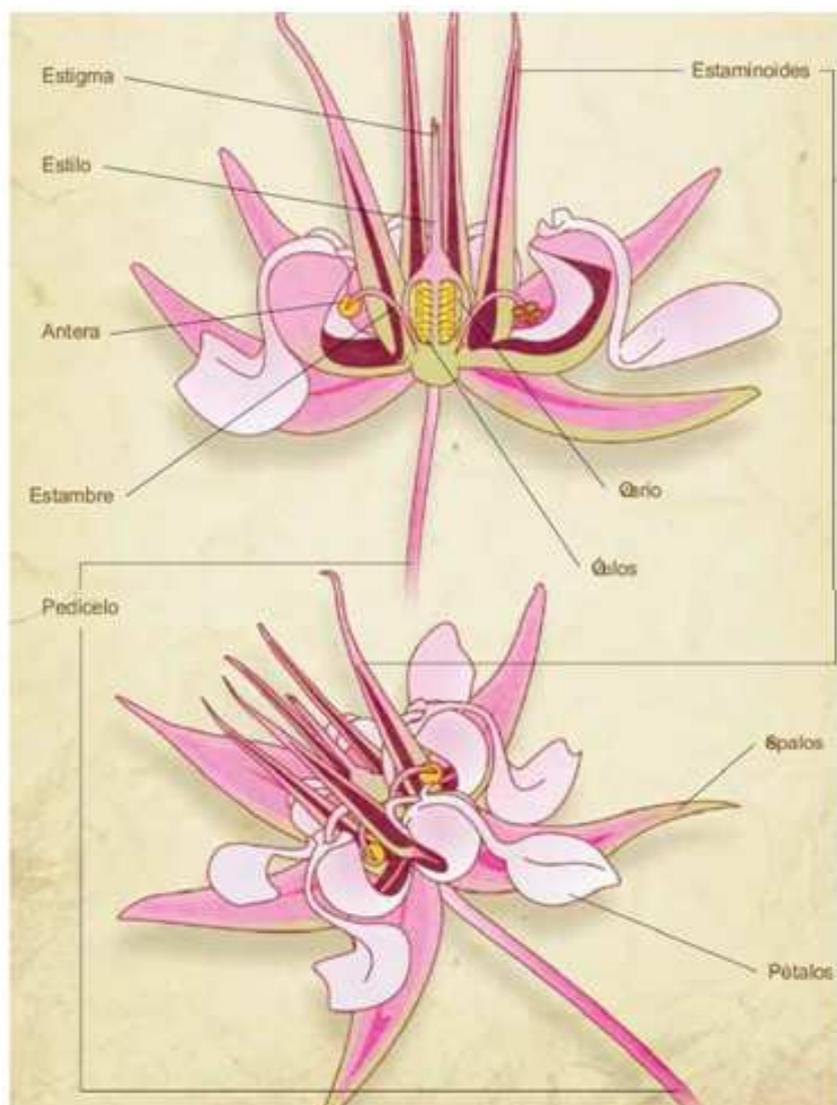


Figura 1. Partes de una flor de cacao
Fuente: CATIE-2010

2.1.2. Biología floral

Los primordios florales nacen endógenamente del floema. El periodo desde el momento que emerge el botón floral, por sobre la corteza, hasta la apertura de la flor, es de aproximadamente 30 días y este fenómeno está altamente influido por el ambiente. La inflorescencia es del tipo definido. Las flores están presentes como una cima monocasial, aunque algunas veces se puede observar como dicasial.

Normalmente, hay una fuerte producción de flores luego de las primeras lluvias, después de un periodo seco, esto hace que en algunos lugares haya producción de mazorcas en épocas bien marcadas o definidas. En general, en la mañana las anteras están abiertas y el grano de polen está listo para fecundar la flor. La vida efectiva del grano del polen es corta, generalmente de 48 horas. En algunas ocasiones especiales es de hasta 72 horas.

Los granos de polen son esferoidales y muy pequeños (16 a 23 micras), en conservaciones artificiales el grano de polen ha durado hasta 300 días. El grano de polen es pegajoso y en general sale del saco en forma de gránulos, que contiene cientos de granos, estos granos son transportados por un número reducido de insectos. Se conoce que son del género *Forcipomyia* (Decker, 1956).

2.1.3. Polinización

La polinización del cacao es entomófila (realizada por insectos), entre estos los más importantes en llevar a cabo tanto la polinización cruzada como autopolinización, son diversas especies de la familia *Ceratopogonidae*. Estas son mosquitas diminutas, las mismas que han sido encontrado en una porcentaje mayor o menor dependiendo del manejo en todas las plantaciones cacaoteras del mundo. En menor escala, y realizando particularmente autofecundaciones, se ha encontrado los trips, los áfidos, las hormigas y las abejas. En la práctica, los niveles de polinización natural y consecuente producción de frutos por árbol son bajos, en relación al número de flores brotado (Arévalo, 1972).

Las mosquitas polinizadoras bajan por los estaminoides, rozando con el tórax el estigma de la flor, donde depositan en grupos, los granos de polen. Al ingresar a la parte basal de la flor rozan el tórax con las anteras y de esta forma colectan una porción de granos de polen, pueden depositarlo en otra flor. La presencia de masas de granos de polen sobre el estigma es un signo característico de que una flor ha sido polinizada. Además el ciclo de vida de la *Forcipomyia* es de aproximadamente 27 días, y la mayor presencia es de 07h00 a las 09h00m y su presencia se reduce entre las 11h00 a 15h00.

El mecanismo de polinización del cacao presenta caracteres de mucho interés. La estructura de la flor no facilita la polinización por ninguno de los medios comunes, más bien la dificulta. El polen es demasiado pegajoso para que pueda intervenir el viento, tampoco la posición de las anteras se adapta a la condición de una planta anemófila, por lo que ciertos insectos son los que se encargan de la fecundación.

Las flores fecundadas pierden los pétalos, sépalos y estambres y el ovario inicia su crecimiento; muchos de los ovarios fecundados caen por diversas causas y sólo muy pocos llegan a la maduración. Poco se ha dicho sobre polinización adecuada a nivel de flor individual o sobre el mínimo de granos de polen que se requieren para cuajar una fruta o para que se aborte. Pero conociendo el número promedio de semillas por fruta, podemos especular de por lo menos unos 60 granos de polen por flor para cuajar el número mayor de semillas por fruta (León, 2001).

Los árboles padres o proveedores de polen, deben ser escogidos en proporciones de 1:10 aproximadamente, es decir un árbol padre por cada 10 madres. Se debe utilizar aquellos árboles productores caracterizados por emitir una alta cantidad de frutos, por ser un signo característico del árbol autocompatible y como tal un buen polinizador (Vera y Cabanilla, 1993).

El proceso de polinización manual descrito, por Pound (1913), perfeccionado y adaptado para el Ecuador por Decker (1956), Vera (1969), Moreno (1970) y Quiroz (1992), consiste en el aislamiento de los botones florales con tubos transparentes que completaron su desarrollo en la tarde anterior a su apertura o antesis, con el objetivo de que no exista la polinización natural. En las primeras horas de la mañana del día siguiente y cuando los botones se encuentran abiertos se procede a realizar las polinizaciones manuales.

El momento propicio para realizar las polinizaciones manuales durante la época seca son realizadas desde las 07h00 am hasta las 11h00 am, por cuando las flores empiezan a desprenderse al segundo día de que estén abiertas (Pereira, 1962).

Maldonado (1961), menciona que cuando se efectúan polinizaciones artificiales inmediatamente después de una lluvia prolongada, el porcentaje de cuajamiento de flores disminuye notablemente por alteraciones en la constitución fisiológica del polen en la receptibilidad del estigma. Además indica que el agua puede actuar como inhibidor e la germinación de los granos de polen o alterando el pH del estigma. Por lo cual se aconseja realizar las polinizaciones por lo menos dos horas después de que se ha suspendido la precipitación.

Se recomienda que las polinizaciones manuales de una plantación de interés comercial se realice en los meses de Junio-Agosto de cada año, para que los frutos obtenidos de esta labor al cabo de cinco a seis meses cuando estos ya ha completado su madurez fisiológica, entre los meses de Noviembre y Enero. De esta forma, aumenta la probabilidad que los frutos no sean atacados por agentes o patógenos que causan infecciones al fruto. Los mayores niveles de infección se han detectado entre los meses de Marzo y Mayo, con pérdidas de hasta el 70 % (Vera y Cabanilla 1993). Polonia (1952), al realizar varios ensayos pudo determinar que el porcentaje de sombra influye directamente sobre el poder germinativo del polen y el crecimiento del tubo polínico. El polen que provenía de arboles con una sombra del 25 al 50 %, tuvo un buen desarrollo del polen y del tubo polínico que aquel que provenía de plantas que estaban en plena exposición solar. Como así tampoco aquellas que se encontraban con una sombra mayor al 50 %.

Andrade (1974), menciona que el incremento de los rendimientos por polinización manual también se ven limitados por ocurrencia de periodos de poca floración, debido posiblemente a bajas temperaturas y/o a la baja presencia de nutrientes, exceso de sombra, sequías prolongadas, utilización de plantaciones con mucha edad o que se encuentren en mal estado.

2.2. GENOTIPOS DE CACAO EN EL MUNDO

El cacao (*Theobroma cacao L.*), se ha cultivado en Centro América desde los tiempo precolombinos. Este cacao fue denominado criollo. Las poblaciones de cacao provenientes de la Amazonía han sido denominadas Forastero. Los tipos criollos y Forasteros han sido considerados como dos subespecies distintas y se pensó que eran originarias de Centro y Sur América, respectivamente. Un tercer grupo fue identificado como Trinitario y fue descrito como híbrido entre criollo y forastero. La utilización de marcadores moleculares sobre estos individuos han podido dar respuestas sobre la domesticación y más específicamente sobre la deriva genética (Motomayor, 2002).

2.2.1 Grupo de cacao criollo

Los Criollos (palabra que significa nativo pero de ascendencia extranjera), se originaron también en Sudamérica, pero fueron domesticados en México y Centro América y son conocidos también como híbridos de cacao dulce. Se caracterizan por sus frutos de cáscara suave y semillas redondas medianas a grandes, de color blanco a violeta, que se cultivan principalmente en América Central, México, Colombia y parte de Venezuela. Poseen sabores dulces y agradables, donde los árboles son de porte bajo y menos robustos con relación a otras variedades. Sin embargo este grupo se caracteriza por su alta susceptibilidad a las principales enfermedades(Enríquez, 2004).

2.2.2 Grupo de cacao forasteros

Se caracterizan por sus frutos de cáscara dura y leñosa, de superficie relativamente tersa y de granos aplanados, pequeños de color morado y sabor amargo. Dentro de esta raza se destacan distintas variedades como Cundeamor, Amelonado, Sambito, Calabacillo y Angoleta. La variedad Nacional originaria de Ecuador se caracteriza por ser un cacao fino y de gran aroma y también pertenece a este grupo (Motamayor, 2002).

2.2.3 Grupo de cacao trinitario

Están conformados por híbridos que comprenden las mezclas entre el criollo y el forastero tipo amelonado, que aparentemente se mezclaron naturalmente en el Caribe, siendo los genotipos típicos de Granada, Jamaica, Trinidad y Tobago. Este grupo aparentemente se originó cuando un genotipo criollo se cruzó naturalmente con un genotipo amelonado del Brasil. Por esta razón, estos materiales presentan características morfológicas y genéticas de ambas razas. Ocupan del 10 al 15 % de la producción mundial. Presentan granos de tamaño mediano a grande y cotiledones de color castaño(CCI. 1991).

