



**UNIVERSIDAD ESTATAL
PENÍNSULA DE SANTA ELENA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA DE AGROPECUARIA**

**“COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO PRELIMINAR DE
SEIS CLONES DE CACAO TIPO NACIONAL (*Theobroma
cacao* L.) EN EL CANTÓN SANTA ELENA”**

TRABAJO DE TITULACIÓN

**Previo a la obtención del título de:
INGENIERO AGROPECUARIO**

**KARBIN ARTURO ANCHUNDIA FLORES
SHIRLEY MARIUXI MERA CEVALLOS**

LA LIBERTAD – ECUADOR

2015

**UNIVERSIDAD ESTATAL
PENÍNSULA DE SANTA ELENA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA DE AGROPECUARIA**

**COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO PRELIMINAR DE
SEIS CLONES DE CACAO TIPO NACIONAL (*Theobroma
cacao* L.) EN EL CANTÓN SANTA ELENA”**

TRABAJO DE TITULACIÓN

**Previo a la obtención del título de:
INGENIERO AGROPECUARIO**

**KARBIN ARTURO ANCHUNDIA FLORES
SHIRLEY MARIUXI MERA CEVALLOS**

LA LIBERTAD – ECUADOR

2015

TRIBUNAL DE GRADO

Ing. Antonio Mora Alcívar, M. Sc.
DECANO DE LA FACULTAD

Ing. Andrés Drouet Candell
DIRECTOR DE LA ESCUELA

Ing. Ángel León Mejía.
PROFESOR DEL ÁREA

Ing. Kléber Bajaña Alvarado, M. Sc
PROFESOR TUTOR

Abg. Joe Espinoza Ayala
SECRETARÍO GENERAL

DEDICATORIA

A Dios, por iluminarnos, por ser nuestro sustento y fortaleza en cada uno de nuestros días.

A nuestros padres, por los ejemplos de perseverancia y constancia que los caracterizan, valor y ganas de superación que nos han infundado siempre, por las garras de fortaleza transmitidas para salir adelante.

A nuestros hijos, quienes soportaron nuestra ausencia diaria, y supieron entender y apoyarnos para poder alcanzar ésta meta profesional.

Karbin Arturo Anchundia Flores

Shirley Mariuxi Mera Cevallos

AGRADECIMIENTO

A Dios, por estar junto a nosotros, por fortalecer nuestros corazones e iluminar nuestras mentes, por haber puesto en el camino a aquellas personas que han sido soporte y compañía durante los estudios que hoy culminan.

A nuestra familia, por su apoyo incondicional, nunca faltaron en aquellos momentos difíciles, por ser la inspiración y razón de vivir, quienes con su infinita paciencia nos apoyaron en la preparación académica profesional.

A la Universidad Estatal Península de Santa Elena, por su apoyo al prepararnos de la mejor manera y ser los futuros profesionales que de una u otra manera seremos parte del engrandecimiento de la sociedad.

A nuestro Decano Ing. Agr. ANTONIO MORA ALCÍVAR, M. Sc., por el tiempo que siempre estuvo presto para brindarnos su ayuda profesional.

A nuestro tutor Ing. Agr. KLÉBER BAJAÑA ALVARADO, M. Sc., por su sapiencia, experiencia, profesionalismo, al ser el Tutor en este trabajo investigativo, para lograr el éxito deseado en cada una de sus etapas.

A los docentes de la Facultad de Ciencias Agrarias por su valiosa contribución académica durante los años de estudios.

Karbin Arturo Anchundia Flores
Shirley Mariuxi Mera Cevallos

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN. -----	1
1.1.	Antecedentes.-----	1
1.2.	Justificación.-----	2
1.3.	Objetivos.-----	3
1.3.1.	Objetivo general.-----	3
1.3.2.	Objetivos específicos.-----	3
1.4.	Hipótesis.-----	3
2.	REVISIÓN DE LITERATURA. -----	4
2.1.	Agroecología.-----	4
2.1.1.	Condiciones edafoclimáticas.-----	4
2.1.1.1	Agua.-----	4
2.1.1.2.	Temperatura.-----	5
2.1.1.3.	Viento.-----	7
2.1.1.4.	Altitud.-----	7
2.1.1.5.	Luminosidad.-----	8
2.1.1.6.	Humedad relativa.-----	8
2.1.2.	Requerimiento de suelos.-----	9
2.1.2.1.	Drenaje.-----	10
2.1.2.2.	pH del suelo.-----	11
2.1.2.3.	Materia orgánica.-----	11
2.1.2.4.	Topografía.-----	12
2.2.	Agrotécnica.-----	12
2.2.1.	Sombreamiento.-----	12
2.2.1.1.	Sombra temporal o transitoria.-----	14
2.2.1.2.	Sombra permanente.-----	15
2.2.2.	Trasplante a sitio definitivo.-----	16
2.2.3.	Nutrición y fertilización.-----	18
2.2.5.	Control de malezas.-----	27
2.2.5.	Plagas y enfermedades.-----	29

2.2.6.	Poda.-----	33
2.2.7.	Riego y drenaje.-----	39
2.3.	Cosecha.-----	40
2.4.	Beneficio del cacao.-----	41
2.4.1.	Fermentación.-----	41
2.4.2.	Secado.-----	42
2.4.3.	Comercialización.-----	43
3.	MATERIALES Y MÉTODOS.-----	44
3.1.	Ubicación y descripción del experimento.-----	44
3.2.	Características del suelo, agua y clima.-----	44
3.2.1.	Características del suelo.-----	44
3.2.2.	Características del agua.-----	46
3.2.3.	Características climáticas.-----	46
3.3.	Materiales.-----	48
3.4.	Material biológico.-----	48
3.4.1.	Características agronómicas y productivas de los clones.-----	49
3.5.	Tratamientos y diseño experimental.-----	50
3.5.1.	Tratamientos.-----	50
3.5.2.	Análisis estadístico.-----	51
3.5.3.	Delineamiento experimental.-----	51
3.6.	Manejo del experimento.-----	54
3.6.1.	Manejo del cultivo.-----	54
3.6.1.1.	Manejo de sombra provisional y permanente.-----	54
3.6.1.2.	Resiembra de clones de cacao.-----	54
3.6.1.3.	Control de malezas.-----	54
3.6.1.4.	Evaluación y control de plagas y enfermedades.-----	54
3.6.1.5.	Fertilización.-----	54
3.6.1.6.	Riego.-----	55
3.6.1.7.	Podas.-----	56
3.6.2.	Variables experimentales.-----	56
3.6.2.1.	En el cultivo.-----	56

3.6.3.	Análisis económico.-----	60
4.	RESULTADOS Y DISCUSIONES.-----	61
4.1.	Resultados.-----	61
4.1.1.	Porcentaje de prendimiento.-----	61
4.1.2.	Altura de plantas.-----	61
4.1.3.	Número de ramas.-----	65
4.1.4.	Diámetro de tallo.-----	67
4.1.5.	Floración, fructificación y producción.-----	70
4.1.5.1.	Floración.-----	70
4.1.5.2.	Fructificación.-----	71
4.1.5.3.	Inicio de producción.-----	72
4.1.8.	Presencia de plagas y enfermedades.-----	74
4.1.8.1.	Plaga.-----	74
4.1.8.2.	Enfermedades.-----	74
4.1.9.	Análisis económico.-----	76
4.1.9.1.	Ingresos por venta de plátano.-----	76
4.1.9.2.	Costo de inversión para una hectárea de caco.-----	77
4.2.	Discusión-----	79
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.-----	80
	CONCLUSIONES.-----	80
	RECOMENDACIONES.-----	80
	BIBLIOGRAFÍA.-----	82
	ANEXOS.-----	86

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Influencia de la humedad relativa en el porcentaje de mazorcas enfermas y rendimiento del cacao.-----	9
Cuadro 2.	Cantidad estimada de nutrientes absorbidos por la planta de cacao en diferentes estados de desarrollo.-----	20
Cuadro 3.	Contenido de N, P ₂ O ₅ , K ₂ O, CaO, MgO en almendras secas, cáscaras y mazorcas de cacao.-----	20
Cuadro 4.	Interpretación de los análisis de suelos para el cultivo del cacao.-----	22
Cuadro 5.	Guía para la interpretación de los niveles de elementos en la clasificación nutricional del suelo.-----	22
Cuadro 6.	Estimado de fertilizantes para aplicación en el suelo, expresado en kg/ha.-----	23
Cuadro 7.	Interpretación de los análisis de suelos para el cultivo de cacao.-----	23
Cuadro 8.	Guía de recomendaciones de fertilización para una huerta tradicional de cacao con 800 plantas/ha.-----	24
Cuadro 9.	Efecto de la fertilización sobre el rendimiento de cacao seco (kg/ha).-----	24
Cuadro 10.	Efecto de aspersiones de boro y manganeso en el rendimiento de cacao polinizado artificialmente, kg/ha de cacao seco.-----	25
Cuadro 11.	Niveles de elementos para la interpretación de los análisis del suelo, usados en el laboratorio del INIAP.-----	25
Cuadro 12.	Malezas, problemas comunes en cacaotales del Ecuador.-----	28
Cuadro 13.	Rendimiento en kg/ha de cacao seco en tres clones de cacao sometidos a diferentes tipos de podas (resumen de 10 años de estudio).-----	33
Cuadro 14.	Informe del análisis de suelo de macro y micro nutrientes lotes 1 y 2, Centro de Producción y Prácticas Río Verde de la	

	UPSE, Santa Elena. 2013 a 2014.-----	45
Cuadro 15.	Informe del análisis de suelo de textura y materia orgánica lotes 1 y 2, Centro de Producción y Prácticas Río Verde de la UPSE, Santa Elena. 2013 a 2014.-----	45
Cuadro 16.	Informe del análisis del agua, Centro de Producción y Prácticas Río Verde de la UPSE, Santa Elena. 2013 a 2014.--	46
Cuadro 17.	Informe de las características climatológicas del Centro de Producción y Prácticas Río Verde de la UPSE, Santa Elena. 2013 a 2014.-----	47
Cuadro 18.	Análisis de la varianza para cada localidad.-----	51
Cuadro 19.	Dosis de fertilizantes requerido por el cultivo de cacao por planta.-----	55
Cuadro 20.	Dosis de fertilizantes aplicados por planta y por hectárea.-----	55
Cuadro 21.	Nivel de infestación de los pulgones <i>Aphis gossypii</i> , en base al número de brotes afectados por planta. Centro de Producción y Prácticas Río Verde de la UPSE. Santa Elena agosto 2013 a 2014.-----	59
Cuadro 22.	Porcentaje de fallas encontradas a los 15 meses de establecido el cultivo de cacao. Centro de Producción y Prácticas Río Verde de la UPSE. Santa Elena enero 2013.----	61
Cuadro 23.	Comparación de medias de altura de planta a los 15, 19, 23, 27 y 31 meses de edad del cultivo (cm). Centro de Producción y Prácticas Río Verde de la UPSE. Santa Elena. Enero 2013 a junio 2014.-----	64
Cuadro 24.	Comparación de medias de número de rama a los 15, 19, 23, 27 y 31 meses de edad del cultivo. Centro de Producción y Prácticas Río Verde de la UPSE. Santa Elena. Enero 2013 a Junio 2014.-----	66
Cuadro 25.	Comparación de medias de diámetro de tallo a los 15, 19, 23, 27 y 31 meses de edad del cultivo (mm). Centro de Producción y Prácticas Río Verde de la UPSE. Santa Elena.	

	Enero 2013 a Junio 2014. -----	69
Cuadro 26.	Comparación de medias de floración a los 27 y 31 meses de edad del cultivo (%). Centro de Producción y Prácticas Río Verde de la UPSE. Santa Elena. Enero 2013 a Junio 2014.---	71
Cuadro 27.	Características físicas del fruto y semilla de los clones de cacao nacional. Centro de Producción y Prácticas, UPSE. Río Verde, Santa Elena. Enero 2013 a Junio 2014.-----	73
Cuadro 28.	Ingresos económicos por venta de plátano durante el primer año de producción. Centro de Producción y Prácticas Río Verde de la UPSE.-----	76
Cuadro 29.	Proyección de inversiones, costo estimado para 1 ha de cacao. Centro de Producción y Prácticas Río Verde de la UPSE. Santa Elena. Enero 2013 a Junio 2014.-----	77

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Distribución de los tratamientos y parcelas experimentales en el Centro de Producción y Prácticas Río Verde de la UPSE. Santa Elena 2015.-----	52
Figura 2.	Diseño de parcela experimental de cacao, Centro de Producción y Prácticas Río Verde de la UPSE. Santa Elena 2015.-----	53
Figura 3.	Fructificación de los clones de cacao a los 31 meses de edad del cultivo.-----	72
Figura 4.	Clones afectados por Cherelle Wilt durante el año.-----	76

1. INTRODUCCIÓN

1.1. ANTECEDENTES

Revista América Economía (2014) informó que Ecuador pasó a formar parte del “club” de los cinco principales países productores de cacao a nivel mundial, desplazando a Camerún, quedando la lista conformada de la siguiente manera: Costa de Marfil, Indonesia, Nigeria, Brasil, Ecuador, Camerún.