2.2.4 Cacao Nacional

Wood (1959), citado por Quiroz (2002), indica que la variedad de cacao Nacional es nativa del Ecuador y proviene de los declives de la orientales de la cordillera de los Andes en la hoya Amazónica; y se conservó como exclusiva hasta 1890, cuando se inicio la introducción de material de Venezuela de origen trinitario.

Los árboles adultos de cacao Nacional son grandes, con alturas promedio de 8 m, pero alturas de 10 y aún de 12 m son comunes. Fowler (1952), indica que a medida que el árbol envejece, los troncos se inclinan, convirtiéndose en una característica muy pronunciada, la cual es poco común en plantaciones de criollos y trinitarios. La longitud de un árbol inclinado, puede, sin embargo exceder los 13 metros; el diámetro medio del tronco es más o menos de 18 cm con una variación entre 9 y 29 cm. La raíz principal del sistema primario es más maciza que el árbol adulto de cacao Nacional que en otros tipos (Enríquez, 1992).

Las ramas jóvenes y las hojas son típicamente glandular pubescentes pero tienen apariencia glabrosa en la madurez. Las hojas jóvenes son flácidas de color verde amarillenta, las hojas maduras tienen generalmente forma oblonga elíptica, con un promedio de 25 cm de largo por 7 cm de ancho, asemejándose a la de los tipos Trinitarios. Las mazorcas son de color amarillo, tornándose en bronceadas cuando están expuestas a la luz solar con el desarrollo de un pigmento rojizo. Los estambres de la flor del cacao Nacional son pequeñas sin aroma y pigmentadas con respecto a los Trinitarios, Criollos y Amazónicos (Quiroz, 1992).

El fruto maduro típico Nacional es elíptico, ligeramente verrugoso o áspero, con una constricción basal poco profunda y un ápice puntiagudo. Aunque, se le describe generalmente como un amelonado, difiere del verdadero tipo amelonado en que es más liso y profundamente acanalado con una pared o cápsula más gruesa y una constricción basal menos profunda. En realidad, la mazorca del cacao Nacional típica está entre el tipo amelonada y cundeamor (Quiroz y Soria 1994).

La mazorca tiene un diámetro y un grosor de cáscara significativamente más grande que los grupos criollo, forastero y trinitario, el número de almendras promedio por mazorca es de 33, de formas redondeadas y más pequeñas y rellenas que la de los cacaos Trinitarios (Enríquez, 1992).

2.3. MEJORAMIENTO GENÉTICO

El mejoramiento de cacao se inicio en Trinidad con la selección de árboles sobresalientes en rendimientos y la formación de clones (Pike, 1932). Herrera (1986), indica que los criterios básicos para la selección de árboles se establecieron en base al índice de mazorca (IM) que se refiere al número de mazorcas necesarias para obtener una libra de cacao seco y el índice de semilla (IS) expresado como el peso individual de una almendra seca fermentada.

Posteriormente, cada país productor aplicó cada uno de estos parámetros a su población genética o a las necesidades locales y de esta forma dieron paso a los clones de alto rendimiento en los diferentes países productores de cacao en el mundo (Enríquez, 1980).

La línea clásica de un programa de mejoramiento genético del cacao, es la de producir variedades de alto rendimiento, resistencia a plagas y enfermedades y con semillas que permitan un buen procesamiento industrial (Geraldo y Messias, 1989).

La investigación de cacao en el Ecuador inició en 1943, en Pichilingue cerca de Quevedo, donde por medio de un acuerdo entre los Gobiernos Ecuatoriano y de los Estados Unidos, dieron inicio a los primeros estudios, durante los primeros años se efectuaron recolecciones de los mejores árboles y recopilando información de importancia para los programas de fitomejoramientos , como resultado a estos trabajos se obtuvieron datos de 500 árboles correspondientes a 400 haciendas, donde luego de una nueva selección se obtuvieron un poco mas de 300 árboles, provenientes de diferentes zonas del litoral como son: Balao, Machala y Manabí, estos materiales recolectados guardaban características deseables como son rendimientos y resistencias a enfermedades. El lugar donde se establecieron vegetativamente fue en Pichilingue.

En una segunda fase del proceso de mejoramiento, se cruzaron los árboles de alto rendimiento con los árboles que se creían que eran tolerantes o resistentes a escoba de bruja. Dando lugar a la primera formación de híbridos, los que fueron probados experimentalmente a nivel local y regional. (Farías, 1958)

Una de las principales limitantes para lograr mayores progresos en el mejoramiento del cacao y de cultivos en general, es el poco conocimiento sobre los factores genéticos implicados en caracteres interesantes, entre los cuales, los de herencia compleja, más afectados por el ambiente, son los más comunes. Las herramientas que brinda la genómica pueden ayudar a entender mejor estos caracteres y hacer más precisa su manipulación (Ingenic, 2001).

2.4. TÉCNICAS DE HIBRIDACIÓN

Las técnicas de hibridación son un mecanismo muy importante para el mejoramiento genético, debido a que con estas herramientas podemos, obtener individuos con resistencia a las principales enfermedades, y además podemos obtener fenotipos altamente productivos.

2.4.1. Hibridación intraespecífica

A partir de líneas parentales puras, se cruzan individuos autógamos por fecundación artificial, y a partir de la segunda generación se procede a la selección genealógica en masa. La obtención de híbridos en las especies alógamas implica, habitualmente el cruzamiento de varias líneas endógamas seleccionadas, todas diferentes entre sí, pero puras y muy homogéneas, obtenidas por autofecundaciones sucesivas durante varias generaciones. Existen varios tipos de híbridos: si se cruzan dos líneas endógamas homocigóticas se forma un híbrido simple; si se cruzan dos híbridos simples se obtiene un híbrido doble; para obtener un híbrido triple se necesita cruzar un híbrido simple con una línea endógama.

2.4.2. Hibridación interespecífica

Esta técnica, consiste en cruzar plantas de especies diferentes. En las plantas alógamas, todo individuo es un híbrido, de suerte que muchos de sus genes son heterocigóticos. La instauración de la homocigosis por autofecundación artificial es acompañada por el efecto “inbreeding” o de endogamia: los descendientes son mucho menos vigorosos y menos productivos que la planta madre. Las líneas obtenidas serán puras pero débiles, inutilizables directamente como variedad. A este fenómeno de depresión provocado por la consanguinidad se opone el efecto inverso, la heterocigosis: si se cruzan dos líneas endógamas, los descendientes híbridos tendrán el vigor rápidamente restablecido. Se utiliza ésta técnica para producir variedades híbridas de primera generación nada más, cuyas semillas deberán ser rescatadas cada año porque ellas no se reproducirán (esto vale también para las plantas autógamas cruzadas artificialmente).

2.4.3. Retrocruzamiento (cross-back)

Es el método que permite implantar en una variedad deseada (A) uno o dos caracteres de otra variedad que no tenga relevancia para el cultivo: se cruzan, y sus híbridos son recruzados con (A) y reproducidos por autofecundación con el fin de obtener estabilidad en los caracteres (plantas autógamas) (Copyright G.A.T.z©2005).

2.5. COMPATIBILIDAD

Es un parámetro que depende de la genética (segregación) y es de suma importancia conocerlo en los genotipos de cacao, porque permite establecer plantaciones comerciales y/o enfocar los trabajos en los Programas de Mejoramiento Genético, debido a que el 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), el agente polinizador y la formación del tubo polínico (Enríquez, 2004).

La mayoría de las selecciones de los materiales poseen esta característica y benefician la cruce entre ellos, o el ser autocompatibles permiten que la descendencia se pueda cruzar libremente entre ellos. Es interesante apreciar que híbridos de alto rendimiento y resistencia a enfermedades poseen generalmente características de autoincompatibilidad y esto puede llegar a afectar plantaciones que no tengan una diversidad genética dentro de ellas (Enríquez y Cabanilla 1969).

Existen múltiples teorías acerca de la autoincompatibilidad y se fundamentan en que muchas de ellas dependen de una serie de alelos múltiples (S), de un locus simple y que son dominantes e independientes, por lo tanto la compatibilidad la determina un gen recesivo "So" (Knight y Rogers 1953).

Sin embargo, el estudio de Cope (1962) demuestra que debe existir un sistema multialélico que está conformado por tres loci independientes, que muestran una relación complementaria. Donde el locus S y los otros llamados A,a y B,b, segregan una sustancia precursora no específica para la incompatibilidad en el género en estudio.

Explicando que dicha sustancia provoca la no fusión de los gametos en el saco embrionario, por lo tanto los alelos A y B que son dominantes influyen sobre los alelos de S que están en óvulo y no permiten la expresión del recesivo. Por otro lado Coral y Soria (1972), proponen que la compatibilidad es complementaria y que dependen de la adición de genes complementarios denominados X y Z, los cuales segregan independiente y sugieren que las cruas autocompatibles podrían ser de 50, 75 y 100%.

Muchos de los estudios y teorías propuestas indican que la baja productividad en las plantaciones comerciales se debe a que no hay una polinización efectiva, y que esto a su vez depende de las condiciones favorables para este evento (Martín 1982). López (1982) considera que un material es autocompatible si al menos un 2% de sus flores logran su prendimiento, autores como Barthley *et al.* (1970), hablan de un 5% de prendimiento, sin embargo, consideran que el prendimiento debe de ser superior o igual a un 30%. Estas evaluaciones deben realizarse en el campo después de los 10 ó 15 días realizado la polinización para corroborar el prendimiento, ya que Vera (1969), menciona que la caída de las flores autopolinizadas inicia a los tres días y es mucho mayor en el día siete.

En muchas plantas la incompatibilidad ocurre en el estilo o estigma, previniendo el desarrollo de los tubos polínicos, pero en cacao el mecanismo es diferente; los tubos polínicos se desarrollan normalmente en todos los casos, pero cuando el material es incompatible, el gameto masculino no se fusiona con el femenino, lo que probablemente se deba a un mecanismo genético. Adicionalmente, la estructura de la flor parece impedir la autopolinización, hecho que también impide la fecundación de una flor con su mismo polen pues las anteras recurvadas hacia afuera están rodeadas

por las conchas de los pétalos y separadas del estigma por los estaminodios; por lo tanto es necesaria la presencia de polen de otra flor para la fecundación (León, 2001).

Quiroz (1992), indica que la incompatibilidad se puede presentar de dos formas, siendo una de ellas la autoincompatibilidad, por la cual las flores de una misma planta no pueden fertilizar sus propios óvulos, aunque la polinización haya sido realizada, y la otra la incompatibilidad cruzada por la cual algunas plantas no pueden cruzarse con otras, por consiguiente, una planta puede estar en ambos grupos o puede ser autoincompatible, pero compatible con otras.

Posnette (1973), citado por Enríquez (1985), menciona que no existe diferencias en la germinación entre el polen de un árbol autocompatible y otro autoincompatible y sugiere que la falla en el cuajamiento de frutos en un árbol autoincompatible puede deberse a:

- Inhabilidad del grano de polen para germinar
- Desarrollo lento del tubo polínico.
- Falla de los gametos para fertilizar el óvulo.
- Falta del núcleo masculino y/o femenino para emerger dentro del citoplasma del huevo.
- Acción subsecuente de factores letales.

Un examen de flores autocompatibles, autoincompatibles y autopolinizadas, no mostró diferencias tres horas después de la polinización; sin embargo, seis horas

después en la flor autocompatible se observó que el tubo polínico quedó corto y algunas veces se desarrolló por arriba del estilo y lejos del ovario, por lo que concluyó que el polen incompatible no puede desarrollar un tubo polínico capaz de alcanzar el ovario.

Sanclemente (1953) citado por Enríquez (1985), indica que al estudiar el fenómeno de la incompatibilidad en Colombia, reporta que el crecimiento lento del tubo polínico es causado por una sustancia inhibidora que se encuentra en el pistilo incompatible. Esta sustancia es resistente a la luz y al calor, pero es destruida por el H₂O₂ y KMnO₄, ya que en pistilos incompatibles tratados con estas dos sustancias logró autopolinizaciones que dieron frutos normales; sin embargo, no todos los árboles autoincompatibles respondieron a este tratamiento. Considera además que la falta de vitaminas, especialmente B₁, puede ser la causa de la falla en los cuajamientos de flores incompatibles.

2.6. CRUZAMIENTOS DIALÉLICOS

Las cruza dialélicas son aquellas que se componen de todas las combinaciones posibles que pueden obtenerse entre un grupo “n” de líneas progenitoras, variedades, clones. Su empleo actual tiene su origen en los conceptos de habilidad combinatoria general y habilidad combinatoria específica.

La habilidad combinatoria general (ACG) es el comportamiento promedio de un progenitor en combinaciones híbridas diferentes.

Mientras que la habilidad combinatoria específica (ACE) es el comportamiento de un progenitor en ciertas combinaciones y que resultan ser mejores o peores de acuerdo a lo que podría esperarse sobre el comportamiento promedio de los padres involucrados (Sprague y Tatum, 1942).

La técnica que involucra cruces dialélicos ha sido usada en problemas concernientes a herencias cuantitativa y permite investigar las propiedades genéticas de líneas homocigotas tal como medir la varianza aditiva y dominante, así como detectar interacción genética no alélica. (Griffing, 1956).

El método experimental utilizando cruces dialélicas puede variar, dependiendo de si se incluye o no a los padres y las cruces recíprocas, originando cuatro métodos:

Método 1: comprende los padres, las cruces F1 y las recíprocas, resultando un total de p^2 combinaciones.

Método 2: incluye a los padres y a las cruces F1, para un total de $p(p+1)/2$ combinaciones.

Método 3: evalúa las cruces simples y las recíprocas sin incluir a los padres. El total de combinaciones esta dado por $p(p-1)$.

Método 4: se evalúan únicamente las cruces simples, para un total de $p(p-1)/2$ combinaciones.

La interacción entre el ambiente y el genotipo en el cruce dialélico es relevada por la heterogeneidad de las varianzas dentro de padres y familias F1 (Hayman 1954).

Las cruas dialélicas son una manera de estimar la habilidad combinatoria de cada padre, concepto que ha tomado importancia creciente en mejoramiento de plantas y animales (Griffing 1956). Y que se define como la capacidad o aptitud que posee un progenitor de producir descendencia deseable (Welsh, 1981).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN DEL LUGAR DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. Ubicación Política

País:	Ecuador
Provincia:	Guayas
Cantón:	Yaguachi
Parroquia:	Virgen de Fátima
Predio:	Estación Experimental Litoral Sur (EELS)
Dirección:	km 26 de la vía Duran-Tambo.

3.1.2. Ubicación Geográfica

Coordenadas:

Este: 651 966,780

Norte: 97 43864,053

Elevación: 19 msnm

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	
	

Figura 2. Croquis de la ubicación geográfica del lugar del ensayo

3.1.3. Ubicación Ecológica

Zona de vida:	Bosque muy seco tropical (b.m.s.T) (L. Holdridge)
Altitud:	19,2msnm*
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

3.1.4. Descripción del Sitio de Ensayo

El lugar donde se desarrolló este ensayo fueron los jardines clonales de la Estación Experimental Litoral Sur (EELS), donde se encuentran los materiales genéticos de tipo Nacional con un promedio de edad 10 años, cada uno de los jardines disponen de sistemas de riego subfoliar el mismo que es recomendado para el cultivo de cacao.

3.2. MATERIALES

3.2.1. Material Genético

En el cuadro 1, se detalla los materiales genéticos a ser utilizados en la investigación.

Cuadro 1. Materiales genéticos de tipo Nacional. **ELLS 2012**

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

3.2.1.1. Materiales de campo

Pinzas niqueladas de punta bien fina, tubos de plásticos de 4 cm de largo por 1 cm de diámetro, algodón, placas señaladores, alfileres, alcohol y fundas plástica protectora de mazorcas.

3.2.1.2. Materiales de oficina

Equipo de computación. (PC), impresora, cámara fotográfica, suministros de oficina (Papel bond, carpetas, lápices, etc.) y libreta de campo.

3.2.2. Herramientas y equipos

Machete, bomba de mochila, bomba de motor, tijera de podar, serrucho de podar y baldes plásticos

3.2.3. Insumos

Herbicida sistémico (Glifosato), herbicida de contacto (Paraquat), fertilizante edáfico 8-20-20, fertilizante foliar (Metalosate Multimineral) y fungicida (bravo 720).

3.3. MÉTODOS

3.3.1. Análisis estadístico

3.3.1.1. Cruzamientos a realizar

Con el objetivo de determinar la habilidad combinatoria de dichos clones de cacao fino de aroma durante la investigación se realizaron los cruzamientos de los 14 clones de cacao tipo Nacional recomendados por el INIAP (Cuadro 1). Para realizar estos cruzamientos se utilizó el método de cruzamientos dialélicos incompletos, se efectuaron 91 polinizaciones cruzadas y 14 autopolinizaciones, en donde por cada clon se realizó 20 polinizaciones por árbol dando un total de 2100 polinizaciones artificiales las mismas que se realizaron semanalmente.

En el Anexo 4 se presenta la matriz de cruzamientos dialélicos incompletos y la simbología de los 14 clones de cacao de tipo Nacional que se utilizaron en esta investigación.

3.3.1.2. Variables evaluadas

Las variables que se evaluaron en la investigación son: prendimiento de flores y abscisiones de las flores de los 14 clones de cacao fino de aroma recomendados por el INIAP.

3.3.1.3. Prueba estadística

Para determinar la capacidad combinatoria de los clones recomendados por el INIAP, se utilizó una prueba estadística no paramétrica de Chi-cuadrado (χ^2), al nivel del 5 % de probabilidad y con 1 grado de libertad, la cual determina un mínimo de seis polinizaciones exitosas (30% de fecundación), para que un clon sea considerado un cruce compatible o sea considerado autocompatible.

La fórmula utilizada fue la siguiente:

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

Donde:

χ^2 = Chi cuadrado

O1 = Frecuencia observada

e1 = Frecuencia esperada

3.3.1.4. Características de la unidad experimental

Área total del ensayo:	8,53 ha
Distanciamiento entre hileras:	2,5 m
Distanciamiento entre calles:	2,5 m

3.3.1.5. Disposición de las plantas en el campo

Los clones que se utilizaron están distribuidos en tres lotes, los mismos que se encuentra en la Estación Experimental Litoral Sur (EELS). Tal como se detalla en los Anexos 1,2 y 3.

3.3.2. Métodos Específicos de Manejo de la Investigación

3.3.2.1. Control de maleza

Se realizó un control químico de malezas previo a la instalación del ensayo dirigido a los bordes de los diferentes lotes utilizando Glifosato en dosis de 1litro/ha.Los controles de malezadentro del ensayo realizaron cada 21 días conrozcas manuales en los lugares donde la maleza presentaba una altura promedio de 15 cm y/oun nivel de incidencia del 5%.

3.3.2.2. Limpieza de coronas

Esta labor se la realizó a cada uno de los clones evaluados dentro de la investigación en el mes de febrero previo al inicio de las polinizaciones manuales, utilizando rastrillo con el objetivo de limpiar la hojarasca de la zona de aplicación de fertilizantes.

3.3.2.3. Fertilización

La aplicación de fertilizantes se lo realizó, tomando en cuenta las recomendaciones del departamento de suelos de la Estación Experimental Litoral Sur (Anexo 6), con dosis de 240 gramos/año de 8-20-20 dividido en dos aplicaciones al inicio y final de la época lluviosa.

3.3.2.4. Riego

La aplicación del riego se lo realizó con las recomendaciones del departamento de suelos de la Estación Experimental Litoral Sur (EELS), con una frecuencia de 15 días con una lámina 75mm.

3.3.2.5 Podas fitosanitarias y de mantenimiento.

Estas labores culturales se realizaron a todos los clones de cacao de tipo Nacional en el mes de febrero previo a las labores de polinización, adicionalmente se realizó el deschuponamiento cada mes.

3.3.2.6 Aplicación de fungicida

Se realizó la aplicación del fungicida (Clorotalonil), en dosis de 3.75 cc/litro, recomendado por el Ingeniero Jaime Álava técnico de campo del programa de cacao de la EELS, en los frutos obtenidos de la polinización manual al 7^{mo} día de su polinización con una frecuencia mensual hasta su maduración, es decir se realizaron

6 aplicaciones dirigido únicamente a las mazorcas híbridas obtenidas de la polinización artificial.

3.3.2.7 Eliminación de flores y frutos

La eliminación de flores y frutos de polinización natural se realizaron en el mes de febrero previo al inicio de las polinizaciones asistidas; esta labor se realizó con una frecuencia de 60 días.

3.3.2.8 Polinización manual

Para la técnica de polinización manual descrita por Pound (1931) perfeccionada por Voelcker (1937); adaptada en Ecuador por Decker (1956), Vera (1969) y Moreno (1979), que consiste en el aislamiento de los botones florales que han complementado su estado de desarrollo en la tarde del día anterior a su apertura o antes.

Se efectuaron 20 polinizaciones cruzadas y 20 autopolinizaciones por cada clon, las mismas que se realizaron en las primeras horas de la mañana, previo a las polinizaciones el día anterior se realizaron las estimulaciones manuales, que consiste en presionar levemente al botón floral y el aislamiento a los mismos para que estos no sean polinizados naturalmente.

En las polinizaciones artificiales se tomaron los estambres de las flores provenientes del árbol padre, que también fueron aisladas el día anterior, previo a la liberación de la cogulla o concha. Las polinizaciones se efectuaron en un periodo definido de

aproximadamente cuatro horas en la mañana, a partir de las 07h00 hasta las 11h00, dependiendo de las condiciones climáticas, las que deben estar en una temperatura media de 28°C y no se presenten precipitaciones.

Para efectuar la técnica de autopolinizaciones de cada uno de los materiales progenitores (madres y padres), se procedió con la ayuda de una pinza de punta fina y curva a frotar sobre el estilo-estigma de la flor, con el polen de la misma flor o de otra del mismo clon, no se realizó la emasculación (castración) de la flor madre. Inmediatamente luego de esta labor, se procedió a cubrir la flor autopolinizada con el tubo eppendorf.

3.3.3. DATOS A EVALUAR

3.3.3.1. Evaluación de Compatibilidad

La evaluación se la realizó los 3, 7, 15 y 30 días posteriores a las polinizaciones manuales.

La evaluación a los tres días se la realizó para verificar si la flor ha sido polinizada. A partir de los 7, 15 y 30 días después de realizada las polinizaciones manuales se evaluó cada una de las flores, ya que dentro de éste periodo se observarían problemas de incompatibilidad entre los cruzamientos y autopolinizaciones.

3.3.3.2. Número de frutos

La cantidad de frutos por cada clon se lo determinó a los 30 días de realizadas las polinizaciones. Para esta variable se tomó en cuenta el número de frutos vivos y sanos obtenidos de las polinizaciones asistidas.