En Ecuador, según MAGAP. *et al* (2012) citado por SIGAGRO y ANÁLISIS SECTORIAL (2012), hasta el 2011 el cacao ecuatoriano es altamente apreciado en el mercado internacional por su calidad y aroma. Las provincias más destacadas en producción por hectáreas cosechadas son: Manabí 96 923, Guayas 83 277, Los Ríos 87 927, Esmeraldas 50 152, El Oro 16 325, Sto. Domingo 13 603 y Cotopaxi con 13 310; con menores cantidades se cultiva en las provincias del callejón interandino y la Amazonia. Alcanzando la producción nacional 212 249 t anuales en 491 221 hectáreas; cuyo volumen varía específicamente en función de los factores de orden climático.

Según ANECACAO. (2014), en el año 2013 la exportación de cacao generó para el Ecuador \$ 500 millones con 205 mil toneladas exportadas.

COMPLEJO CULTURAL REAL ALTO (s.f.) indica que la península de Santa Elena es catalogada como una de las zonas más seca del Ecuador, debido a la presencia de la corriente fría de Humboldt y a las precipitaciones anuales menores a los 200 mm; éstas condiciones no son propicias para el desarrollo de patógenos endémicos de zonas húmedas, considerándola apta para el cultivo de cacao, teniendo como referencia en la actualidad la comuna El Azúcar donde se cultiva cacao.

1.2. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad, en la península de Santa Elena la producción agrícola se centra preponderantemente al cultivo de hortalizas y otros cultivos de ciclo corto; en las últimas décadas se ha venido introduciendo cultivos de ciclo perenne como banano, mango y otros, que demandan de mayor inversión y tiempo.

El cacao es uno de los cultivos que no deteriora de manera agresiva los suelos, siendo más bien reforestador, ya que su hojarasca mejora considerablemente la capa arable; además, en los últimos años el mercado internacional ha presentado precios estables, convirtiéndolo en un cultivo tentativo para los agricultores de la zona, convirtiéndose en una oportunidad de diversificación de la producción agrícola de la península de Santa Elena.

Ecuador ha logrado posicionarse como uno de los primeros en el mundo en la producción de cacao de alta calidad, por lo que actualmente ocupa el quinto lugar gracias a las bondades del cacao fino de aroma denominado CACAO NACIONAL. Una importante tarea para el sector agropecuario peninsular es lograr competitividad en el mercado mediante el aprovechamiento de las bondades agroecológicas de la zona, que podrían favorecer a la producción de éste cultivo.

La Estación Experimental Tropical Pichilingue del INIAP dispone de clones de cacao, cuyo comportamiento ha sido evaluado en algunas localidades de la costa ecuatoriana donde tradicionalmente se encuentran las principales zonas cacaoteras del país. Sin embargo, el interés creciente por la explotación del cacao plantea inquietudes entre los productores acerca del comportamiento de dichos clones, especialmente en sectores con escasa tradición, como es el caso de la parroquia Chanduy del cantón Santa Elena.

El presente trabajo pretende investigar la adaptación de seis clones de cacao tipo Nacional generados en la Estación Experimental Tropical Pichilingue del INIAP, recomendados por esta institución de investigación y otros utilizados en las parcelas productivas de KAOKA – UNOCACE, a las condiciones climáticas de la zona de Río Verde del cantón Santa Elena, mediante la evaluación de su comportamiento agronómico y principales características productivas. Los resultados, aunque son preliminares por tratarse de una investigación en cultivo de ciclo largo, podrían sentar las bases de una nueva alternativa para la diversificación de las actividades agrícolas de los productores locales, la estabilización y mejoramiento de sus ingresos económicos y, por ende, de su calidad de vida.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

- Evaluar el comportamiento agronómico de seis clones de cacao de tipo nacional (*Theobroma cacao* L.), en las condiciones climáticas tropical seco en el Centro de Producción y Prácticas de la UPSE, comuna Río Verde, parroquia Chanduy, cantón Santa Elena.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar los clones que presenten mejores condiciones de adaptabilidad y desarrollo preliminar.
- Determinar el costo de manejo, de los 15 a 31 meses de edad del cultivo.

1.4. HIPÓTESIS

Algunos clones de cacao presentan características agronómicas deseables en la zona de Río Verde.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. AGROECOLOGÍA

2.1.1 CONDICIONES EDAFOCLIMÁTICAS

Según PAREDES A., M. (2003, en línea), el comportamiento agronómico del cacao depende directamente de las condiciones medioambientales del lugar, tanto la temperatura y la humedad son influyentes principales para la floración, brotamiento y cosecha, permitiendo establecer los calendarios agroclimáticos partiendo del vínculo existente entre el período vegetativo y el transcurso climático.

EL INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIAS - INIAP EC (1993) señala que el comportamiento del cultivo de cacao varía según las condiciones climáticas que se presenten en la zona donde se cultiva y está directamente influenciado por los factores ambientales y las interacciones que se dan entre fertilización, capacidad y retención de agua en el suelo.

La fuente aclara que en Ecuador se presentan dos períodos climáticos bien diferenciados: El lluvioso (invierno) de Diciembre a Abril- Junio, y por el período seco (verano) de cinco a siete meses, el cacao puede soportar condiciones climáticas extremas por períodos cortos.

2.1.1.1. Agua

INIAP EC (1993) y PAREDES A., M. (2003, en línea) manifiestan que el cacao es una planta que necesita un adecuado suministro de agua para efectuar sus procesos metabólicos. La precipitación óptima para el cacao es de 1 600 a 2 500

mm distribuidos durante todo el año. Precipitación superior a 2 600 mm pueden afectar la producción del cultivo de cacao.

ENRÍQUEZ G A. (2004), JOHNSON J. *et al* (2008), PASTORELLY. *et al* (s.f.) argumentan que los requerimientos de agua para el cacao está estimado de 1 500 a 2 500 mm en las zonas bajas y cálidas, y de 1 000 a 1 500 mm en las zonas más altas o frescas. En zonas secas la producción se presenta en períodos cortos, mientras que en zonas húmedas se mantiene durante todo el año.

ENRÍQUEZ G A (2004) declara que en zonas donde predomina el período seco es necesario regar continuamente con menor cantidad de agua. Cada localidad tiene un manejo diferente basado en las diferentes características edáficas, geográficas, según la técnica de aplicación que se emplee, etc.

BENITO S., J (1992, en línea) asegura que el cacao demuestra buen comportamiento en zonas donde la precipitación sobrepasa los 1 200 mm, alcanzando hasta los 4 000 mm; no es beneficioso cantidades de agua si no buena distribución, ya que el cacao es muy sensible a la falta de humedad y al exceso de agua en el suelo.

PASTORELLY. *et al* (s.f.) indican que en las zonas donde las precipitaciones son muy altas (superior a 4 000 mm) los cultivos de cacao deben manejarse con drenajes. En suelos que retienen con facilidad el agua y no emplean drenajes, las plantas presentan daños fisiológicos.

2.1.1.2. Temperatura

INIAP. (1993), PAREDES A., M. (2003, en línea), ENRÍQUEZ G., A. (2004); BENITO S (s.f.) (en línea); PASTORELLY D. *et al.* (s.f.) aseguran que la temperatura es un factor importante para el desarrollo, floración y fructificación

del cultivo de cacao. La temperatura media anual está en los 25 °C. Las temperaturas bajas afectan el desarrollo y producción del cultivo.

Temperaturas para el cultivo de cacao.

- Mínima de 23 °C.
- Máxima de 32 °C.
- Óptima de 25 °C.

Las mismas fuentes dicen que la temperatura regula el funcionamiento apropiado de las raíces tanto en la absorción del agua y de los nutrientes. Hay que considerar que a temperaturas menores de 15 °C la actividad de las raíces disminuye.

INIAP. (1993) indica que en las localidades de la zona central el período más frío va de Julio a Noviembre y en la zona sur de Julio a Octubre.

CHIRIBOGA, V. M. (2013) menciona que los principales factores para el cultivo de cacao son: agua, suelo y clima; en Ecuador existen diferentes zonas que cumplen con los parámetros apropiados. Sin embargo las áreas de producción próximas a las estribaciones de la cordillera andina tales como: La Maná, Echeandía, Caluma, Bucay y Ponce Enríquez son las más afectadas por las bajas temperaturas.

PASTORELLY D. *et al* (s.f.) indica que la fluctuación de temperaturas produce stress en la planta provocando caída de flores y pasmazón de los frutos, siendo el motivo principal para que en algunas zonas la cosecha sea estacional y en otras durante todo el año; cuando la temperatura es menor a 21°C la floración se ve directamente afectada, en tanto que a 25 °C hay una floración normal y abundante como es el caso de la provincia de Los Ríos.

De acuerdo a JOHNSON J., M. BONILLA J., C. y AGÜERO C, L. (2008), la mayoría de los sitios donde se produce cacao las temperaturas medias están entre 25 y 26 °C. Aunque se pueden encontrar plantaciones comerciales de buenos rendimientos en zonas donde la temperatura media es de 23 °C.

2.1.1.3. Viento

PAREDES A., M. (2003, en línea) menciona que el viento determina la velocidad de evapotranspiración del agua en la superficie del suelo y en la planta. En lugares con 4 m/s, y con poca sombra, es seguro encontrar defoliaciones fuertes, mientras que donde la velocidad de viento es de 1 a 2 m/s no se observa éste problema.

JOHNSON J., M. BONILLA J., C. y AGÜERO C., L. (2008) argumentan que los vientos son enemigos del cacaotero, los cacaotales pierden agua , los estomas se cierran y dejan de trabajar, las plantas se secan y mueren, con vientos intensos ocasionan que las hojas caigan prematuramente, especialmente a una velocidad a más de 4 m/s.

ENRÍQUEZ G A. (2004) manifiesta que donde se presentan velocidades de viento mayor a los 4 m/s (14,4 km/h) son perjudicial para el cultivo, provocando que la evaporación del agua sea rápida. Comúnmente las hojas se secan, mueren y caen en forma prematura.

2.1.1.4. Altitud

PAREDES A., M. (2003, en línea) sostiene que el cacao crece mejor aproximadamente a los 800 metros sobre el nivel del mar, sin embargo, en extensiones cercanas al Ecuador las plantaciones se desarrollan normalmente en altitudes superiores que van desde los 1 000 a 1 400 msnm. La altitud no es tan influyente como son los factores climáticos y edafológicos en una plantación de cacao.

Según PASTORELLY. *et al* (s.f.) las plantaciones de cacao pueden ir desde el nivel del mar hasta límites fríos (1 300 msnm) aunque el desarrollo es muy limitado. Generalmente se observa buena adaptación hasta unos 500 msnm.

BENITO S., J. (1992, en línea) asegura que el cacao es una planta que se siembra desde el nivel del mar hasta los 1 000 msnm.

2.1.1.5. Luminosidad

PAREDES A., M. (2003, en línea) afirma que la luz es uno de los factores ambientales importantes para el desarrollo del cacao especialmente para el proceso de la fotosíntesis.

INIAP. (1993) informa que en la mayoría de las localidades productoras del Ecuador las horas de brillo solar oscilan entre 800 a 1 000 h/año, es decir casi la mitad del valor registrado en otros países.

2.1.1.6. Humedad relativa

PASTORELLY. *et al* (s.f.) aseguran que la humedad relativa es de vital importancia, zonas muy húmedas (más del 80 % de humedad relativa) contribuye a la propagación de enfermedades como monilia y escoba de bruja. En cambio, en regiones secas, como las cercanas a la costa del pacífico, la incidencia de enfermedad de la planta es casi nula. El promedio porcentual óptimo de humedad es de 75 %.

Según INIAP. (1993), el ambiente debe ser húmedo, el cacao no se comporta bien si el ambiente que rodea la planta es extremadamente seco. El valor promedio mensual de la humedad relativa varía de un modo irregular, una media de 75 - 80 % es la más conveniente para el cacao. En la zona central, con alta nubosidad, la humedad relativa se mantiene por encima del 80 % durante los meses secos.

Una desigual distribución de las lluvias, alta humedad relativa (85 - 90 %) y alta temperaturas favorecen la proliferación de enfermedades fungosas como monilia y escoba de bruja, que en ciertas zonas pueden ocasionar pérdidas del 60 %.

Cuadro 1. Influencia de la humedad relativa en el porcentaje de mazorcas enfermas y rendimiento del cacao.

Zona (Provincia)	Humedad relativa	Mazorcas enfermas %	Rendimiento kg/ha
Viche (Esmeraldas)	85	51	467
Chone (Manabí)	86	37	381
Quevedo (Los Ríos)	85	41	335
Montalvo (Los Ríos)	-	56	222
Naranjito (Guayas)	82	33	356
Naranjal (Guayas)	82	53	843
Máchala (El Oro)	80	31	1 078

Fuente: INIAP. (1993)

2.1.2. REQUERIMIENTO DE SUELOS

SUÁREZ, G. M., VANTOUR, A., y GAREA, E. (2009) manifiestan que los suelos óptimos para el cultivo de cacao deben ser según la textura: areno-arcillosa o arcillo-arenosa, según algunos criterios encontrados en diferentes fuentes.