3.3.3.3. Largo de fruto

Se lo determinó al mes de que efectuaron las polinizaciones manuales medidos desde la parte basal hasta el ápice de mazorca, utilizando un instrumento (pie de rey), obteniendo medidas en centímetros.

3.3.3.4 Diámetros de frutos

Se lo determinó al mes de que efectuaron las polinizaciones manuales medidos en la parte media de la mazorca, utilizando un instrumento (pie de rey), obteniendo medidas en centímetros.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.COMPATIBILIDAD

El estudio de la compatibilidad en los diferentes clones se evaluó a los tres, siete, quince y treinta días después de realizar las polinizaciones cruzadas y autopolinizaciones, obteniendo los siguientes resultados:

En el 3^{er} día se observó que todas las flores polinizadas se encontraban prendidas, es decir hubo el 100 % de prendimiento (cuadro 2).

En el 7^{mo} día se observó que los mayores porcentajes de prendimientos (cuadro 3), en las autopolinizaciones fueron los clones: EET- 544 (90%), EET-19 (85%), EET-558 (85%), EET-577 (80%) y EET-559 (75%), mientras que los clones ETT-48 (15 %) y el EET-95(5%), se los clasifica dentro del grupo de los autoincompatibles cuyo porcentaje de prendimiento es inferior al 30%.

En las polinizaciones cruzadas se consideraron los clones que obtuvieron más del 60 % de prendimiento de flores (12 mazorcas), cuyos mejores resultados fueron 21 cruzamientos y se consideran intercompatibles (Figura 3).

Cuadro 3. Resultados de la evolución de las polinizaciones cruzadas y autopolinizaciones entre clones al 7^{mo} 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 7º 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	85													
EET-48	90	15												
EET-62	85	70	65											
EET-95	80	70	70	5										
EET-96	70	60	75	70	80									
EET-103	95	75	85	75	85	70								
EET-450	70	60	70	60	70	70	70							
EET-454	95	75	80	75	65	50	70	70						
EET-544	80	80	75	65	75	75	60	65	90					
EET-558	75	70	80	70	70	75	65	70	90	85				
EET-559	90	75	65	70	85	65	70	75	85	85	75			
EET-575	95	85	65	50	75	75	60	45	85	100	70	70		
EET-576	90	75	70	65	70	80	60	50	80	95	65	80	55	
EET-577	75	65	70	60	65	70	50	45	85	80	70	85	85	80

Cuadro 4. Resultados de evolución de las polinizaciones cruzadas y autopolinizaciones entre clones al 15^{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 15º 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	70													
EET-48	65	10												
EET-62	65	55	40											
EET-95	45	45	45	5										
EET-96	35	50	50	55	60									
EET-103	80	60	50	65	85	55								
EET-450	65	55	60	55	50	50	60							
EET-454	60	50	65	65	45	40	65	40						
EET-544	60	65	65	55	65	45	55	50	75					
EET-558	65	50	55	60	55	55	50	55	80	75				
EET-559	65	55	50	50	70	40	60	65	75	70	65			
EET-575	80	65	60	45	65	65	50	35	65	75	60	60		
EET-576	70	60	60	50	50	65	55	40	60	85	50	70	45	
EET-577	50	45	60	45	50	55	50	30	65	60	60	80	70	70

En el 15^{avo} día se observó que los mayores porcentajes de prendimientos (cuadro 4), en las autopolinizaciones fueron los clones: EET- 544 (75%), EET-558 (75%), EET-577 (70%), EET-19 (70%), y EET-559 (65%) y los clones: ETT-48 (10 %) y el EET-95(5%), se ubican dentro del grupo de los autoincompatibles cuyo porcentaje de prendimiento es inferior al 30%.

En el 30^{avo} día se observó que los mayores porcentajes de prendimientos (cuadro5), en las autopolinizaciones fueron los clones: EET- 544 (70%), EET-558 (65%), EET-19(60%), EET-577 (60%) y EET-559 (60%) y los clones: ETT-48 (15 %) y el EET-95(5%) se los clasifica dentro del grupo de los autoincompatibles, lo que corrobora con Posnette (1973) citado Enríquez (1985), que afirma que la falla en el cuajamiento de frutos en un árbol autoincompatible puede deberse a los siguientes factores: 1) Inhabilidad del grano para germinar, 2) Desarrollo lento del tubo polínico, 3) Falla de los gametos para fertilizar el óvulo, 4) Falta del núcleo masculino y/o femenino para emerger dentro del citoplasma del huevo y 5) Acción subsecuente de factores letales.

Cuadro 5. 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

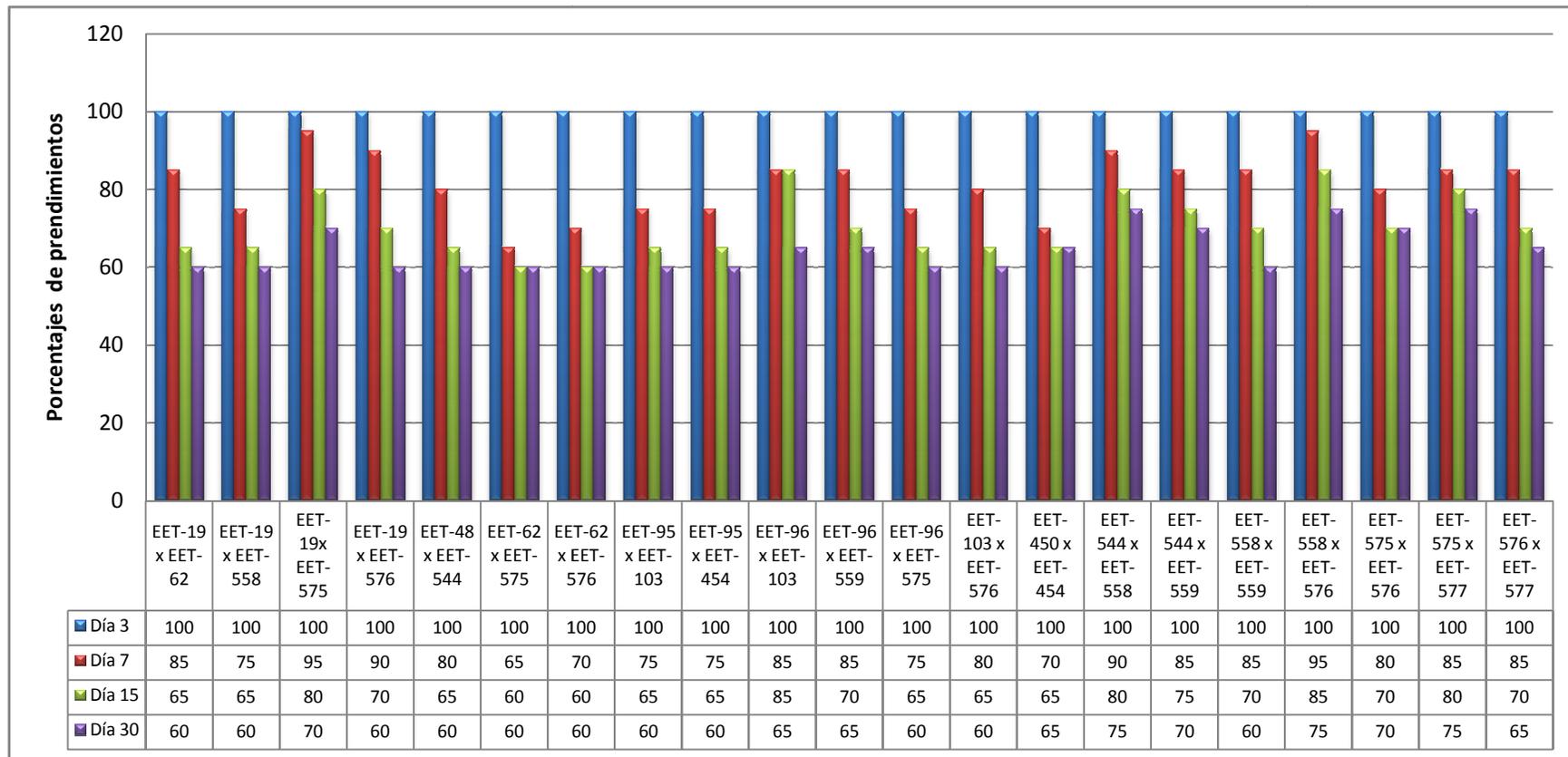


Figura 3. Resultados de los mejores cruzamientos en las polinizaciones asistidas durante la investigación de la determinación de la habilidad combinatoria de 14 clones de cacao (*Theobroma cacao L.*) de tipo Nacional seleccionados por el INIAP en la Estación Experimental Litoral Sur (EELS).

En el cuadro 6, muestra el número de frutos obtenidos a los 30 días posterior a las polinizaciones manuales en los 14 clones de cacao de tipo Nacional, donde todos los cruzamientos presentan una cantidad de mazorcas que va desde los 6 hasta los 14 frutos por cruzamientos.

En lo que respecta a las autopolinizaciones el número de mazorcas por clon va desde 6 a 14 frutos por árbol, exceptuando los clones EET-48 y EET-95, que obtuvieron 2 y 1 fruto respectivamente.

En el cuadro 7, se muestra la matriz de Chi-cuadrado (X^2), donde se puede observar el comportamiento de compatibilidad de los clones estudiados donde se observa que existen clones autocompatibles y autoincompatibles lo que concuerda con Terreros (1982), que afirma que una polinización compatible indica que los alelos del gen "S" son "So.o" o que algunos de los genes complementarios son recesivos; una autopolinización incompatible indica que ese clon no es de fórmula "So.o" y que los alelos del gen "S" están activos por la sustancia producida por los genes dominantes A y B. Un cruce compatible indica que esa planta no contiene el mismo alelo dominante del gen "S" que se presenta en la planta con la cual el cruce fue exitoso. Un cruce incompatible indica que la planta estudiada presenta el mismo alelo del gen "S" que domina con la otra planta con la cual el cruce no tuvo éxito.

Cuadro 6. 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

Además Knight y Rogers (1953), citado por Quiroz (2002), señalan que la incompatibilidad en cacao no se produce en el estilo, sino dentro del saco embrionario, y proporcionaron una hipótesis genética, para explicar este fenómeno basados en el hecho que la incompatibilidad estaría gobernada por una serie de cinco alelos múltiples “s”, de naturaleza esporofítica en el siguiente orden de dominancia: S1 S2 = S3 S4 S5 y el recesivo Sfó So que determina la autofertilidad.

Por otro lado Naundorf (1952), indica que la autoincompatibilidad en cacao puede intervenir factores fisiológicos, auxinas, enzimas, efecto de pH y diferencias morfológicas en la superficie de los gametos. Además Quinteros y Ocampos(1981) citado por Quiroz (2002), asegura que la interacción de los genes con el medio ambiente es de vital importancia, por la magnitud de la variación y por que los cambios en el medio ambiente afectan en mayor grado a las características de orden cualitativo, además Lanaud(1987), afirma que el factor ecológico juega un papel muy importante que en un mismo material en lugares distintos tiene comportamiento diferentes y que las condiciones fisiológicas del árbol pueden hacer cambiar el sistema de incompatibilidad en varios niveles tal como pudo suceder en los clones estudiados.

Los clones EET-48 y EET-95 como padres y madres en las polinizaciones cruzadas presentaron una intercompatibilidad de 60 y 85 % respectivamente, pero resultaron ser autoincompatibles en las autopolinizaciones, lo que concuerda con Quiroz (1992), quien afirma que una planta puede ser autoincompatible y ser compatible con otras plantas al cruzarse.

Cuadro 7. 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

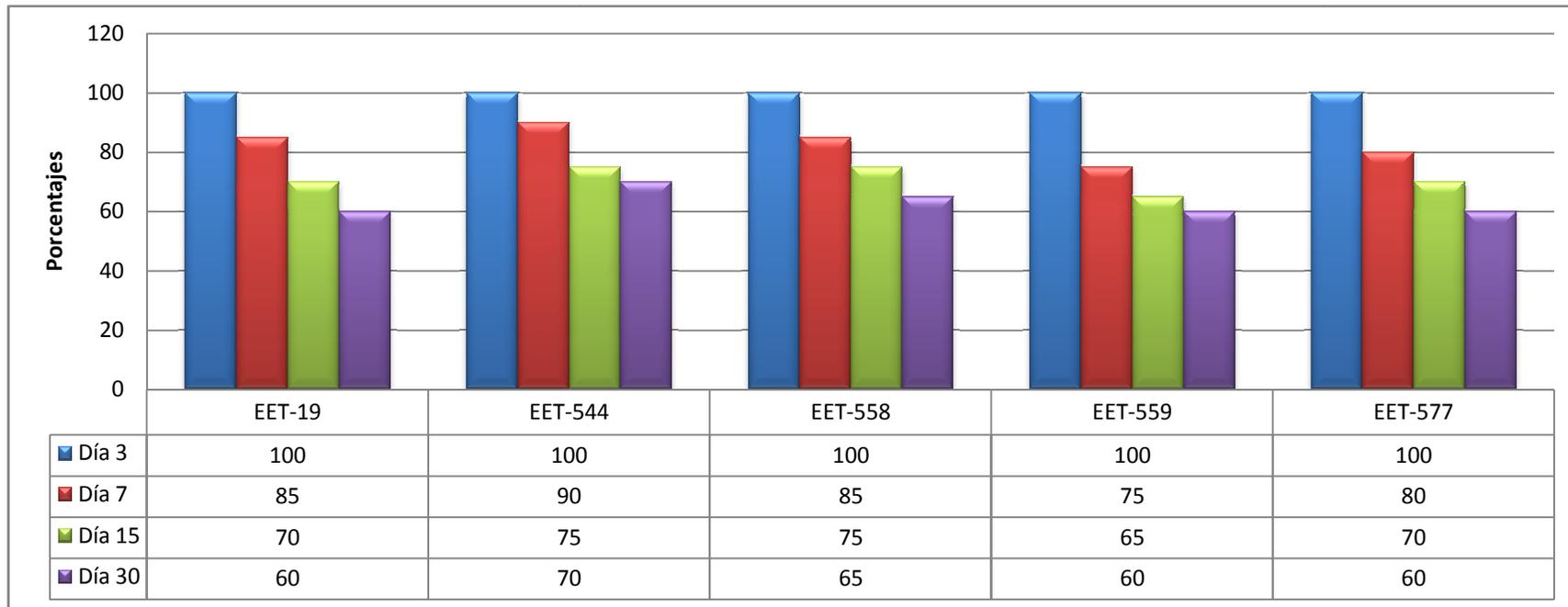


Figura 4. Resultados de los mejores clones en las autopolinizaciones asistidas durante la investigación de la determinación de la habilidad combinatoria de 14 clones de cacao (*Theobroma cacao L.*) de tipo Nacional seleccionados por el INIAP en la Estación Experimental Litoral Sur (EELS).

4.2. CONCLUSIONES

Se concluye que:

1. 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.
2. 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.
3. Los clones EET-48 y EET-95 resultaron ser autoincompatibles.
4. Todos los clones estudiados en esta investigación para las polinizaciones cruzadas son intercompatibles.
5. Los 21 cruzamientos con más del 60% de prendimiento, presentaron la mayor cantidad de mazorcas a los 30 días después de la polinización cruzada.

V. RECOMENDACIONES

Se recomienda:

1. 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.
2. 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.
3. La siembra comercial de los 14 clones de cacao de tipo Nacional recomendados por el INIAP por ser intercompatibles.
4. Utilizar fungicidas para las mazorcas híbridas y así evitar daños por patógenos e insectos.
5. 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.

VI. BIBLIOGRAFÍA

Arévalo, R. 1972. Determinación de los genotipos de incompatibilidad o compatibilidad en varios clones de cacao. Revista Theobroma (Brasil). 33,36

Andrade, A. 1974. Efecto de la polinización artificial y la fertilización química en el rendimiento del cacao. Tesis Ing. Agr. Quito-Ecuador. Facultad de Ingeniería Agronómica y Medicina Veterinaria. Universidad Central. 50 p.

Copyright G.A.T.z©2005. Técnicas de hibridación en cacao. Publicación. Consultado 10 de julio del 2011. Disponible en: <http://www.biotech.bioetica.org/clase2-9.htm>

Cope, F. 1958. In compatibility in theobroma cacao. Nature (Inglaterra) 181:279.

CCI (Centro de Comercio Internacional UNCTAD/GATT).1991. Resumen para los servicios de Información comercial. Cacao fino o de de aroma. Estudio de la producción y el comercio mundiales. Ginebra 1991. 60 p.

Decker, G. 1956. Estudios de autocompatibilida y compatibilidad en cruces para determinar los hábitos de polinización de los clones de cacao de la EET-Pichilingue. Tesis.Ing.Agr. Guayaquil-Ecuador, Facultad de Agronomía y veterinaria. Universidad de Guayaquil. p 45,64.

Enríquez, G. 1992. Characteristics of cacao "Nacional" of Ecuador. In International workshop on conservation, characterization and utilization of cocoa genetic resources in the 21st century., the cocoa research Unit, the University of the West Indies. Port-of-Spain, Trinidad, TT p. 269-278.

Enríquez, G. 2004. Cacao orgánico. Guía para productores ecuatorianos. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. Manual No. 54. Quito, Ecuador, pp. 360

Enríquez, G. 1985. Curso sobre el cultivo del cacao. Turrialba, Costa Rica, Catie. 239p.

Enríquez, G; Cabanilla, H. 1969. Estudios de compatibilidad en cacao híbrido *Theobroma cacao* L. en una hacienda de Ecuador. In 3ra International Cocoa Research Conference 1969. Acrra, GH. Proceedings Tafo, GH. CocoaResearchInstitute. p.560-564.

Farías, L. 1958." Breves notas sobre trabajos de polinización en la Hacienda Clementina"

Fowler, R.1952. Características de cacao Nacional, Turrialba (Costa Rica). p 161-166.

- Griffing, B. 1956. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing system. Australian Journal of Biological Science. p 463-493.
- Welsh, R. Fundamentals of plant genetic and breeding. New York, Wiley and sons, 290p.
- Geraldo, C y Messias, P. 1989. Consideraciones sobre el mejoramiento genético del cacao. Turrialba. Costa Rica. CEPLAC. CEPEC. p 31-36.
- Hardy, F. 1961. Manual de cacao. San José, Costa Rica, IICA p 366.
- Hayman, I. 1954. The theory and análisis of diallel crosses. Genetics. 789-809 p.
- Herrera, S. 1986. Evaluación preliminar de híbridos de cacao de polinización libre en la costa de Chiapas. Tesis Ing. Agr. Guadalajara, Jalisco. Facultad de Agricultura. Universidad de Guadalajara. P 15-17.
- Ingenic, 2001. Proceedings of the International Workshop on new Technologies and Cocoa Breeding. Ingenic. 190 p.
- Knight R, Rogers H. 1953. Sterility in theobroma cacao L. Nature (Inglaterra) 172:164.
- León, J. 2001. Yields of Cocoa Clones in Response to Planting Density in Malaysia. Experimental Agriculture. 32: 41-47.

Maldonado, E. 1961. Investigación sobre nuevos métodos de polinización artificial en el cacao. Tesis Ing. Agr. Quito, Ecuador. Facultad de Ingeniería Agronómica y Medicina Veterinaria. Universidad Central. p 23.

Motomayor, J. 2002. Origen y domesticación del cacao (*Theobroma cacao*) en América. Publicación. Consultado 10 de julio del 2011. Disponible en:
http://econegociosagricolas.com/ena/files/C_Foros_tecnicos_modernizacion_de_la_cacaocultura.pdf

Naundorf, G. 1954. Contribución al estudio de la polinización, fecundación y frutificación en el cacao. Cacao en Colombia 55-70 p.

Pereira, A. 1962. Observaciones sobre el momento propicio para la polinización artificial y determinación de las características de compatibilidad en 12 progenies híbridas de cacao. Tesis Ing. Agr. Guayaquil, Ecuador. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Agraria del Ecuador. p 7

Pino, S. 2010. PROYECTO: Calidad de los alimentos vinculados con el origen y las tradiciones en América Latina TCP/RLA/3211.

Publicación. Consultado 10 de noviembre del 2011. Disponible en:
<http://www.fao.org/fileadmin/templates/olq/documents/Ecuador/ppp/taller%20nacional%20ecuador/2DiagnosticoCadenaCacaoSergioPino.pdf>

- Polonia, H. 1952. Germinación del polen de cacao, crecimiento del tubo polínico y cuajamiento. Acta Agronómica (Colombia). 9-37 p.
- Quiroz J. 1992. Determinación de genotipos de compatibilidad con algunos clones de cacao. Tesis de Ing. Agr. Quevedo-Ecuador. p 1, 38
- Quiroz J. 2002. Caracterización molecular de genotipos superiores de cacao Nacional (*Theobroma cacao* L) de Ecuador. Tesis Mag. Sc, Turrialba, Costa rica. CATIE. p 1, 96.
- Quiroz, J; Soria, J. 1994. Caracterización fenotípica del cacao Nacional del Ecuador. Quito, Ecuador. INIAP Estación Experimental Tropical Pichilingue. Boletín Técnico # 74.
- Sprague, G y Tatum, L. 1942 General usespecificcombinability in single crosses of cacao. Journal of American society of Agronomy 923-932.
- Vera. J. 1969. Estudio de la compatibilidad en híbridos interclonales de cacao (*Theobroma cacao* L.). Tesis Ing. Agr. Guayaquil, Ecuador. Facultad de Agronomía y Veterinaria. Universidad de Guayaquil, 30 p.
- Vera, J y Cabanilla, H. 1993. Rehabilitación del cacao. In Suarez, C. ed. Quevedo, Ecuador, EET-Pichilingue. Manual N° 25.p 122-124
- Welsh, R. 1981.Fundamentals of plant genetic and breeding.NewYork, wiley and sons.290 p.

VII. RESUMEN

La presente investigación se realizó durante el periodo 2011- 2012, en la provincia del Guayas, cantón Yaguachi, Parroquia Virgen de Fátima en la Estación Litoral Sur (EELS), con el objetivo de determinar la habilidad combinatoria de 14 clones de cacao (*Theobroma cacao L.*) de tipo Nacional recomendados por el INIAP mediante la polinización manual para el mejoramiento de la productividad. Se utilizó una prueba estadística no paramétrica de chi-cuadrado (X^2). Las variables a medir fueron la compatibilidad de los clones seleccionados por el INIAP, también los prendimientos y abscisiones cada 3, 7, 15 y 30 días y el tamaño de frutos a los 30 días de haber realizado las polinizaciones manuales.