PAREDES A., M (2003, en línea) argumenta que el crecimiento y la buena producción del cultivo de cacao, depende también de las condiciones físicas y químicas de las capas inferiores del suelo, que deben permitir fijación y crecimiento a la raíz pivotante.

ENRÍQUEZ G A. (2004) asegura que un suelo es bueno cuando no tiene factores limitantes para el desarrollo de las plantas. Un suelo es regular, cuando tiene algún factor limitante, pero no muy serio, que puede modificarse a bajo costo. Un suelo es pobre cuando tiene más de dos factores limitantes para el crecimiento de cacao.

PASTORELLY D. *et al.* (s.f.) indican que el cacao exige los mejores suelos, los cuales deben ser sueltos y profundos (los de banco de río son los mejores); ricos en materia orgánica en varios grados de descomposición; buen drenaje; topografía regular y con profundidad efectiva de enraizamiento superior a 1,2 m.

JOHNSON J., M, BONILLA J., C, y AGÜERO C., L. (2008) exponen que los mejores suelos para el cacao comprenden desde aquellos considerados suelos arcillosos agregados hasta suelos franco arenosos. El tamaño de la raíz de la planta está influenciado por el suelo, si el material es arcilloso, las raíces pueden ser más profundas pero delgadas, si el suelo es arenoso y seco las raíces son bastante más profundas y tienen una consistencia más gruesa con mayor número de ramificaciones.

INIAP. (1998) alega que para que un suelo ofrezca condiciones óptimas para establecer una plantación de cacao debe reunir las siguientes características: porosidad alta, infiltración y percolación rápida del agua, aireación adecuada y fácil penetración de las raíces. La textura puede variar de arcillosa-agregada hasta franco-arenosa; profundidad para la raíz no menor a 1,5 m; consistencia suave, suelta y grumosa; alta retención de agua, especialmente si las precipitaciones son escasas y la distribución es irregular durante el año.

2.1.2.1. Drenaje

PAREDES A., M. (2003, en línea), JEMZ. (2004, en línea), INFOAGRO. (s.f., en línea) mencionan que el suelo debe poseer buen drenaje; es decir, debe permitir la evacuación del agua sobrante con facilidad.

Según ENRÍQUEZ G A. (2004), si los suelos no tienen un drenaje adecuado, la planta de cacao sufrirá daños y por ende la producción bajará considerablemente.

2.1.2.2. pH del suelo

Según PAREDES A., M. (2003, en línea), el pH es una de las características más importantes de los suelos ya que contribuye en la descomposición de la materia orgánica, así como a establecer la disponibilidad de los elementos nutritivos. El cacao se desarrolla positivamente cuando el pH se encuentra en el rango de 6,0 a 6,5; también se adapta en suelos que van desde los muy ácidos hasta los muy alcalinos cuyos valores oscilan de pH 4,5 hasta el pH de 8,5; donde la producción es muy deficiente, en estos suelos se debe aplicar enmiendas para mejorar la calidad de los suelos.

INIAP. (1993) indica que se ha podido observar cultivos de cacao desarrollándose adecuadamente en suelos con pH que van de 5,5 a 7,5.

2.1.2.3 Materia orgánica

PAREDES A., M. (2003, en línea) manifiesta que la materia orgánica aporta a la nutrición del suelo y a través de ésta a la planta. Su contenido en el suelo influye en las condiciones físicas y biológicas de la plantación. La participación activa de la materia orgánica toma importancia al convertirse en el alimento de los microorganismos, constituyéndola en un factor importante para la estructuración del suelo.

QUIROZ J. y AGAMA J. (2007) comentan que todo suelo agrícola, para la producción, requiere conservación adicionando materia orgánica, lo que soluciona algunos problemas de fertilidad. Una planta robusta con una buena nutrición, es capaz de soportar problemas causados por factores bióticos y abióticos.

2.1.2.4 Topografía

PAREDES A., M. (2003, en línea) señala que una topografía irregular no permite la utilización de técnicas de mecanización modernas, además que estas zonas están sujetas a la erosión constituyéndose así en un problema muy serio que ocasiona la pérdida de la capa arable del suelo. Como medidas de conservación de suelos, se debe utilizar barreras vivas, barreras muertas, siembra a curvas, a nivel, coberturas vegetales, etc.

2.2. AGROTÉCNICA

2.2.1. SOMBREAMIENTO

PASTORELLY D. *et al* (s.f.), ODUM (1984), citado por ENRÍQUEZ G A. (2004), mencionan el cacao es considerado umbrófilo (amigo de la sombra) debido a que se desarrolla muy bien bajo la sombra de otros árboles. Sin embargo, algunos ensayos han demostrado que se puede cultivar cacao sin sombra, bajo condiciones especiales, mayores cuidados y altos riesgos.

ENRÍQUEZ G A (2004) manifiesta que en Pichilingue (Ecuador) en un experimento con parcelas pequeñas, se observó que la influencia de luminosidad acelera el ciclo reproductivo del cacao, a pesar de que en crecimiento hay retrasos. Sin embargo, en la mayoría de las cacaoteras es muy difícil establecer un cacaotal a plena exposición, debido a los graves problemas con las malezas, plagas y enfermedades. Por esta razón es conveniente tener sombra temporal por lo menos por dos años y medio a tres.

PAREDES A., M. (2003, en línea) y JOHNSON J. *et al* (2008) manifiestan que el efecto de la sombra al iniciar la plantación no sólo es reducir la luz; sino también proteger a las plantaciones de cacao de corrientes de aire que la perjudican. Una vez que el desarrollo de la planta permite el

"autosombreamiento", debe realizarse raleo en la sombra hasta el tercer año que debe realizar el corte total de la sombra temporal. Los árboles de sombra perenne se deben podar una o dos veces por año.

MANUAL TÉCNICO DE LOS PRINCIPALES CULTIVOS EXPERIMENTADOS EN LA PENÍNSULA DE SANTA ELENA (2001) reporta que para proporcionar sombra temporal en cacao se utiliza plátano con distancia de 1,5 x 1,5 m durante el primer y segundo año; eliminando parte de la sombra al inicio del tercer año, quedando a una distancia de 3 x 3 m. Al finalizar el tercer año se eliminan todas las plantas de plátano, se colocan árboles de mayor tamaño para sombra permanente, es recomendable el guabo, a una distancia de 27 x 27 m.

INIAP. (1993) asegura que la mayoría del cacao en el Ecuador se desarrolla bajo alguna forma de sombreado; el uso de sombra ayuda a contrarrestar algunos factores climáticos adversos que se presentan con mayor intensidad en la época seca.

El citado autor cita estudios sobre fotosíntesis en cacao que indican que sus hojas son más eficientes a niveles de luz aproximadamente entre 25 a 30 % de la cantidad recibida a medio día, bajo condiciones de pleno sol, es decir de 0,25 a 0,35 cal/cm²/min.

El mismo autor añade que en los países cacaoteros donde se recibe alta energía del sol (4,5 a 7,3 h/días de brillo solar) es necesario proporcionar sombra. Pero, la faja ribereña costera de Ecuador recibe menos energía del sol (2,0 a 2,9 h/día de brillo solar) que la mayoría de los países cacaoteros y, por lo tanto, el cacao no necesitaría de un sombreado denso como el existente en muchas de las plantaciones de la Zona Central. Aún más, en las zonas donde la cantidad de luz recibida es baja y la precipitación es alta, como Santo Domingo, La Maná y Puerto Inca, se podría prescindir totalmente de la sombra.

2.2.1.1 Sombra temporal o transitoria

Conforme a la ASOCIACIÓN NACIONAL DE EXPORTADORES DE CACAO ANECACAO EC y CORPORACIÓN DE PROMOCIÓN DE EXPORTACIONES E INVERSIONES CORPEI EC. (2009), la sombra temporal o transitoria es aquella que proporciona sombra al establecer un cacaotal por tres años y sirve para proteger las plantas jóvenes de exceso de luz solar, también sirve como fuente de ingresos para mantenimiento del cultivo y del productor. Las especies más recomendadas son: plátano, banano, papaya e higuera.

Según PAREDES A., M. (2003, en línea), la sombra temporal es proporcionada por plantas de crecimiento rápido; con el fin de proteger las plantas de la radiación solar. Se siembran con seis meses de anticipación al sembrado del cacao. El plátano es considerado como el más importante porque crece con facilidad y provee cierto rendimiento económico y alimento. Pueden sembrarse desde 400 hasta 600 hijuelos por hectárea.

Es oportuno precisar que las plantas empleadas para este tipo de sombra deben contar con las siguientes características:

- Ser precoz, rústica y de rápido crecimiento.
- Tener porte erecto y presentar resistencia al viento.
- Poseer buena copa para disminuir la acción de los rayos solares.
- Tener buena aptitud como mejorador de suelo.
- No ser huésped de plagas del cacao.
- El sistema radicular debe ser poco desarrollado, para evitar competencia.
- En lo posible debe tener valor comercial.

2.2.1.2 Sombra permanente

ANECACAO y CORPEI. (2009) manifiestan que la sombra permanente es la que brinda sombra definitiva al cacao con la finalidad de regular factores climáticos como: temperatura, humedad y luminosidad. Las especies recomendadas son árboles de leguminosas, entre las que tenemos: guabo de bejuco, machete y mico, guachapelí, palo prieto que se recomienda para zonas inundables, e higuierilla para zonas más secas.

El distanciamiento de siembra puede ser:

> 20 x 20 m = 25 plantas/ha.

> 25 x 25 m = 16 plantas/ha.

> 30 x 30 m = 11 plantas/ha.

El número de árboles de sombra por hectárea dependerá de las condiciones geográficas y ecológicas de la zona. La distancia de los árboles de sombra dependerá de las condiciones climáticas del sitio a sembrarse, siendo más cortas en zonas secas y más espaciadas en zonas húmedas.

PAREDES A., M. (2003, en línea) asegura que el establecimiento de la sombra permanente es muy importante ya que mejoran las propiedades físicas, aportan con nutrientes y logran captación de agua. Deben de ser de preferencia familia de las leguminosas.

Las plantas empleadas como sombra permanente deben tener las siguientes características:

- Tener una copa que permita el ingreso de los rayos solares.
- Tener un sistema radicular profundo, no competitivo con el cacao por agua y nutrientes.

- Ser de rápido crecimiento, durable y de buena capacidad de regeneración.
- Tener tolerancia a la acción de los vientos.
- Preferentemente debe ser una leguminosa.
- No debe ser hospedero de plagas que causan daño al cacao.

Según INIAP. (1993), la sombra definitiva proporciona protección a las plantas de cacao, durante todo el tiempo de vida, contra la acción directa de los vientos y de la radiación solar intensa, proporcionando condiciones ambientales estables.

2.2.2. TRASPLANTE A SITIO DEFINITIVO

ANECACAO y CORPEI. (2009); PASTORELLY D. *et al* (s.f.) señalan que la siembra en el sitio definitivo debe realizarse con plántulas de cacao sanas y vigorosas de cuatro a seis meses de edad, y con una altura de 0,50 a 0,60 m.

2.2.2.1.Época de siembra

Los mismos autores antes mencionados indican que al no disponer de riego, la siembra debe efectuarse al inicio de la época de lluvia, para aprovechar la humedad presente en el suelo.

2.2.2.2. Distancia de siembra

JOHNSON J., M, BONILLA J., C. y AGÜERO C, L (2008) comentan que el óptimo espaciamiento entre los árboles de cacao depende del clima, tipo de suelo y tipo de material vegetativo.

PAREDES A., M (2003, en línea) cita tres densidades de siembra para el cultivo de cacao que son:

Densidad de 3 x 3 m. Con esta densidad se obtiene 1 111 plantas por hectárea, permitiendo el uso de clones robustos.

Densidad de 3 x 2 m. Con esta densidad se obtienen 1 666 plantas por hectárea, empleándose clones de porte medio.

Densidad de 3 m (1 x 1,5 m) - surcos mellizos. Con esta densidad se obtienen 3.333 plantas por hectárea, lo que permite emplear clones de porte medio y bajo. Con la diferencia que sólo se utiliza una rama por planta, guiado desde la plantación por medio de un tutor para que la rama del injerto crezca derecho. Se tienen que eliminar las ramas restantes hasta una altura de 1,5 a 1,8 m de alto para luego dejar crecer las ramas laterales y formar su copa hacia el lado más ancho (3 m).

ANECACAO y CORPEI. (2009) y PASTORELLY D. et al (s.f.) recomiendan una distancia de 3 x 3 m para una densidad de 1 111 plantas/h. Considerando el marco de plantación, que puede ser:

- En cuadro o cuatro vientos.
- Tres bolillos o triángulo equilátero.

2.2.2.3. Dimensiones de hoyo

ANECACAO y CORPEI. (2009); PAREDES A., M. (2003, en línea); PASTORELLY D. *et al* (s.f.) concuerdan en que realizada la alineación y marcado los puntos donde se sembrarán las plantas se procede a realizar los hoyos con dimensiones que deben ser de 0,3 x 0,3 x 0,4 m, de ancho, largo y profundidad.

JOHNSON J., M. BONILLA J., C. y AGÜERO C., L. (2008) argumentan que el hoyado como mínimo debe tener 40 x 40 x 25 cm de hondo, mezclando el suelo del hoyo con la materia orgánica superficial.