Se empleó la técnica de polinización manual que consiste previamente en el aislamiento de los botones florales que han completado su estado de desarrollo el día anterior a su apertura, se los aisló con tubos plásticos transparentes para evitar la contaminación con polen extraños provenientes de otros materiales, se realizaron 20 polinizaciones por cada material (clon) para realizar los cruzamientos y 20 autopolinizaciones entre los clones seleccionados, siguiendo el Sistema Dialélico incompleto.

Los resultados fueron que los clones utilizados en las polinizaciones cruzadas resultaron intercompatibles, mientras que los clones EET-48 y EET-95 resultaron ser autoincompatibles. Por otro lado 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 resultaron ser autocompatibles.

VIII. SUMMARY

This investigation was done in Yaguachi country, Guayas-Ecuador site south costal stations (EELS).

The Objective was determine the compatibility of 14 cocoa (*Theobroma cacao* L), clones National Ecotype.

The measured variables were compatibility of the clones, struck and abscission every 3, 7, 15 and 30 days and the fruit size after manual pollination.

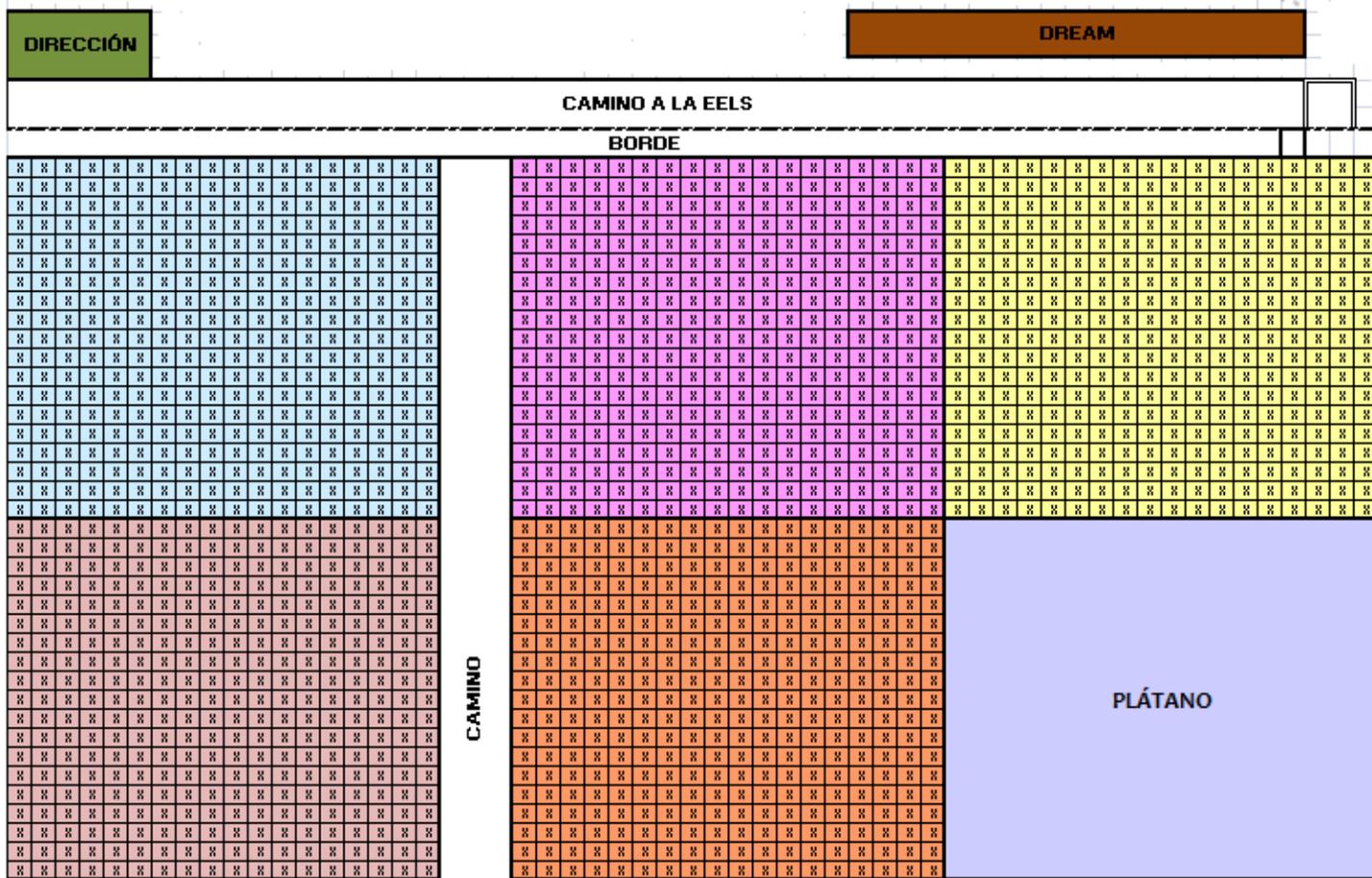
The manual pollination technique floral buds were insolated, one day before opening, the buds were covered whit transparent plastic tubes in order to prevent pollen contamination, twenty crossed pollination for each clone were made and also self- pollination among the select clones using the diallel incomplete system.

The obtained result from the experiment were, that the clones analyzed were intercompatibility, and the clones EET-48 and EET-95 were autoincompatibility and EET-19, EET-62, EET-96, EET-103, EET-450, EET-454, EET-544, EET-558, EET-559, EET-575, EET-576, EET-577, were autocompatibility

IX. ANEXOS

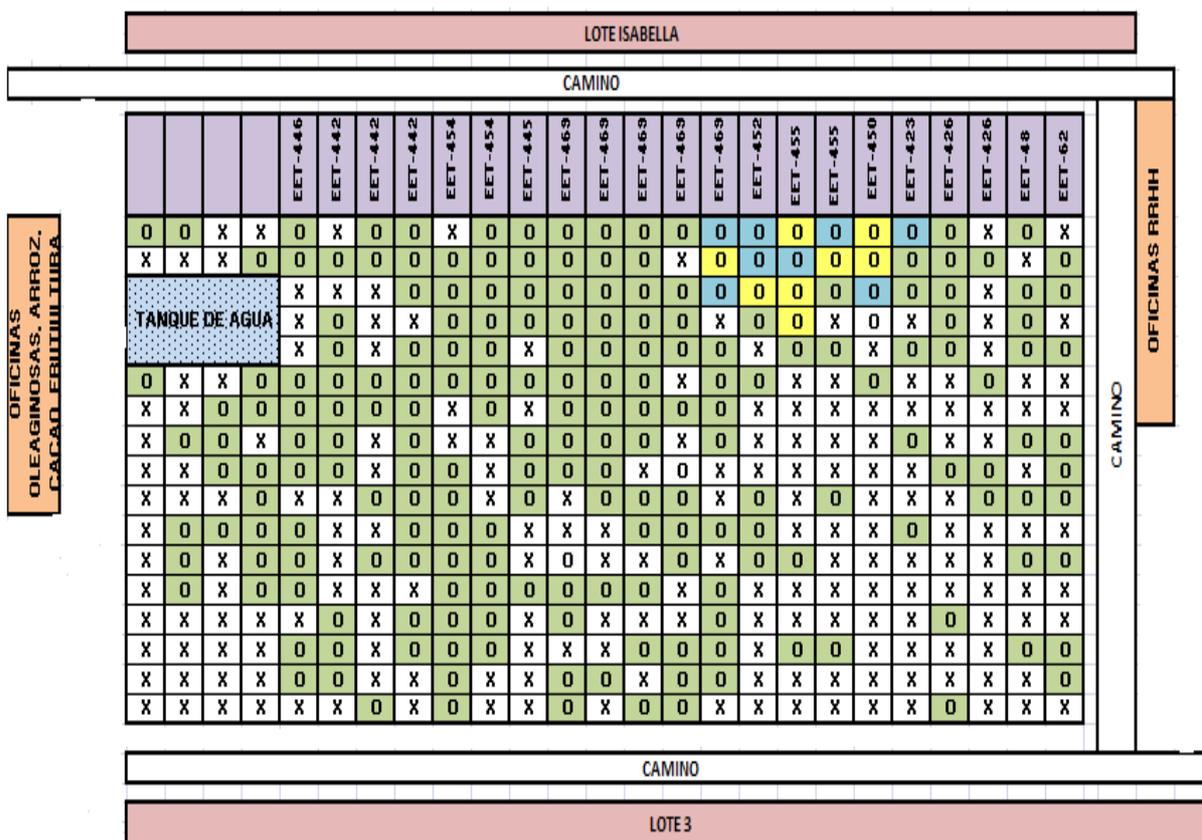
Anexo 1. Croquis de campo del Lote # 1 en la determinación de la habilidad combinatoria de 14 clones de cacao (*Theobroma cacao*L.) de tipo Nacional seleccionados por el INIAP en la Estación Experimental Litoral Sur (EELS).

**PROGRAMA DE CACAO
CROQUIS DE CAMPO
JARDÍN CLONAL
EET-19 , EET-48 , EET- 62, EET- 95, EET-96, EET-103**



Anexo 2. Croquis de campo del Lote # 2 en la determinación de la habilidad combinatoria de 14 clones de cacao (*TheobromacacaoL.*) de tipo Nacional seleccionados por el INIAP en la Estación Experimental Litoral Sur (EELS).

**PROGRAMA DE CACAO
CROQUIS DE LOS CÍTRICOS
JARDÍN CLONAL
EET-450 , EET-459 , EET- 559, EET- 576, EET-577,
EET-575**

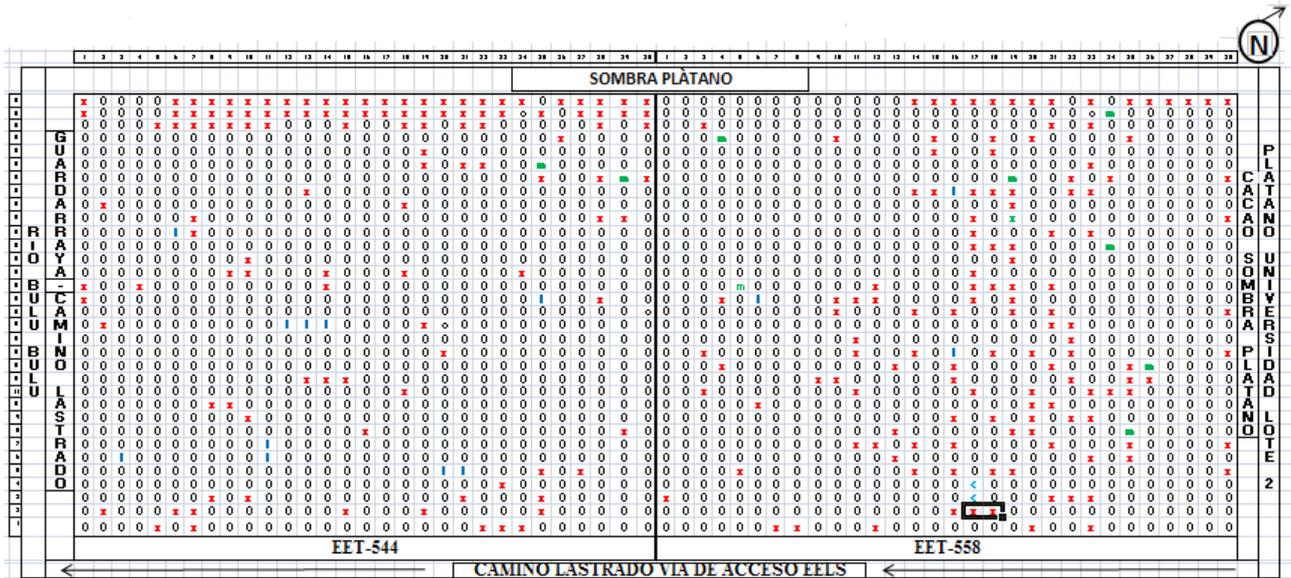


LEYENDA			
0	Injerto pequeño	0	Plantas vivas
0	Patrón	X	Espacios en blanc

Anexo 3. Croquis de campo del Lote #3 en la determinación de la habilidad combinatoria de 14 clones de cacao (*TheobromacacaoL.*) de tipo Nacional seleccionados por el INIAP en la Estación Experimental Litoral Sur (EELS).

**PROGRAMA DE CACAO
CROQUIS DEL LOTE 2B
JARDÍN CLONAL
EET-544 Y EET-558
REFERENCIA**

1	PLÁTANO	0,25 Ha
2	EET-558	0,91 Ha
3	EET-544	0,88 Ha
	Área total	2,04 Ha



REFERENCIA EET-544	
CODIFICACIÓN	Nº DE PLANTAS
0: PLANTAS VIVAS	857
X: ESPACIOS SIN PLANTAS(FALLAS)	121
m: PLANTAS MUERTAS	2
I: EQUIVOCADAS	10
TOTAL	990

REFERENCIA EET-558	
CODIFICACIÓN	Nº DE PLANTAS
0: PLANTAS VIVAS	854
X: ESPACIOS SIN PLANTAS(FALLAS)	123
m: Plantas muertas	8
I: Equivocadas	3
<: resiembra	2
TOTAL	990

Anexo 4. Matriz de cruzamientos dialélicos incompletos y simbología de los 14 clones de tipo Nacional seleccionados por el INIAP.

CRUZAMIENTO DIALÉLICO INCOMPLETO

♀ ♂	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n
a	X													
b	b x a	X												
c	c x a	c x b	X											
d	d x a	d x b	d x c	X										
e	e x a	e x b	e x c	e x d	X									
f	f x a	f x b	f x c	f x d	f x e	X								
g	g x a	g x b	g x c	g x d	g x e	g x f	X							
h	h x a	h x b	h x c	h x d	h x e	h x f	h x g	X						
i	i x a	i x b	i x c	i x d	i x e	i x f	i x g	i x h	X					
j	j x a	j x b	j x c	j x d	j x e	j x f	j x g	j x h	j x i	X				
k	k x a	k x b	k x c	k x d	k x e	k x f	k x g	k x h	k x i	k x j	X			
l	l x a	l x b	l x c	l x d	l x e	l x f	l x g	l x h	l x i	l x j	l x k	X		
m	m x a	m x b	m x c	m x d	m x e	m x f	m x g	m x h	m x i	m x j	m x k	m x l	X	
n	n x a	n x b	n x c	n x d	n x e	n x f	n x g	n x h	n x i	n x j	n x k	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

Anexo 5. Cuadros de resultados de polinización cruzada 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).

CUADRO DE RESULTADO DE POLINIZACIÓN CRUZADA EN 20 FLORES											
CRUZAMIENTOS CLONES			FECUNDACIÓN (%) DÍAS				NÚMERO DE FLORES		FECHA DE X ² (A LOS 30 DÍAS)	TAMAÑO DE FRUTOS (CM) (A LOS 30 DÍAS)	
	PADRE	MADRE	3	7	15	30	Fecundadas	No fecundadas		LARGO	DÍAMETRO
1	EET-19	EET-48	100	90	65	50	10	10	0	3	1,17
2	EET-19	EET-62	100	85	65	60	12	8	0,8*	2,68	1,15
3	EET-19	EET-95	100	80	45	30	6	14	3,2	2,65	1,14
4	EET-19	EET-96	100	70	35	30	6	14	3,2	2,71	1,16
5	EET-19	EET-103	100	95	80	55	11	9	0,2	2,86	1,16
6	EET-19	EET-450	100	70	65	40	8	12	0,8	2,6	1,15
7	EET-19	EET-454	100	95	60	50	10	10	0	2,66	1,14
8	EET-19	EET-544	100	80	60	50	10	10	0,0	2,88	1,15
9	EET-19	EET-558	100	75	65	60	12	8	0,8	2,76	1,14
10	EET-19	EET-559	100	90	65	45	9	11	0,2	2,71	1,16
11	EET-19	EET-575	100	95	80	70	14	6	3,2	2,74	1,12
12	EET-19	EET-576	100	90	70	60	12	8	0,8	2,78	1,15
13	EET-19	EET-577	100	75	50	45	9	11	0,2	2,78	1,13

* $(12-10) \times (12-10) / 10 + (8-10) \times (8-10) / 10 = 0,8$

Anexo 5 continuación

CUADRO DE RESULTADO DE POLINIZACIÓN CRUZADA EN 20 FLORES											
CRUZAMIENTOS CLONES			FECUNDACIÓN (%) DÍAS				NÚMERO DE FLORES		FECHA DE X² (A LOS 30 DÍAS)	TAMAÑO DE FRUTOS (CM) (A LOS 30 DÍAS)	
	PADRE	MADRE	3	7	15	30	Fecundadas	No fecundadas		LARGO	DÍAMETRO
1	EET-48	EET-62	100	70	55	55	11	9	0,2	2,7	1,09
2	EET-48	EET-95	100	70	45	45	9	11	0,2	2,77	1,14
3	EET-48	EET-96	100	60	50	50	10	10	0	2,83	1,12
4	EET-48	EET-103	100	75	60	55	11	9	0,2	2,76	1,12
5	EET-48	EET-450	100	60	55	40	8	12	0,8	2,65	1,15
6	EET-48	EET-454	100	75	50	45	9	11	0,2	2,79	1,12
7	EET-48	EET-544	100	80	65	60	12	8	0,8	2,78	1,12
8	EET-48	EET-558	100	70	50	50	10	10	0	2,84	1,13
9	EET-48	EET-559	100	75	55	50	10	10	0	2,81	1,14
10	EET-48	EET-575	100	85	65	55	11	9	0,2	2,81	1,24
11	EET-48	EET-576	100	75	60	50	10	10	0	2,85	1,15
12	EET-48	EET-577	100	65	45	35	7	13	1,8	2,77	1,13

Anexo 5continuación

CUADRO DE RESULTADO DE POLINIZACIÓN CRUZADA EN 20 FLORES											
CRUZAMIENTOS CLONES			FECUNDACIÓN (%) DÍAS				NÚMERO DE FLORES		FECHA DE X ² (A LOS 30 DÍAS)	TAMAÑO DE FRUTOS (CM) (A LOS 30 DÍAS)	
	PADRE	MADRE	3	7	15	30	Fecundadas	No fecundadas		LARGO	DÍAMETRO
1	EET-62	EET-95	100	70	45	40	8	12	0,8	2,85	1,14
2	EET-62	EET-96	100	75	50	50	10	10	0	2,8	1,13
3	EET-62	EET-103	100	85	50	45	9	11	0,2	2,14	1,14
4	EET-62	EET-450	100	70	60	40	8	12	0,8	2,12	1,14
5	EET-62	EET-454	100	80	65	50	10	10	0	2,7	1,03
6	EET-62	EET-544	100	75	65	55	11	9	0,2	2,85	1,25
7	EET-62	EET-558	100	80	55	50	10	10	0	2,7	1,12
8	EET-62	EET-559	100	65	50	50	10	10	0	2,79	1,19
9	EET-62	EET-575	100	65	60	60	12	8	0,8	2,82	1,13
10	EET-62	EET-576	100	70	60	60	12	8	0,8	2,8	1,17
11	EET-62	EET-577	100	70	60	50	10	10	0	2,81	1,14

Anexo 5 continuación

CUADRO DE RESULTADO DE POLINIZACIÓN CRUZADA EN 20 FLORES											
CRUZAMIENTOS CLONES			FECUNDACIÓN (%) DÍAS				NÚMERO DE FLORES		FECHA DE X² (A LOS 30 DÍAS)	TAMAÑO DE FRUTOS (CM) (A LOS 30 DÍAS)	
	PADRE	MADRE	3	7	15	30	Fecundadas	No fecundadas		LARGO	DÍAMETRO
1	EET-95	EET-96	100	70	55	45	9	11	0,2	2,83	1,14
2	EET-95	EET-103	100	75	65	60	12	8	0,8	2,82	1,15
3	EET-95	EET-450	100	60	55	30	6	14	3,2	2,6	1,15
4	EET-95	EET-454	100	75	65	60	12	8	0,8	2,86	1,16
5	EET-95	EET-544	100	65	55	45	9	11	0,2	2,79	1,17
6	EET-95	EET-558	100	70	60	50	10	10	0	2,83	1,14
7	EET-95	EET-559	100	70	50	40	8	12	0,8	1,76	1,12
8	EET-95	EET-575	100	50	45	45	9	11	0,2	2,69	1,34
9	EET-95	EET-576	100	65	50	50	10	10	0	2,76	1,14
10	EET-95	EET-577	100	60	45	40	8	12	0,8	2,78	1,14

Anexo 5 continuación

CUADRO DE RESULTADO DE POLINIZACIÓN CRUZADA EN 20 FLORES											
CRUZAMIENTOS CLONES			FECUNDACIÓN (%) DÍAS				NÚMERO DE FLORES		FECHA DE X² (A LOS 30 DÍAS)	TAMAÑO DE FRUTOS (CM) (A LOS 30 DÍAS)	
										LARGO	DÍAMETRO
	PADRE	MADRE	3	7	15	30	Fecundadas	No fecundadas			
1	EET-96	EET-103	100	85	85	65	13	7	1,8	2,88	1,17
2	EET-96	EET-450	100	70	50	45	9	11	0,2	2,63	1,15
3	EET-96	EET-454	100	65	45	40	8	12	0,8	2,86	1,13
4	EET-96	EET-544	100	75	65	55	11	9	0,2	2,9	1,16
5	EET-96	EET-558	100	70	55	45	9	11	0,2	2,82	1,14
6	EET-96	EET-559	100	85	70	65	13	7	1,8	2,75	1,17
7	EET-96	EET-575	100	75	65	60	12	8	0,8	2,78	1,16
8	EET-96	EET-576	100	70	50	50	10	10	0	2,64	1,14
9	EET-96	EET-577	100	65	50	45	9	11	0,2	2,58	1,13

Anexo 5 continuación

CUADRO DE RESULTADO DE POLINIZACIÓN CRUZADA EN 20 FLORES											
CRUZAMIENTOS CLONES			FECUNDACIÓN (%) DÍAS				NÚMERO DE FLORES		FECHA DE X² (A LOS 30 DÍAS)	TAMAÑO DE FRUTOS (CM) (A LOS 30 DÍAS)	
	PADRE	MADRE	3	7	15	30	Fecundadas	No fecundadas		LARGO	DÍAMETRO
1	EET-103	EET-450	100	70	50	50	10	10	0	2,65	1,15
2	EET-103	EET-454	100	50	40	35	7	13	1,8	2,74	1,14
3	EET-103	EET-544	100	75	45	40	8	12	0,8	2,78	1,14
4	EET-103	EET-558	100	75	55	50	10	10	0	2,86	1,15
5	EET-103	EET-559	100	65	40	35	7	13	1,8	2,71	1,11
6	EET-103	EET-575	100	75	65	55	11	9	0,2	2,77	1,15
7	EET-103	EET-576	100	80	65	60	12	8	0,8	2,77	1,2
8	EET-103	EET-577	100	70	55	45	9	11	0,2	2,8	1,13