2.2.2.4. Cuidados en el trasplante

Conforme a ANECACAO y CORPEL. (2009), las plántulas deben ser trasplantadas con mucho cuidado con el fin de no dañar ninguna de sus partes. Al sembrar se debe eliminar la funda e invertir la colocación de las capas de tierra, es decir la capa superficial irá al fondo mezclada con materia orgánica y la que estuvo en el fondo irá arriba. Se debe apisonar bien por el contorno del hoyo para obtener fijación de la planta, evitar espacios de aire y favorecer al desarrollo de las raíces, evitando así que se produzca encharcamiento en el hoyo.

PAREDES A., M. (2003, en línea) recomienda que en la extracción de tierra de los hoyos se debe separar, los primeros 15 a 20 cm donde existe mayor cantidad de materia orgánica y el restante de la parte más profunda a otro lado del área donde se está sembrando para poder realizar la inversión de tierra en el momento de siembra.

2.2.3. NUTRICIÓN Y FERTILIZACIÓN.

PROGRAMA BIODIVERSIDAD ALTER VIDA (s.f., en línea) menciona que por utilización intensiva y abusos de técnicas no apropiadas ya sea exceso o falta de fertilizantes, la mayoría de los suelos están propensos a perder nutrientes lo que ocasiona a corto o largo plazo la disminución de productividad.

PASTORELLY D. *et al* (s.f.) señala que la absorción de nutrientes por el cultivo de cacao en los primeros cinco años aumenta rápidamente luego de la siembra, de ahí en adelante se estabiliza, manteniendo esa tasa de absorción por el resto de vida útil de la plantación.

Según JOHNSON J., M. BONILLA J., C. y AGÜERO C, L. (2008), el cacao aunque es una planta rústica requiere de por lo menos 12 nutrientes para ser altamente productiva, de los cuales los más importantes son nitrógeno, potasio y fósforo, es importante recordar que hay una relación entre los efectos de la luz y el grado de nutrición, es este complemento fertilización-sombra uno de los factores más decisivos para la producción.

INIAP. (1993) manifiesta que el cacao es muy exigente en cuanto a la fertilidad del suelo, por lo que es necesario cubrir oportunamente cualquier deficiencia nutricional. Los fertilizantes cumplen su efecto benéfico; si es que son aplicados correctamente, una mala aplicación podría causar efectos adversos sobre la plantación y el suelo. Para que la fertilización sea aprovechada, ésta debe realizarse acompañada de otras labores como: reducción de la sombra definitiva, control de malezas, riego, control de enfermedades y de plagas, entre otros factores.

2.2.3.1. Remoción de nutrientes por el cultivo.

ENRÍQUEZ G., A. (2004) y JOHNSON J., M. BONILLA J., C. y AGÜERO C., L. (2008) concuerdan en que una cosecha de cacao seco de 1 000 kg/ha/año, extrae aproximadamente del suelo 44 kg de nitrógeno, 10 kg de fósforo y 77 kg de potasio.

PASTORELLY D. *et al* (s.f.) argumentan que la cantidad de nutrientes absorbidos por un cultivo depende del estado nutricional de la plantación, en promedio, 1 000 kg de semilla de cacao extraen 30 kg de nitrógeno (N), 8 kg de fósforo (P₂O₅), 40 kg de potasio (K₂O), 13 kg de calcio (CaO) y 10 kg de magnesio (MgO), también absorben nutrientes en la cáscara de la mazorca (potasio en mayor cantidad) el cuerpo del árbol es otro captador de nutrientes. Todos estos factores deben ser considerados al calcular fertilización en cacao.

INIAP. (1998) señala resultados de estudio realizado en Malasia a través del análisis de toda la planta, en diferentes etapas de desarrollo del cacao para determinar cantidades de nutrientes absorbidos (Cuadro 2).

Cuadro 2. Cantidad estimada de nutrientes absorbidos por la planta de cacao en diferentes estados de desarrollo

Estado del cultivo	Edad de la planta/ meses	Requerimiento nutricional promedio en kg/ha						
		N ^{2/3}	P	K ^{1/3}	Ca ³	Mg	Mn	Zn
Vivero	5- 12	2,4	0,6	2,4	2,3	1,1	0,04	0,01
Establecimiento	28	136	14	156	113	47	3,9	0,5
Inicio de la producción	39	212	23	321	140	71	7,1	0,9
Plena producción	50- 87	438	48	633	373	129	6,1	1,5

FUENTE: Thong y NG citado por INIAP. (1993)

¹Tomando en cuenta la extracción total de nutrientes por las mazorcas, el potasio fue usado en mayor cantidad.

²Por el contrario, el elemento que más se acumuló en las almendras, fue el nitrógeno.

³En cambio, las cáscaras extraen más potasio, nitrógeno y calcio. Según se demostró en el siguiente cuadro

Cuadro 3. Contenido de N, P₂O₅, K₂O, CaO, MgO en almendras secas, cáscaras y mazorcas de cacao.

Parte de vegetal analizado	Kg					Fuente
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	
Mazorcas	31	11,2	64,6	6,9	8,6	Z Thong y NG
	20	9,6	12,6	3	5	Zeller
Almendras	20	15,8	21,3	2	11	Kanapathy
	20	8,3	12,6	1,5	4,5	Thong y NG
Cascaras	11	3	52	5,3	4,2	Thong y NG

FUENTE: Moráis, F: I., Santana, M.B. y Santana, CM., citado por INIAP. (1993)

2.2.3.2 Fertilización

CÓRDOVA ÁVALOS, V., SÁNCHEZ HERNÁNDEZ, M., y ESTRELLA CHULÍM, N. G. (2009) mencionan que la fertilización edáfica no es tan usada por los cacaoteros, mientras que la fertilización foliar es más utilizada en especial en los meses de sequía, con la finalidad de refrescar las plantas, la dosis y el fertilizante varía de acuerdo al análisis del suelo y la necesidad del cultivo

ANECACAO y CORPEI. (2009) describen que es una labor que tiende a mejorar o corregir las deficiencias nutricionales del suelo, para lograr un normal crecimiento y producción de las plantas de cacao. Antes de realizar un plan de fertilización debe considerarse la cobertura de sombra, la densidad de plantas y el estado nutricional del suelo, el cual se comprueba con un análisis completo de laboratorio. La aplicación de fertilizantes se debe realizar cuando exista humedad en los suelos, por ello, siempre es recomendable plantar en época de invierno cuando existe la humedad apropiada.

PASTORELLY D. *et al* (s.f.) aseguran que el nivel de luz que llega a las hojas del cultivo del cacao tiene un alto efecto en la producción y en la demanda de fertilizantes, pues estos ayudan al crecimiento y fortalecimiento de la planta. Con bajo nivel de luz y abundante sombra, el rendimiento del cultivo es bajo. Con alto nivel de luz, con poca o ninguna sombra, los rendimientos son mucho más altos. Considerando que la disponibilidad de N sea la apropiada ya que la escasez del mismo producen inmediatamente síntomas de deficiencia típicos.

La necesidad de mantener el balance entre nutrientes obliga a que se hagan aplicaciones de P y K (y otros nutrientes dependiendo del contenido en el suelo) a medida que se incrementa la aplicación de N.

Cuadro 4. Interpretación de los análisis de suelos para el cultivo del cacao.

Nutriente	Interpretación		
	Alto	Medio	Bajo
pH	7,5 – 6,5	6,4 – 5,1	<5,1
P (ppm)	>14	8 – 14	<8
S (ppm)	>12	6 – 12	<6
K (cmol+/kg)	>0,4	0,2 – 0,4	<0,2
Ca (cmol+/kg)	>9	5 – 9	<5
Mg (cmol+/kg)	>2,3	1,6 – 2,3	<1,6

FUENTE: PASTORELLY. *et al* (s.f.)

Cuadro 5. Guía para la interpretación de los niveles de elementos en la clasificación nutricional del suelo

Elementos	Rango de fertilidad relativa		
	Alto	Medio	Bajo
Nitrógeno total % (kjeldahl)	>0,41	0,40 - 0,21	<0,20
Fosforo P/ml (Olsen modificado)	>21	20 – 12	<12
Potasio extraíble meq/100ml (Olsen modificado)	>0,41	0,40 – 0,21	<0,20
Azufre S-SO ₄ /ml (fosforo monocalcio 500 ppm)	>21	20 – 12	<12
Calcio intercambiable meq/100g (acetato de amonio 1N pH7,0)	>18,1	18,2 – 1,1	<4
Magnesio extraíble meq/100ml (cloruro de potasio 1N)	>2,1	2,0 – 0,8	<0,7

FUENTE: ENRÍQUEZ G., A (1985) citado por ENRÍQUEZ G A. (2004)

Según el mismo autor la mayoría de los laboratorios tiene diferentes maneras de analizar los contenidos de nutrientes del suelo, por lo que se debe ser cuidadoso al interpretar los resultados, ya que los límites de las clasificaciones pueden ser diferentes.

Cuadro 6. Estimado de fertilizantes para aplicación en el suelo, expresado en kg/ha

Elementos	Interpretación de análisis		
	Alto	Medio	Bajo
N	40	80	120
P ₂ O ₅	20	40	60
K ₂ O	20	50	150
S ₁ (SO ₄)		50	150
Ca		150	340
Mg		10	15

FUENTE: ENRÍQUEZ. (1985) citado por ENRÍQUEZ G A. (2004)

El mismo autor añade que cuando se obtiene la respuesta del laboratorio, hay que considerar la clasificación: alto, medio o bajo en ese elemento; es importante tener presente que esa cifra puede acercarse a uno u otro lado de la interpretación, por lo tanto no puede ser tan exacto en la clasificación del valor, hay que tener en cuenta este hecho y calcular el valor correcto.

Cuadro 7. Interpretación de los análisis de suelos para el cultivo de cacao.

Nutriente	Interpretación		
	Alto	Medio	Bajo
pH	7,5 a 6,5	6,4 a 5,1	<5,1
P(ppm)	>14	ago-14	<8
S(ppm)	>12	06-dic	<6
K (cmol+/ha)	>0,4	0,2-0,4	<0,2
Ca (cmol+/ha)	>9	59	<5
Mg (mol+/ha)	>2,3	1,6-2,3	<1,6

FUENTE: PASTORELLY D. *et al* (s.f.)

Antes de realizar un programa de fertilización, se debe hacer un análisis de suelo y posteriormente interpretar dichos resultados, en este caso se puede tomar como ejemplo lo expuesto en este (Cuadro 8).

Cuadro 8. Guía de recomendaciones de fertilización para una huerta tradicional de cacao con 800 plantas/ha

Disponibilidad de nutrientes	Edad (año)	Gramos por plantas				
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	S
Baja	0-1	70	30	55	15	25
	01-feb	105	45	110	30	50
	02-mar	140	60	165	45	75
	03-abr	175	75	220	60	100
	>4	210	90	270	75	125
Media	0-1	40	15	25	8	12
	01-feb	70	20	50	16	24
	02-mar	100	30	75	24	36
	03-abr	125	40	100	32	48
	>4	150	50	125	40	60
Alta	0-1	20	12	25	11	12
	01-feb	40	12	40	11	12
	02-mar	60	18	55	15	15
	03-abr	80	24	70	18	30
	>4	100	30	85	20	40

FUENTE: PASTORELLY D. *et al* (s.f.)

INIAP. (1993) alega que en experimentos de fertilización realizados en la zona de Quevedo, Babahoyo, Vinces, Naranjito y Naranjal, ha aumentado el rendimiento de cacao debido a la aplicación de fertilizantes adecuados.

Cuadro 9. Efecto de la fertilización sobre el rendimiento de cacao seco (kg/ha)

Tratamiento	Quevedo	Babahoyo	Vinces	Naranjito	Naranjal
Sin fertilizantes	1273	136	1273	500	454
Con fertilizante	1727	636	1591	1091	818
Incremento	454	500	318	591	364

FUENTE: INIAP. 1993

La polinización artificial del cacao aumenta las exigencias nutritivas de las plantas. Los ensayos de fertilización combinados con esta práctica, evidencian baja disponibilidad de boro y manganeso, en el área central del litoral. Aspersiones foliares de boro (Solubor al 1 %) y manganeso (Sulfato de manganeso al 0,06 %) interactuando con la fertilización nitrogenada, han provocado respuestas positivas en los rendimientos.

Cuadro 10. Efecto de aspersiones de boro y manganeso en el rendimiento de cacao polinizado artificialmente, kg/ha de cacao seco.

Tratamiento	Valencia	Quevedo
Sin B y Mn	1182	1818
Con B y Mn	1682	2318
Incremento	500	500

FUENTE: INIAP. (1993)

Los niveles de nutrientes que sirvieron de guía para interpretar los análisis de suelo se detallan a continuación en el (Cuadro 11).

Cuadro 11. Niveles de elementos para la interpretación de los análisis del suelo, usados en el laboratorio del INIAP.