Anexo 5 continuación

CUADRO DE RESULTADO DE POLINIZACIÓN CRUZADA EN 20 FLORES											
CRUZAMIENTOS CLONES			FECUNDACIÓN (%) DÍAS				NÚMERO DE FLORES		FECHA DE X ² (A LOS 30 DÍAS)	TAMAÑO DE FRUTOS (CM) (A LOS 30 DÍAS)	
	PADRE	MADRE	3	7	15	30	Fecundadas	No fecundadas		LARGO	DÍAMETRO
1	EET-450	EET-454	100	70	65	65	13	7	1,8	2,65	1,14
2	EET-450	EET-544	100	60	55	45	9	11	0,2	2,65	1,14
3	EET-450	EET-558	100	65	50	40	8	12	0,8	2,75	1,12
4	EET-450	EET-559	100	70	60	40	8	12	0,8	2,76	1,12
5	EET-450	EET-575	100	60	50	45	9	11	0,2	2,64	1,18
6	EET-450	EET-576	100	60	55	30	6	14	3,2	2,68	1,15
7	EET-450	EET-577	100	50	50	30	6	14	3,2	2,56	1,15

CUADRO DE RESULTADO DE POLINIZACIÓN CRUZADA EN 20 FLORES											
CRUZAMIENTOS CLONES			FECUNDACIÓN (%) DÍAS				NÚMERO DE FLORES		FECHA DE X ² (A LOS 30 DÍAS)	TAMAÑO DE FRUTOS (CM) (A LOS 30 DÍAS)	
	PADRE	MADRE	3	7	15	30	Fecundadas	No fecundadas		LARGO	DÍAMETRO
1	EET-454	EET-544	100	65	50	50	10	10	0	2,83	1,11
2	EET-454	EET-558	100	70	55	45	9	11	0,2	2,77	1,14
3	EET-454	EET-559	100	75	65	55	11	9	0,2	2,65	1,17
4	EET-454	EET-575	100	45	35	30	6	14	3,2	2,85	1,13
5	EET-454	EET-576	100	50	40	40	8	12	0,8	2,51	1,18
6	EET-454	EET-577	100	45	30	30	7	13	1,8	2,72	1,15

Anexo 5 continuación

CUADRO DE RESULTADO DE POLINIZACIÓN CRUZADA EN 20 FLORES											
CRUZAMIENTOS CLONES			FECUNDACIÓN (%) DÍAS				NÚMERO DE FLORES		FECHA DE X ² (A LOS 30 DÍAS)	TAMAÑO DE FRUTOS (CM) (A LOS 30 DÍAS)	
	PADRE	MADRE	3	7	15	30	Fecundadas	No fecundadas		LARGO	DÍAMETRO
1	EET-544	EET-558	100	90	80	75	15	5	5	2,81	1,14
2	EET-544	EET-559	100	85	75	70	14	6	3,2	2,81	1,15
3	EET-544	EET-575	100	85	65	50	10	10	0	2,77	1,12
4	EET-544	EET-576	100	80	60	45	9	11	0,2	2,93	1,16
5	EET-544	EET-577	100	85	65	40	8	12	0,8	2,75	1,15

CUADRO DE RESULTADO DE POLINIZACIÓN CRUZADA EN 20 FLORES											
CRUZAMIENTOS CLONES			FECUNDACIÓN (%) DÍAS				NÚMERO DE FLORES		FECHA DE X ² (A LOS 30 DÍAS)	TAMAÑO DE FRUTOS (CM) (A LOS 30 DÍAS)	
	PADRE	MADRE	3	7	15	30	Fecundadas	No fecundadas		LARGO	DÍAMETRO
1	EET-558	EET-559	100	85	70	60	12	8	0,8	2,80	1,15
2	EET-558	EET-575	100	100	75	50	10	10	0	2,95	1,18
3	EET-558	EET-576	100	95	85	75	15	5	5	2,88	1,15
4	EET-558	EET-577	100	80	60	60	12	8	0,8	2,86	1,18

Anexo 5 continuación

CUADRO DE RESULTADO DE POLINIZACIÓN CRUZADA EN 20 FLORES											
CRUZAMIENTOS CLONES		FECUNDACIÓN (%) DÍAS				NÚMERO DE FLORES		FECHA DE X ² (A LOS 30 DÍAS)	TAMAÑO DE FRUTOS (CM) (A LOS 30 DÍAS)		
	PADRE	MADRE	3	7	15	30	Fecundadas		No fecundadas	LARGO	DÍAMETRO
1	EET-559	EET-575	100	70	60	55	11	9	0,2	2,85	1,13
2	EET-559	EET-576	100	65	50	50	10	10	0	2,81	1,13
3	EET-559	EET-577	100	70	60	55	11	9	0,2	2,69	1,34

CUADRO DE RESULTADO DE POLINIZACIÓN CRUZADA EN 20 FLORES											
CRUZAMIENTOS CLONES		FECUNDACIÓN (%) DÍAS				NÚMERO DE FLORES		FECHA DE X ² (A LOS 30 DÍAS)	TAMAÑO DE FRUTOS (CM) (A LOS 30 DÍAS)		
	PADRE	MADRE	3	7	15	30	Fecundadas		No fecundadas	LARGO	DÍAMETRO
1	EET-575	EET-576	100	80	70	70	14	6	3,2	2,84	1,15
2	EET-575	EET-577	100	85	80	75	15	5	5	2,88	1,09

Anexo 5 continuación

CUADRO DE RESULTADO DE POLINIZACIÓN CRUZADA EN 20 FLORES											
CRUZAMIENTOS CLONES			FECUNDACIÓN (%) DÍAS				NÚMERO DE FLORES		FECHA DE X² (A LOS 30 DÍAS)	TAMAÑO DE FRUTOS (CM) (A LOS 30 DÍAS)	
PADRE	MADRE	3	7	15	30	Fecundadas	No fecundadas	LARGO		DÍAMETRO	
1	EET-576	EET-577	100	85	70	65	13	7	1,8	2,9	1,14

Anexo 6. Registro fotográfico de las labores realizadas y de las variables que se midieron 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).



Selección del botón floral Estimulación del botón floral



Preparación del algodón



Colocación del algodón para asilamiento



Colocación del tubo eppendorf



Aislamiento del botón floral



Botón aislado previo a su antesis



Apertura del botón floral al día siguiente



Emasculación de la flor.Recolección de flores machos



PolinizaciónAislamiento de la flor polinizada



Hinchamiento del ovario al 5-6 día.Crecimiento de mazorca híbrida.



días.Longitud de fruto a los 30 días.

Diámetro de frutos a los 30

Anexo 7. Análisis de suelo de los lotes 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).

 INIAP INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS	ESTACION EXPERIMENTAL DEL LITORAL SUR LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS Km. 26 Vía Durán Tambo Yaguachi - Ecuador Teléfono: 2717119 Fax: 2717260
--	--

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO Nombre : PROGRAMA DE CACAO Dirección : KM. 26 VIA DURAN TAMBO Ciudad : VIRGEN DE FÁTIMA, YAGUACHI Teléfono : 042724260 Fax : 042724261	DATOS DE LA PROPIEDAD Nombre : JARDINES CLONALES Provincia : GUAYAS Cantón : YAGUACHI Parroquia : VIRGEN DE FÁTIMA Ubicación : KM. 26 VIA DURAN TAMBO	PARA USO DEL LABORATORIO Cultivo Actual : CACAO N° Reporte : INVESTIGACIÓN Fecha de Muestreo : 13/11/2012 Fecha de Ingreso : 13/11/2012 Fecha de Salida : 26/11/2012
---	--	---

N° Muest. Laborat.	Datos del Lote		pH	ppm			meq/100ml			ppm					
	Identificación	Area		N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B	
2328	LOTE 400	N/E	7,3	PN	13	20	0,52	19,7	6,9	47	0,7	6,9	78	3,4	0,20
2329	LOTE ISABELLA	N/E	7,1	PN	9	28	0,39	19,6	8,4	11	1,0	8,1	72	4,8	0,20
2330	LOTE 2B	N/E	6,5	LAc	7	3	0,18	19,2	6,7	6	0,9	4,6	58	15,8	0,00
2331	LOTE 3	N/E	7,1	PN	4	7	0,27	19,0	8,8	9	1,1	7,6	47	2,8	0,10
2332	LOTE 12	N/E	7,1	PN	6	38	0,40	22,1	7,0	16	0,9	6,3	25	3,9	0,30

INTERPRETACION					METODOLOGIA USADA		EXTRACTANTES
pH					Elementos: de N a B		
MAc = Muy Acido	LAc = Liger. Acido	LAI = Lige. Alcalino	RC = Requiere Cal	B = Bajo	pH = Suelo: agua (1:2,5)	Olsen Modificado	
Ac = Acido	PN = Prac. Neutro	MeAl = Media. Alcalino		M = Medio	N,P,B = Colorimetría	N,P,K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn	
MeAc = Media. Acido	N = Neutro	Al = Alcalino		A = Alto	S = Turbidimetría	Fosfato de Calcio Monobásico	
					K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn = Absorción atómica	B,S	

RESPONSABLE DPTO. SUELOS Y AGUAS

RESPONSABLE LABORATORIO



**ESTACION EXPERIMENTAL DEL LITORAL SUR
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS**

Km. 26 Vía Durán Tambo
Yaguachi - Ecuador Teléfono: 2717119 Fax: 2717260

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO				DATOS DE LA PROPIEDAD				PARA USO DEL LABORATORIO			
Nombre	:	PROGRAMA DE CACAO		Nombre	:	JARDINES CLONALES		Cultivo Actual	:	CACAO	
Dirección	:	KM. 26 VIA DURAN TAMBO		Provincia	:	GUAYAS		N° de Reporte	:	INVESTIGACIÓN	
Ciudad	:	VIRGEN DE FÁTIMA, YAGUACHI		Cantón	:	YAGUACHI		Fecha de Muestreo	:	13/11/2012	
Teléfono	:	042724260		Parroquia	:	VIRGEN DE FÁTIMA		Fecha de Ingreso	:	13/11/2012	
Fax	:	042724261		Ubicación	:	KM. 26 VIA DURAN TAMBO		Fecha de Salida	:	26/11/2012	

N° Muest. Laborat.	meq/100ml			dS/m	(%)	Ca	Mg	Ca+Mg	meq/100ml	(meq/l)½	ppm	Textura (%)			Clase Textural
	Al+H	Al	Na	C.E.	M.O.	Mg	K	K	Σ Bases	RAS	Cl	Arena	Limo	Arcilla	
2328					2,6 B	2,8	13,33	51,23	27,16						
2329					1,9 B	2,3	21,67	72,10	28,51						
2330					1,1 B	2,8	37,56	144,67	26,22						
2331					1,6 B	2,1	32,63	103,04	28,09						
2332					1,6 B	3,1	17,55	72,88	29,55						

INTERPRETACION			
Al+H, Al y Na	C.E.		M.O. y Cl
B = Bajo	NS = No Salino	S = Salino	B = Bajo
M = Medio	LS = Lig. Salino	MS = Muy Salino	M = Medio
T = Tóxico			A = Alto

ABREVIATURAS
C.E. = Conductividad Eléctrica
M.O. = Materia Orgánica
RAS = Relación de Adsorción de Sodio

METODOLOGIA USADA
C.E. = Conductímetro
M.O. = Titulación de Walkley Black
Al+H = Titulación con NaOH

RESPONSABLE DPTO. SUELOS Y AGUAS

RESPONSABLE LABORATORIO