Elementos	Nivel		
	Bajo	Medio	Alto
		Meq/g	
N	130	31 60	61
P	17	8 14	15
Zn	3	3,17	7,1
Cu	1	1,14	4,1
Fe	20	21 40	41
Mn	5	5,1 15	15
		Meq/100g	
K	0,2	0,20-0,38	0,4
Ca	0,2	0,21-0,70	0,7
Mg	0,3	0,34-0,66	0,7

FUENTE: INIAP. (1993)

2.2.3.3. Época de aplicación

BENITO S., J. (1992, en línea) manifiesta que la primera aplicación de abono debe realizarse entre dos y cuatro meses después del trasplante. Se debe fraccionar la dosis determinada en dos aplicaciones al año en intervalos semestrales, evitando fertilizar en período seco, a partir del segundo año debe aplicarse al inicio del período lluvioso, época de mayor intensidad de floración de la planta, lo que permitirá una mayor producción.

Según PASTORELLY D. *et al* (s.f.), las fertilizaciones deben ser distribuidas en todo el año en suelo húmedo, o al inicio de la estación lluviosa; para aprovechar los nutrientes, se aconseja colocarlo guiándose de la cobertura de la copa del árbol.

EL MANUAL TÉCNICO DE LOS PRINCIPALES CULTIVOS EXPERIMENTADOS EN LA PENÍNSULA DE SANTA ELENA (2001) aconseja realizar las fertilizaciones de manera trimestral o cada tres meses, distribuyendo la dosis anual determinada de los nutrientes, tomando en cuenta las condiciones y factores recomendados para efectuarlas, evitando así pérdidas de elementos causadas por lixiviación o escorrentías.

JOHNSON J., M, BONILLA J., C. y AGÜERO C., L. (2008) argumentan que la fertilización a base de elementos completos deben aplicarse 6 meses antes de los picos de cosecha, la urea debe aplicarse cuatro meses antes del pico de cosecha.

2.2.3.4 Método de aplicación

BENITO S., J. (1992, en línea) y JOHNSON J., M, BONILLA J., C. y AGÜERO C., L. (2008) concuerdan en que la forma de aplicación debe de ser en corona o al voleo, en terrenos con pendiente el fertilizante debe de colocarse en semicírculo en la parte más alta y cubrirlo para que no sea arrastrado por las aguas.

PASTORELLY D. *et al* (s.f.) aseguran que el modo de aplicarse puede ser en media luna, circular o en hoyos, pero siempre incorporando el fertilizante al suelo, y no dejarlo expuesto. En la actualidad existe la técnica de fertirriego que consiste en incorporar el fertilizante en el agua y distribuirlo en el riego. Esta técnica tiene grandes ventajas.

EL MANUAL TÉCNICO DE LOS PRINCIPALES CULTIVOS EXPERIMENTADOS EN LA PENÍNSULA DE SANTA ELENA (2001) indica que de contar con un sistema de riego por goteo y/o micro-aspersión se puede utilizar la técnica de fertirriego.

2.2.4 CONTROL DE MALEZAS

BENITO S., J. (s.f., en línea) expone que como cualquier otro cultivo, el cacao es sensible a la presencia de hierbas no deseadas, especialmente en la fase de crecimiento. Las hojas del cacao que caen forman un colchón (mulch) y con el auto-sombreamiento impide la salida de las malezas, minimizando de esta forma el problema de malezas.

ANECACAO y CORPEL. (2009); PASTORELLY D. *et al*, manifiestan que a partir de la siembra de cacao la plantación debe mantenerse libre de malezas, sobre todo la corona que rodea la planta para evitar competencia por nutrientes.

PAREDES A., M. (2003, en línea) indica que el control de malezas se realiza con el fin de evitar la competencia por nutrientes, agua, espacio y luz. Se debe emplear el machete que permite cortar las malezas al ras del suelo sin dañar las raíces de los cacaotales. No se debe emplear azadones ya que estos perjudican las raíces del cacao.

Estudios realizados en la Estación Experimental Tropical Pichilingue determinan que el cacao para su correcto desarrollo en los tres primeros años de establecimiento necesita de 6 a 10 deshierbas por año, aunque en algunos casos no se pueden efectuar por lo costoso que resulta el gasto de mano de obra (INIAP 1993).

Cuadro 12. Malezas, problemas comunes en cacaotales del Ecuador.

Nombre científico	Nombre común	Ciclo de vida	Propagación
GRAMÍNEAS			
<i>Panicum máximum</i>	Saboya	Perenne	Sexual y asexual
<i>Panicum fasiculatum</i>	Paja colorada	Anual	Sexual
<i>Digitaria sanguinalis</i>	Guarda roció	Anual	Sexual y asexual
<i>Cynodon dactilon</i>	Bermuda	Perenne	Sexual y asexual
<i>Paspalum conjugatum</i>	Orqueta	Perenne	Sexual y asexual
HOJA ANCHA			
<i>Amaranthus spp</i>	Bledo	Anual	Sexual
<i>Jatropha urena</i>	Ortiga	Perenne	Sexual y asexual
<i>Momordica charantia</i>	Achocha	Anual	Sexual
<i>Ipomea spp.</i>	Betilla	Anual	Sexual y asexual
<i>Sida spp.</i>	escoba	Perenne	Sexual y asexual

FUENTE: INIAP. (1993)

2.2.4.1. Control mecánico

Según MANUAL TÉCNICO DE LOS PRINCIPALES CULTIVOS EXPERIMENTADOS EN LA PENÍNSULA DE SANTA ELENA (2001), tras el trasplante no es recomendable utilizar herbicidas ya que las plantas son muy sensibles, por lo que el deshierbe tiene que hacerse manualmente.

PASTORELLY D. *et al* (s.f.) indica que el deshierbe manual consiste en el uso de machetes o desbrozadoras para realizar una roza alta y dejar que la maleza se descomponga en el suelo para su descomposición e incorporación de abono orgánico.

ANECACAO y CORPEI (2009) afirman que el uso de machete para realizar una roza alta (chapia) ayuda a que los árboles tengan mayor porcentaje de raicillas vivas.

2.2.4.2. Control químico

ANECACAO y CORPEI (2009) y PASTORELLY D. *et al* (s.f.) alegan que sólo debe utilizarse control químico en casos extremos, cuando no hay disponibilidad

de mano de obra o en casos de presencia de especies incontrolables. Cabe indicar que los herbicidas matan los micro-organismos benéficos.

Según INIAP. (1993), el uso de herbicidas da ventajas ya que se logra mantener los huertos limpios por más tiempo. A la vez que se reduce costos al no tener que emplear mano de obra.

2.2.5. PLAGAS Y ENFERMEDADES

2.2.5.1. Insectos plaga

ANECACAO y CORPEI. (2009) argumentan que en el Ecuador las principales plagas que afectan al cultivo de cacao son:

Pulgones (*Aphis gossypii*). Succionan las savia de las hojas jóvenes, y se les encuentra por lo general en ramas, flores, fruto y chupones, son vectores de enfermedades virales.

Hormigas arrieras (*Atta cephalotes*). Cortan las hojas jóvenes del cacao, dejan sólo las nervaduras de las hojas y atacan los cojinetes florales.

Polilla de tronco (*Xyleborus spp*). Es un barrenador que penetra al interior del tronco de cacao, formando galería en su interior. Es vector del hongo de la enfermedad del mal de machete.

Chinches del cacao (*Monalonium spp*). Son insectos chupadores que afectan sólo la corteza externa de las mazorcas, especialmente las partes que no están expuestas al sol. Cuando atacan mazorcas jóvenes causan pérdidas por pasmazón.

Cochinillas (*Pseudococcus citri*, *Planococcus spp*). Afectan tallos, frutos, brotes y cojinetes florales. En algunos frutos ocasionan marchitamiento y maduración prematura. Por lo general presentan simbiosis con hormigas.

Mosquilla del cacao (*Monalonium dissimulaton*). Insectos chupadores que atacan a las mazorcas en cualquier edad y tamaño, produce manchas de color café oscuro en la parte superior. Cuando el ataque es severo en mazorcas pequeñas les provoca la muerte, causando pérdidas significativas para el agricultor.

2.2.5.2. Enfermedades

ANECACAO y CORPEI. (2009) indican que en el Ecuador el principal problema que enfrenta el productor cacaotero, son las enfermedades, llegando a ocasionar hasta un 80 % de pérdida en la producción. Las principales enfermedades que se presentan en el País son:

Escoba de Bruja (*Crinipellis perniciosa*). Causa atrofiamiento en los puntos de crecimiento de la planta: hojas, ramas, cojinetes florales y frutos. Es ocasionada por el hongo (*Crinipellis perniciosa*) la proliferación se da cuando hay exceso de material vegetativo, ocasiona el hinchamiento de los brotes y las mazorcas, éstas toman la forma de zanahoria o chirimoya.

Monilia (*Monilioptora roreri*). Es la enfermedad más grave en El Ecuador, teniendo como agente patógeno al hongo (*Monilioptora roreri*) afecta al fruto en estado de desarrollo, reflejándose en la producción y calidad del grano. Se presentan con una mancha color chocolate en la mazorca y sobre ésta crece una masa blanca.

Mal de machete (*Ceratocystis fimbriota*). Es causado por el hongo (*Ceratocystis fimbriota*), siendo vector el barrenador del tronco el mismo que provoca síntomas

internos de la planta causando la muerte, los síntomas externos se ven cuando las hojas se secan y quedan pegadas en el árbol.

Mazorca negra (*Phytophthora palmivora*). Afecta a todas las partes de la planta de cacao: fruto, raíces, tronco; el hongo (*Phytophthora palmivora*) vive en el suelo y es favorecido por la alta humedad, el daño grave se localiza en la mazorca que al abrirla desprende un olor a pescado de mar.

2.2.5.3 Control fitosanitario

MUZZIO P L y SALTOS C M. (2002) manifiestan que en Ecuador el manejo de enfermedades se realiza mediante podas de mantenimiento y fitosanitarias. Posterior a cada poda se aplica pasta bórdeles o alquitrán evitando así el ingreso de patógenos. El control de plagas se debe llevar de forma manual, no es recomendable realizar aplicaciones de insecticidas.

PAREDES A., M. (2003, en línea) mantiene que el control de plagas y enfermedades del cultivo se logra con labores culturales adecuadas, apropiadas y oportunas, que se deben realizar desde la instalación del cultivo. Estas labores culturales se refieren al oportuno control de malezas, abonamiento, regulación de sombra, drenajes de zonas con exceso de humedad, podas de formación y fitosanitarias.

- Eliminación de frutos enfermos (*moniliasis*, escoba de brujas y *Phytophthora*).
- Poda y quema de ramas infectadas con *Phytophthora*.
- Poda sanitaria, para mantener las plantaciones libre de enfermedades.
- En plantaciones rehabilitadas, se debe realizar cada 15 días controles para eliminar frutos con síntomas de enfermedades, en épocas de invierno la inspección debe ser semanal.

PASTORELLY D. *et al* (s.f.) argumentan que los controles fitosanitarios periódicos, sean estos culturales o químicos son esenciales para mantener o aumentar el nivel de producción de una huerta de cacao frente a insectos plaga y enfermedades, dando las siguientes recomendaciones:

- En el control químico de insectos plaga, se debe realizar fumigaciones dirigidas específicamente a los sitios donde se presentan los problemas. No se deben hacer fumigaciones generales ya que se puede acabar con la presencia de insectos benéficos ayudadores en la polinización del cultivo, ocasionando bajas de rendimientos productivos.
- En el caso de enfermedades, el método ideal es el empleo de podas, eliminando frutos y partes enfermas de la planta, con la finalidad de bloquear el ciclo biológico de la enfermedad.
- El control cultural de escoba de bruja consiste en eliminar, mediante podas todas las ramas y frutos afectados, dejarlos en el suelo ya que desde ahí las esporas no pueden infectar las partes sanas y fumigarlas con una solución de urea al 15 % para acelerar su descomposición.

El mismo autor afirma que en el país se ha probado el control químico con buenos resultados, la desventaja está en que los costos de producción se elevan. Mientras que el control biológico con microorganismos antagonistas, en especial con hongos del género *Trichoderma*, no está muy difundido en la actualidad, aun se sigue investigando, considerando tener un futuro halagador.

- Para árboles atacados con mal de machete, se recomienda su total eliminación desde la raíz, y de ser posible la quema de dichos árboles, con aplicación de insecticida al tronco que es el lugar donde se hospeda el vector.

- Para prevenir el mal de machete se recomienda el uso de soluciones de alcohol, cloro o formol. Otra opción es la aplicación en las heridas de la planta, con pasta cúprica, caldo bórdeles o alquitrán vegetal.

2.2.6. PODA

INIAP (1993) señala que estudios realizados en diversos Centros de Investigación de Cacao y particularmente los resultados obtenidos en la Estación experimental Tropical del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias del Ecuador (INIAP), han demostrado que el árbol de cacao necesita ser podado desde su primera fase de crecimiento, con la finalidad de darle buena formación.

Cuadro 13. Rendimiento en kg/ha de cacao seco en tres clones de cacao sometidos a diferentes tipos de podas (resumen de 10 años de estudio)

Clon	Tipos de podas			
	Ligera	Fuerte	Muy fuerte	Fitosanitaria
EET – 48	1 512	333	200	810
EET – 162	702	507	472	729
EET – 212	555	569	360	589
Promedio	923	478	343	707

FUENTE: H. Cabanilla L. (1968). Citado por INIAP. (1993)

Un estudio conducido durante 10 años en la Estación Experimental Pichilingue, empleando clones a los cuales se aplicó cuatro tipos de poda, demostró que las podas ligeras y fitosanitarias resultan las mejores por los mayores rendimientos logrados.

PAREDES A., M. (2003, en línea) alega que la poda se realiza tomando en consideración criterios fisiológicos, económicos y fitosanitarios con la finalidad de lograr altas producciones del cultivo. Una buena poda induce a altos rendimientos mientras que una mala poda influye sustancialmente en la disminución de la producción. Los factores por los cuales se debe podar una plantación son los siguientes:

- Para formar un tallo principal único y recto.
- Con la finalidad de estimular el desarrollo de las ramas principales.
- Para permitir que ingrese la radiación solar que necesita el árbol.
- Con la finalidad de facilitar la remoción de frutos y órganos atacados por enfermedades tales como monilia y escoba de bruja.

La productividad del cultivo depende del proceso de fotosíntesis y la distribución de los elementos hacia los frutos y otros órganos de la planta.

ANECACAO y CORPEI. (2009); PASTORELLY D. *et al* (s.f.) certifican que la poda es una práctica de cultivo que consiste en cortar las ramas innecesarias dando una estructura equilibrada, entrada de luz y circulación del aire dentro de la plantación.

FUNDACIÓN MAQUITA CUSHUNCHIC MCCH. (s.f., en línea) manifiesta que las principales ventajas de las podas en cacao son:

- Crecimiento y desarrollo uniforme de árboles.
- Grosor, altura y estructura adecuada.
- Incremento de producción.
- Reducción de los riesgos de plagas y enfermedades.
- Suficiente luminosidad y aireación.
- Renovación de áreas productivas.
- Reducción de costos de producción.
- Favorece la mejora de la calidad.
- Mayor longevidad de plantas.

JOHNSON J., *et al* (2008) y MANUAL TÉCNICO DE LOS PRINCIPALES CULTIVOS EXPERIMENTADOS EN LA PENÍNSULA DE SANTA ELENA (2001) concuerdan en que la poda ejerce un efecto directo sobre el crecimiento y

producción del cacao, con ella se controla la altura de los árboles y disminuye la incidencia de plagas y enfermedades.

2.2.6.1. Época de podar.

ANECACAO y CORPEI (2009) recomiendan realizar las podas en época seca y durante el período de transición (cuando no hay flores ni frutos). Teniendo la precaución de proteger todos los cortes realizados con algún elemento fungicida cúprico.

2.2.6.2. Poda de formación

PAREDES A., M. (2003, en línea) señala que se inicia al año de haber establecido la plantación y consiste en lograr un rápido desarrollo del área foliar del árbol, se cortan las puntas de las ramas que van hacia abajo, dando formación a plantas con ramas bien orientadas, con una altura conveniente; con ésta poda se puede obtener una rama principal con forma de un "árbol" o se pueden formar hasta cinco ramas primarias que serán las futuras productoras de mazorcas.

BENITO S. J. (1992, en línea) indica que la poda de formación se realiza a partir de los 16 meses de trasplantado el cacao y antes de que tenga más de 24 meses; con el objeto de estructurar el árbol con ramas ordenadas.

FUNDACIÓN MAQUITA CUSHUNCHIC MCCH. (s.f., en línea) asegura que la arquitectura de una planta proveniente de estacas enraizadas o injertos es diferente a la proveniente de la semilla.

ANECACAO y CORPEI (2009) indican que la poda de formación tiene como finalidad dar a la planta la forma definitiva que va a tener durante su ciclo de vida, cuando la planta de cacao proviene de semilla, se realiza cuando detienen su crecimiento (18 meses) y da paso a la formación del molinillo, es la etapa ideal

para efectuar ésta poda y consiste en dejar 4 ramas bien definidas. En el caso de las plantas clónales requieren podas constantes eliminándose las ramas que tienden a crecer en forma horizontal, dejando las más vigorosas que vienen desde el inicio del desarrollo.

Según QUIROZ J. y AGAMA J. (2007), en el caso de cacao por semilla la poda se realiza al primer año de crecimiento (12 meses), cuando la planta tiene de tres a seis ramas que dan la forma de un molinillo. Con esta poda se dejan de tres a cuatro ramas vigorosas y adecuadamente ubicadas, las que serán la estructura principal de la planta. En el caso del cacao clonal, es necesario podar al año y medio después de plantado.

JOHNSON J., M. BONILLA J., C. y AGÜERO C., L (2008) fundamentan que la poda de formación y en especial la deschuponada debe hacerse con bastante frecuencia. Si el deschuponado se hace cada 15 días o mes, este se puede efectuar sin causar mayores daños al árbol y no se requiere que sea con pasta cicatrizante.

2.2.6.3. Poda de mantenimiento

PAREDES A. M. (2003, en línea) indica que se realiza a partir de los dos años de edad, la misma que debe realizarse con frecuencia durante la vida útil de la planta, la técnica para realizar ésta poda es eliminar las ramas que se entrecruzan, ramas enfermas, chupones mal ubicado en el árbol, despuntar las ramas para realzar el árbol de manera que permita la aireación.

BENITO S., J. (1992, en línea) argumenta que la poda de mantenimiento es muy necesaria para el cuidado del cultivo y facilitar el manejo del mismo.

ANECACAO y CORPEI. (2009) señala que consiste en eliminar ramas secas, enfermas o desgarradas, plantas parásitas y trepadoras, y despuntar las ramas

laterales. Este tipo de poda debe realizarse cuando las plantas están sin floración y sin frutos.

FUNDACIÓN MCCH. (s.f., en línea) aclara que la poda de mantenimiento se realiza después del segundo año de vida de la planta con el objetivo de mantener la forma de árbol, obtener entrada de luz y aireación en todo el follaje. Con éste tipo de poda se elimina todo chupón mal situado, ramas muertas o mal formadas.

JOHNSON J. *et al* (2008) manifiestan que hay que considerar el cuidado con la cantidad de material vegetativo que se elimine, cuando el árbol está en fructificación ya que esto puede alterar la producción; por la deficiencia de follaje para realizar el proceso fotosintético.

2.2.6.4. Poda fitosanitaria

FUNDACIÓN MCCH (s.f., en línea) señala que este tipo de poda se realiza en plantaciones adultas, consiste en eliminar partes enfermas del follaje y frutos afectados por diferentes enfermedades o plagas. Además, deben eliminarse plantas parásitas que crecen en la copa del árbol, para que la poda fitosanitaria sea efectiva se deben eliminar las escobas cuando están verdes, y no cuando están secas; en el caso de monilia, se deben eliminar en sus primeros estadios antes que presente el micelio.

Según ENRÍQUEZ G A. (2004), este tipo de poda se debe iniciar desde el vivero con la finalidad de eliminar todas las ramas que presenten defectos, secas, enfermas, desgarradas, torcidas, cruzadas y débiles.

ANECACAO y CORPEI. (2009) aseguran que es el descarte oportuno de frutos enfermos, ramas secas, escobas y otras afecciones, acompañada de un ajuste de sombra. El corte de mazorcas enfermas se debe realizar cada 8 días, de éste modo se evita que las mazorcas enfermas esporulen. Se recomienda cubrir los frutos

enfermos, que sean cortados, con una capa de cal, u hojarasca, evitando amontonarlas, ésta poda se debe realizar junta con la cosecha para no aumentar costos.

QUIROZ J., AGAMA J. (2007) mantienen que el propósito de la poda fitosanitaria es mantener las plantas en buen estado de salud, reduciendo el ataque de enfermedades. Consiste en la eliminación de las partes del follaje y ramas que han sido afectadas por: escoba de bruja, insectos y otras causas; también se eliminan mazorcas infectadas con monilla, y las plantas parásitas que crecen sobre la copa del árbol.

2.2.6.5 Poda de rehabilitación

ANECACAO y CORPEI. (2009) aseveran que se debe realizar en árboles que han sido productivos y, que debido al mal manejo de la poda, edad avanzada, abandono de las plantaciones y a la presencia de enfermedades presentan un deterioro muy severo, con esto se logra reactivar la producción.

Durante la rehabilitación se remueve dos tercios de la rama del árbol, a lo que se denomina poda fuerte, eliminando la fuente de inóculo de los hongos, teniendo como ventaja que la renovación de material vegetativo es lenta, por lo que habría menor cantidad de ramas expuestas a la infección de enfermedades.

FUNDACIÓN MCCH. (s.f., en línea) comenta que es en las huertas cacaoteras que con el tiempo se vuelven improductivas por mal manejo o por abandono de la misma donde se debe realizar la poda de rehabilitación, llamada también poda fuerte. Consiste en la eliminación de más del 70 % del área foliar, para que la planta estimule el crecimiento de chupones basales y después proceder a la selección de los mejores chupones para reemplazar al árbol viejo. Se justifica esta clase de poda si los árboles son de buena producción, de no ser así es más recomendable renovar el huerto con material mejorado.

2.2.7. RIEGO Y DRENAJE

ANECACAO y CORPEI. (2009) expresan que el riego es una práctica fundamental en el manejo del cultivo, la aplicación depende de las condiciones climáticas, de las características del suelo y del requerimiento hídrico del cultivo. Se debe evitar el exceso de riego y humedad que puede incidir en el desarrollo de patógenos, enfermedades, falta de oxigenación en las raíces y una sobre descomposición orgánica, para lo que se recomienda el uso de drenajes.

PASTORELLY D. *et al* (s.f.) indican que el mejor momento para regar es en la mañana. Si se tiene plantas en ambientes secos, lo que hay que hacer es compensar la carencia de agua con cualquier método que sea conveniente para las plantas y en lo económico para el agricultor.

INIAP. (1993) argumenta que el cacao debe cultivarse idealmente donde la disponibilidad de humedad en el suelo no sea deficiente por más de dos o tres meses consecutivos. Sin embargo, algunos países cacaoteros como Trinidad y Ghana tienen época seca hasta cuatro meses; no obstante en el Ecuador el período crítico se mantiene de seis a siete meses, al contrario de otros países cacaoteros, a pesar de que se obtiene menos de 100 mm de lluvia en épocas secas no impide cultivar cacao, seguramente porque la radiación solar y evaporación atmosférica prevalece con bajo nivel, minimizando de ésta manera la evapotranspiración.

2.2.7.1 Frecuencia de riego

ANECACAO y CORPEI. (2009) señalan que la frecuencia del riego en las plantaciones de cacao está dada por las condiciones climáticas, suelo y estado de desarrollo de las plantas. En suelos arenosos la retención de agua es menor que el arcilloso; así mismo las plantas adultas requieren más agua a mayor frecuencia en época seca, las jóvenes requieren menos agua en menos tiempo.

Las necesidades de agua de la planta de cacao oscilan entre 1 500 a 2 500 mm anuales en zonas cálidas: y, de 1 200 a 1 500 mm en zonas más húmedas. La cantidad mensual de agua es de 100 a 120 mm en los meses más secos, factor a considerar en cultivos con riego controlado.

PASTORELLY D. *et al* (s.f.) argumentan que la única manera de acertar con el riego es la constancia, el agricultor observa e interpreta las señales que las plantas presentan, por lo general no sigue un horario basado en cálculos.

Y no olvide que:

- En viveros las semillas necesitan que la tierra se encuentre constantemente húmeda. Riéguelas con una lluvia suave cada uno o dos días.
- Las plantas adultas se deben regar con menos frecuencia a más tiempo, para que sus raíces crezcan bien.
- Las plantas que se riegan correctamente, tienen raíces profundas y por lo tanto necesitan agua cada cinco o siete días durante la época seca.

2.2.7.2. Drenajes

PASTORELLY D. *et al* (s.f.) mencionan que en condiciones de humedad extrema, sean estas ambientales o de ubicación, es necesario rápidamente sacar el exceso de agua de una huerta cacaotera, para lo que se sugiere construir una red de canales de drenaje, los cuales deben desembocar en una zona de descarga natural o artificial. El mantenimiento debe ser constante a los canales de drenaje para evitar problemas posteriores de encharcamiento o inundaciones.

2.3. COSECHA.

Según el PROGRAMA NACIONAL DEL CACAO. (s.f.), es importante en la cosecha identificar y recolectar sólo las mazorcas maduras, de lo contrario se

afecta la calidad del grano en el momento de comercializarlo, no debe destruirse el cojinete, pensando en que servirán para la próxima cosecha, las mazorcas sanas no deberán mezclarse con las que presenten deformaciones o enfermedades.

Debe tenerse cuidado en el corte de la mazorca, para no dañar las almendras y no desmejorar la calidad, las cáscaras de las mazorcas deben dejarse regadas en la plantación, son atrayentes de insectos polinizadores del cacao, además de ser aportadoras de nutrientes para el suelo al descomponerse; después de extraerse el mucílago, pasa al proceso de fermentación y finalmente al de secado.

2.4. BENEFICIO DEL CACAO.

2.4.1. FERMENTACIÓN.

PROGRAMA NACIONAL DEL CACAO (s.f.) señala que la fermentación es el proceso en que se forman los elementos que le da al cacao sabor y aroma a chocolate; se produce en dos etapas:

- Fermentación externa que ocurre al segundo día; muere el embrión, se da con temperaturas de 44 °C a 45 °C.
- Fermentación interna, ocurre al integrarse los precursores del sabor y termina al cuarto día de iniciada la fermentación, la temperatura desciende rápidamente.

El autor describe los factores y sistemas de fermentación:

- **Factores de la fermentación**
 - El tipo de cacao influye en el número de días que se necesitaran para la fermentación (Nacional: dos días; Venezolano o Trinitario por lo general 4 o 5 días).

- Aireación, es necesaria para que la fermentación sea uniforme, la masa hay que realizar el volteo cada 24 horas.
 - Cantidad de cacao a fermentar (60 - 200 libras es normal)
- **Sistemas de fermentación**
- **Sistema de montón.** Luego de sacar el maguey se hace el montón, tratando de apilar lo más alto posible, luego se lo cubre con hojas de bijao o de plátano, con el fin de evitar la fuga de calor, se lo destapa cada 24 horas para voltearlo y obtener un proceso homogéneo; inmediatamente se lo vuelve a tapar sucesivamente hasta cumplir los 4 días en que el cacao se encuentra completamente fermentado.
 - **Sistema de cajas.** Se puede utilizar madera tales como (laurel, pino, etc.) en el fondo deben quedar incisiones de 0,5 mm entre tablillas de 3 cm de ancho; con el fin de que la baba pueda escurrir, las cajas pueden ser de 1 m x 1 m de altura y de largo x ancho, según la cantidad de cacao a fermentar, el proceso a seguir es igual al anterior.
 - **Cestos.** Se utiliza cualquier tipo de bejuco siendo el sistema igual al anterior, debe cubrirse el interior del cesto con hojas de bijao o de plátano para evitar la fuga del calor.

2.4.2. SECADO.

Según el PROGRAMA NACIONAL DEL CACAO (s.f.), puede ser natural o artificial

Natural. Se lo hace mediante la exposición al sol, utilizando tendales que pueden ser de caña o cemento, esparciendo las almendras, volteando constantemente con un rastrillo de madera, hasta alcanzar el secado óptimo.

Artificial. Se lo realiza mediante el uso de secadoras y por lo general se lo emplea en zonas donde hay baja presencia de luz solar o exceso de precipitaciones; el resultado en cuanto a las características organolépticas del producto mediante el secado artificial, no es igual a las que proporciona el secado natural, garantiza un secado rápido del producto.

2.4.3. COMERCIALIZACIÓN.

PROGRAMA NACIONAL DEL CACAO (s.f.) indica que una vez que se ha obtenido el secado definitivo del cacao, el producto está apto para la comercialización. El cacao seco, para que pueda ser comercializado, debe presentar una humedad entre 18 % que se considera normal, esto con un rendimiento del 40 al 43 %, es decir, que de 100 libras de cacao húmedo se obtendrán 43 libras de cacao seco comercializable.

3. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1. UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL EXPERIMENTO.

La investigación se realizó en el Centro de Producción y Prácticas Río Verde de la (UPSE), en la Comunidad Río Verde, a 25 km del cantón Santa Elena, en una plantación de cacao clonal establecida de 15 meses de edad, se encuentra situada a 54 msnm, aproximadamente; sus coordenadas geográficas son: Lat -2.304865 Lon -80.698966; la climatología se presenta en dos estaciones marcando el invierno con meses lluviosos (diciembre – abril) con precipitaciones aproximadas de 7,97 mm/año y el verano (mayo – noviembre) meses secos que se presentan acompañados de la corriente fría de Humboldt, con una humedad relativa con promedio de 80 %¹.

3.2. CARACTERÍSTICAS DEL SUELO, AGUA Y CLIMA.

3.2.1. CARACTERÍSTICAS DEL SUELO.

El Cuadro 14 indica las características físicas y químicas del suelo del lugar de ensayo.

El análisis de textura determinó que el área tiene dos tipos de suelo, la muestra número uno que se encuentra en la parte alta del área se clasificó como suelo franco-arcillo-arenoso; la muestra número dos de la parte baja dio como resultado suelo franco-arenoso, con una composición de materia orgánica muy baja para las dos muestras (Cuadro 15).

¹Centro de Producción y Prácticas Río Verde de la (UPSE)

Cuadro 14. Informe del análisis de suelo de macro y micro nutrientes lotes 1 y 2, Centro de Producción y Prácticas Río Verde de la UPSE, Santa Elena. 2013 a 2014.

Lote	ug/ml											
	pH	NH4	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B
Muestra #1	6,70	13B	30A	177A	3743A	890A	18M	0,7M	2,1M	10B	13,3M	0,39B
Muestra #2	6,70	30B	30A	320A	3185A	688A	18M	1,2B	4,6A	54A	8,2M	0,47B

Alto = A, Medio = M, Bajo = B.

Fuente: INIAP (2012).

Cuadro 15. Informe del análisis de suelo de textura y materia orgánica lotes 1 y 2, Centro de Producción y Prácticas Río Verde de la UPSE, Santa Elena. 2013 a 2014.

Lotes	Textura %			Clase Textural	%	meq/100ml				Ca	Mg
	Arena	Limo	Arcilla			*M.O	K	*Ca	*Mg	∑Bases	Mg
Muestra #1	62,00	16	22	Franco-Arcillo-Arenoso	1,00B	0,45A	18,72A	7,33A	26,49	2,55M	16,14A
Muestra #2	64,00	20	16	Franco-Arenoso	1,00B	0,82A	15,93A	5,66A	22,41	2,81M	6,90M

Alto = A, Medio = M, Bajo = B.

Fuente: INIAP (2012).

3.2.2. CARACTERÍSTICAS DEL AGUA.

El análisis de la calidad de agua del Centro de Producción y Prácticas Río Verde de la UPSE determina que ésta tiene características buenas para ser utilizada en el riego del cultivo de cacao como se detalla a continuación en el (Cuadro 16).

Cuadro 16. Informe del análisis del agua, Centro de Producción y Prácticas Río Verde de la UPSE, Santa Elena. 2013 a 2014.

Identificación del lote	<i>uS/cm</i> <i>mg/L</i>		<i>meq/L</i>							pH	RAS	PSI	%Na
	CE	Ca	Mg	Na	K	*CO3	*HCO3	*Cl	*SO4				
Río Verde - Canal	340,00	38,50	6,80	19,30	8,90	ND	2,90	1,00	ND	7,70	1,00	1,00	25,29

Fuente: Laboratorio de ensayos INIAP (2013)

3.2.3. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

Según las características climáticas en el sector de Río Verde, se puede clasificar como área semidesértica tropical. A continuación se detalla un breve análisis para mejor interpretación de la información (Cuadro 17).

Cuadro 17. Informe de las características climatológicas del Centro de Producción y Prácticas Río Verde de la UPSE, Santa Elena. 2013 a 2014

Meses	Temperatura °C			Heliofania acumulada/mes (hora/luz)	Precipitación/mm	Humedad relativa/%	Evaporación potencial, mm mes
	Max	Min	Media				
Enero	30,30	19,30	24,80	131,10	3,20	80,98	8,50
Febrero	31,60	22,30	26,90	101,10	1,40	78,50	7,30
Marzo	30,70	23,60	27,15	86,00	-	81,00	4,63
Abril	30,50	22,30	26,40	92,00	1,60	79,50	6,72
Mayo	27,70	20,60	24,15	128,50	0,60	75,60	6,91
Junio	25,70	20,40	23,05	48,30	-	76,70	4,85
Julio	23,40	19,50	21,45	52,00	0,97	81,50	3,24
Agosto	24,60	19,00	21,80	11,00	0,20	85,00	3,07
Septiembre	25,40	18,00	21,70	94,00	-	80,30	3,50
Octubre	24,50	18,60	21,55	53,60	-	81,60	2,91
Noviembre	25,40	18,60	22,00	168,60	-	78,00	4,08
Diciembre	26,40	18,70	22,55	223,70	-	81,00	4,37
Total/X	27,18	20,08	23,63	1.189,90	7,97	79,97	5,01

Fuente: Estación meteorológica UPSE - INAMHI

3.3. MATERIALES.

En el experimento se emplearon los siguientes materiales:

En campo abierto:

- Excavadora
- Barra
- Calibrador o nonio
- Rastrillo
- Machete
- Carretilla
- Cinta de medir
- Tijeras de podar
- Bomba de mochila

3.4. MATERIAL BIOLÓGICO.

Se evaluaron los siguientes clones: **EET-544, EET-558, EET-559, EET-576, EET-577, EET-103.**

Considerando que el INIAP recomienda para la Península los clones EET-544 Y EET-558; mientras que KAOKA utiliza en sus parcelas de renovación y siembra los clones EET-559, EET-576 y EET-577 por su sabor y aroma, consideramos al EET-103 como testigo, debido a ensayos anteriores que ha reflejado buen comportamiento a nivel nacional.

El material biológico empleado para la sombra temporal fue plátano (*Musa paradisiaca*) y para la sombra permanente se utilizó guabo (*Inga spp.*)

3.4.1. CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS Y PRODUCTIVAS DE LOS CLONES.

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) señala que los clones de cacao de tipo nacional con características altamente productivas recomendados para la península de Santa Elena son:

- EET - 544 y 558. Ambos clones fueron evaluados por el INIAP en la granja experimental de CEDEGE, en la zona Chongon.
- EET - 544. Floración intensa en los meses de enero a octubre; fruto inmaduro color verde claro; fruto maduro color amarillo; índice de semilla 1,5; índice de mazorca 22; autocompatible con otros clones; rendimiento 35 a 40 quintales por hectárea; resistente a la escoba de bruja; tolerante a la monilia; el porcentaje de manteca es de 52,37 %.
- EET - 558. Floración intensa en los meses de enero a octubre, fruto inmaduro color verde claro; fruto maduro color amarillo, índice de semilla 1,3; índice de mazorca 24; autocompatible con otros clones; rendimiento 35 a 40 quintales por hectárea; resistente a la escoba de bruja; tolerante a la monilia; el porcentaje de manteca es de 53,58 %.
- EET - 103. Floración intensa en los meses de enero a marzo, fruto inmaduro color verde claro; fruto maduro color amarillo; índice de semilla 1,5; índice de mazorca 20; autocompatible con otros clones; rendimiento 31 quintales por hectárea; resistente a la escoba de bruja; tolerante a la monilia; el porcentaje de manteca es de 46,1 %.

Según KAOKA – UNOCACE, los clones EET –559, 576 y 577 utilizados como material de siembra en sus plantaciones poseen un grado más de sabor, por lo que

se los considera de gran importancia por las industrias chocolateras a nivel mundial.

- EET - 559. Floración intensa en los meses de diciembre a junio, fruto inmaduro color verde con lomo rojizo; fruto maduro color amarillo; índice de semilla 1,6; índice de mazorca 20; autocompatible con otros clones; rendimiento 30 a 35 quintales por hectárea; susceptible a la escoba de bruja; tolerante a la monilia; porcentaje de manteca 50 %.
- EET - 576. Floración intensa en los meses de diciembre a enero; fruto inmaduro color verde claro; fruto maduro color amarillo; índice de semilla 1,5; índice de mazorca 20; autocompatible con otros clones, rendimiento 30 a 35 quintales por hectárea; resistente a la escoba de bruja; tolerante a la monilia; porcentaje de manteca 50 %.
- EET - 577. Floración intensa en los meses de enero a marzo; fruto inmaduro color verde con lomo rojizo; fruto maduro color amarillo; índice de semilla 1,5; índice de mazorca 20; autocompatible con otros clones; 30 a 35 quintales por hectárea; resistente a la escoba de bruja; tolerante a la monilia; porcentaje de manteca 50 %.

3.5. TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL.

3.5.1. TRATAMIENTOS.

Los tratamientos que se estudiaron son: **T1 (EET-576), T2 (EET-544), T3 (EET-588), T4 (EET-559), T5 (EET-103), T6 (EET-577)**, con cuatro repeticiones, el diseño utilizado fue bloques completamente al azar.

3.5.2. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

Los resultados fueron sometidos al análisis de varianza y las medias de los tratamientos, comparadas según la Prueba de Duncan al 5 % de probabilidad del error.

Cuadro 18. Análisis de la varianza para cada localidad

Fuentes de variación	Grados de libertad	
Bloques (r)	J-1	(4-1)= 3
Tratamientos (t)	I-1	(6-1)=5
Error experimental	(r-1)(t-1)	(I-1)(J-1)=15
Total	rt-1	(I.J)-1=23

3.5.3. DELINEAMIENTO EXPERIMENTAL.

- Diseño experimental: Bloques completamente al azar
- Tratamientos: 6
- Repeticiones: 4
- Total de unidades experimentales: 24
- Área de parcela: 252 m²
- Área útil de parcela: 90 m²
- Área del bloque: 1 512m²
- Área útil del bloque: 270 m²
- Efecto de borde: 9 m
- Distancia de siembra: 3m ×3m
- Número de plantas por sitio: 1
- Número de plantas por hilera: 7
- Número de plantas por parcela: 28
- Número de plantas útiles por parcela: 10
- Número de plantas del experimento: 672
- Número de plantas por ha: 1 111

- Distancia entre parcelas: 3 m
- Distancia entre bloques: 3 m
- Distancia del borde perimetral por los 4 lados: 4 m
- Área útil del ensayo: 2 160 m²
- Área neta del ensayo: 6 048 m²
- Área total del ensayo: 6 364 m²

EET - 576	EET - 544	EET - 577	EET - 559	EET - 103	EET - 558
EET - 558	EET - 103	EET - 544	EET - 577	EET - 576	EET - 559
EET - 558	EET - 576	EET - 559	EET - 577	EET - 103	EET - 544
EET - 103	EET - 577	EET - 576	EET - 544	EET - 558	EET - 559

Figura 1. Distribución de los tratamientos y parcelas experimentales en el Centro de Producción y Prácticas Río Verde de la UPSE. Santa Elena 2015

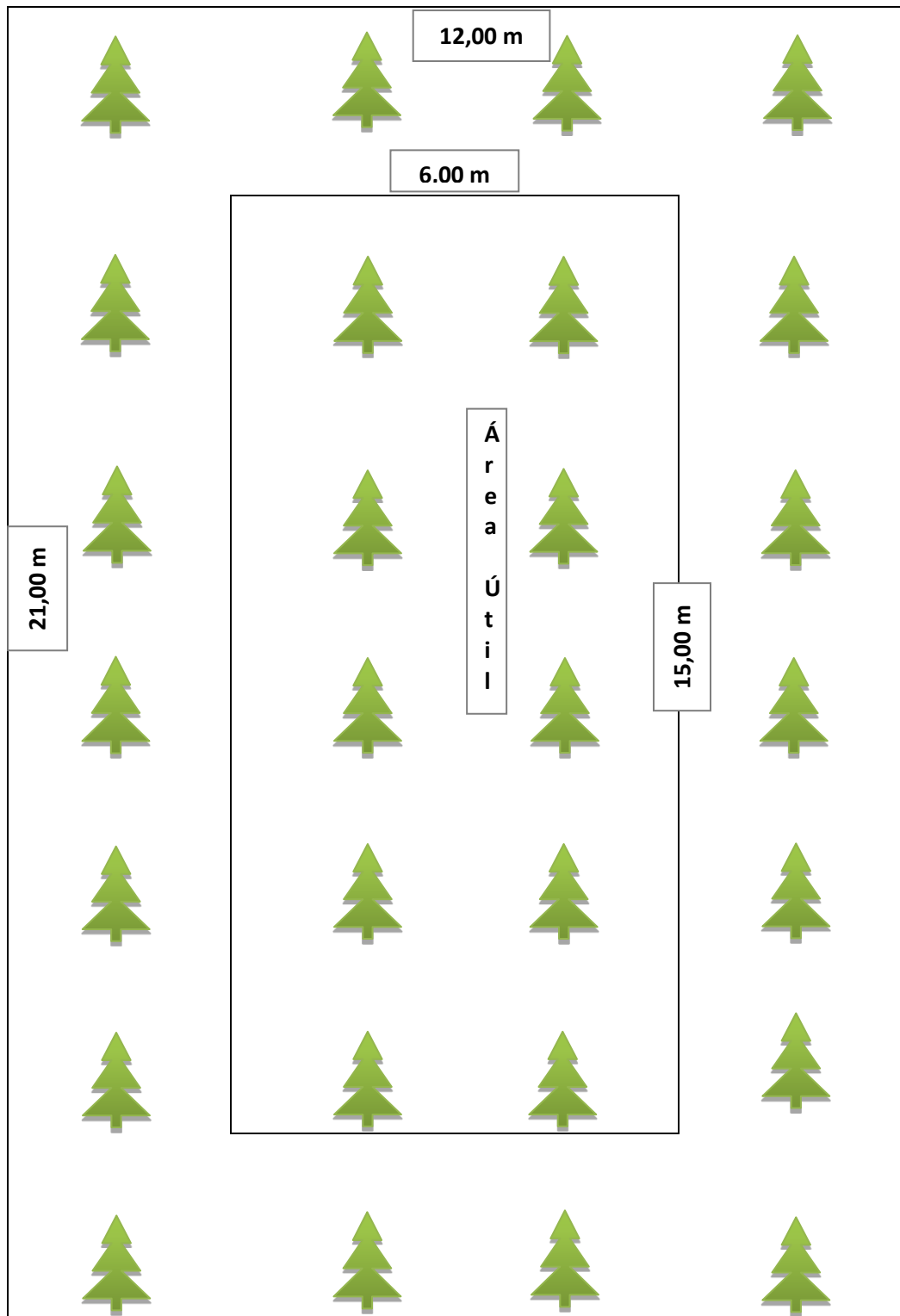


Figura 2. Diseño de parcela experimental de cacao, Centro de Producción y Prácticas Río Verde de la UPSE. Santa Elena 2015.

3.6. MANEJO DEL EXPERIMENTO.

3.6.1. MANEJO DEL CULTIVO.

3.6.1.1. Manejo de sombra provisional y permanente.

Para la sombra temporal se utilizó plátano (*Musa paradisiaca*), proporcionando sombra durante los tres primeros años y para la sombra permanente se plantaron árboles de guabo (*Inga spp.*)

3.6.1.2. Resiembra de clones de cacao.

El marco de plantación utilizado fue de 3 m entre línea y 3 m entre planta. La resiembra de las plantas de cacao se la realizó en hoyos de 0,40 m x 0,40 m.

3.6.1.3. Control de malezas.

Para la maleza se empleó control mecánico mediante el uso de machete y control químico.

3.6.1.4. Evaluación y control de plagas y enfermedades.

Se evaluó la presencia de plagas y enfermedades que se presentaron durante el ensayo, se realizó la aplicación de productos químicos, tomando en consideración el umbral económico para los pulgones.

3.6.1.5. Fertilización.

El plan de fertilización se realizó en base a los requerimientos nutricionales del cultivo, y de los resultados del análisis de suelo (Cuadro 20 y 21).

Cuadro 19. Dosis de fertilizantes requerido por el cultivo de cacao por planta.

Estado del cultivo	Edad de la planta (meses)	Requerimiento nutricional g/planta							
		N	P	K	Ca	Mg	Zn	Mn	B
Establecimiento	13 a 28	122	12	140	100	47	0,45	3,50	0,90
Inicio de Producción	29 a 39	190	20	288	126	64	0,81	6,00	0,90

Fuente: INIAP (1993)

Cuadro 20. Dosis de fertilizantes aplicados por planta y por hectárea.

Fertilizantes	Via de aplicación	Por plantas	Por hectárea
Bioestim Plus (ml)	Foliar	0,45ml	500ml
Combi Mn-Zn (ml)		0,45ml	500ml
Biocyto flow amin (g)		0,45g	500g
Boro (g)	Fertirriego	0,90g	1000g
Nitrato de amonio (kg)		74g	82kg
Muriato de potasio (kg)		104 g	115kg
Sulfato de amonio (kg)		163g	181kg
Sulfato de potasio (kg)		30 g	33kg
Fosforo (kg)		22g	25kg
Urea (kg)		100g	111kg
DAP (kg)	Edafica	74g	82kg
Humus (kg)		200g	222kg

DAP = Difosfato de amonio

3.6.1.6. Riego.

Se aplicó riego al cultivo de cacao cuatro días a la semana, por un período de tiempo de ocho horas diarias.

3.6.1.7. Podas.

Se realizaron las podas de formación y de mantenimiento respectivas, las mismas que estuvieron determinadas de acuerdo al desarrollo de las plantas.

3.6.2. VARIABLES EXPERIMENTALES.

3.6.2.1. En el cultivo.

- **Porcentaje de prendimiento**

A la fecha de inicio del presente trabajo se evaluaron las fallas existentes de la plantación.

- **Altura de plantas**

Por cada tratamiento se tomaron diez plantas de cada parcela, la medida fue tomada de la base del tallo hasta el ápice; cada cuatro meses, variable expresada en centímetros.

- **Número de ramas**

Se tomaron en cuenta el número de ramas existentes, las evaluaciones se realizaron cada cuatro meses.

- **Diámetro de tallo**

El diámetro del tallo fue tomado cada cuatro meses con un calibrador a una altura de 10 cm del suelo, variable expresada en milímetros.

▪ **Floración, fructificación y producción**

Desde los primeros indicios de floración, fructificación e inicio de producción, se tomaron los datos periódicamente dependiendo de la evolución de la variable.

Para determinar la floración del cacao se evaluaron 10 plantas por parcela, la evaluación se la realizó a partir de los 15 meses de edad del cultivo. Se tomaron los datos dependiendo del comportamiento de la floración ya que ésta se presentó en período diferente a las otras variables. Para esta evaluación se utilizó una escala arbitraria visual² para la floración de 4 niveles, del 0 al 3 donde:

0 = sin flores

1 = del 1 a 25 % floración.

2 = del 26 a 50 % floración.

3 = del 51 a 75 % floración.

Floración: Los datos de floración fueron tomados en la época de floración más alta, en los meses de Abril a Junio.

▪ **Fructificación**

La producción del cultivo de cacao fue evaluada de acuerdo a la evolución de la misma ya que la floración intensa se dio para el segundo trimestre, posterior a estos meses empezó el cuaje de frutos, se evaluó el comportamiento al inicio de la fructificación ante las condiciones climatológicas de la zona de Río Verde.

²Escala arbitraria sugerida Ing. Agr. M. Sc. Kleber Bajaña Alvarado.

- **Producción**

Durante el inicio de producción se evaluó los índices más importantes como: índice de mazorca, índice de semilla, número de semilla, peso húmedo y seco de la almendra.

- **Índice de mazorca**

El índice de mazorca es el número de mazorca necesaria de cada variedad para obtener un kilo de cacao fermentado y seco, se toman 20 mazorcas recolectadas al azar. Para determinar el índice de mazorca se aplica la siguiente fórmula.

$$IM = \frac{20 \text{ mazorcas} \times 1000g}{\text{Peso seco (g) de almendras de 20 mazorcas}}$$

▪ **Índice de semilla**

El tamaño de semilla es importante en la selección de árboles superiores y de especial atención en la industria chocolatera, se utiliza como base el peso de 100 semillas fermentadas y secas obtenidas de una muestra de 20 mazorcas tomadas al azar, de cada variedad, para determinar el índice de semilla se utiliza la siguiente fórmula.

$$IS = \frac{\text{Peso (g) de 100 semillas}}{100}$$

▪ **Presencia de plagas y enfermedades**

Los datos sobre la presencia de plagas y enfermedades fueron tomados y evaluados cada mes, se utilizaron patrones para su evaluación.

Para la presencia de pulgones *Aphis gossypii*, se consideró el umbral económico, se utilizó un método sistemático, con la finalidad de conocer y cuantificar la incidencia y sus niveles de infestación.

Cuadro 21. Nivel de infestación de los pulgones *Aphis gossypii*, en base al número de brotes afectados por planta. Centro de Producción y Prácticas Río Verde de la UPSE. Santa Elena agosto 2013 a 2014.

Número de brotes	Porcentaje de infestación
0	0 %
1 a 2	25 %
3 a 4	50 %
Más de 5	75 %

El 25 % se consideró como límite de tolerancia

Fuente: INIAP (1992)

Para el control de hormigas arriera (*Atta cephalothes*), solo se consideró la presencia y localización de los hormigueros para hacer la aplicación de un control químico usando (Fluramin), haciendo uso de la siguiente formulación:

$$CH = LH * AH * g/m^2$$

Dónde:

CH = Control de hormigas.

LH = Largo de hormiguero.

AH = Ancho de hormiguero.

g/m^2 = Gramos de fluramin por m^2

Para determinar el porcentaje de plantas afectadas por **muerte regresiva** (Die back), por hectárea se procedió hacer la aplicación de la siguiente fórmula:

$$\% E = \frac{N}{PT - PA}$$

Dónde:

NPT = Número de plantas total

PA = Plantas afectadas

3.6.3. ANÁLISIS ECONÓMICO.

Al culminar la evaluación del proyecto de cacao se realizó el análisis económico basado en 1 ha, con una densidad de siembra de 3 m x 3 m, con un total de plantas de 1 111 por ha.

4. RESULTADOS Y DISCUSIONES.

4.1. RESULTADOS.

4.1.1. PORCENTAJE DE PRENDIMIENTO.

A los 15 meses de establecido el cultivo de cacao el Tratamiento 1 (EET-576) presentó una pérdida de plantas del 8,03 %; el Tratamiento 2 (EET-544), del 14,28 %; el Tratamiento 3 (EET-558), 28,57 %; los Tratamientos 4 (EET-559), 5 (EET-103) y 6 (EET-577) no manifestaron perdida alguna (Cuadro 22).

Cuadro 22. Porcentaje de fallas encontradas a los 15 meses de establecido el cultivo de cacao. Centro de Producción y Prácticas Río Verde de la UPSE. Santa Elena enero 2013.

VARIABLES	T1. EET- 576	T2. EET- 544	T3. EET- 558	T4. EET- 559	T5. EET- 103	T6. EET- 577
Porcentaje de fallas	8,03 %	14,28 %	28,57 %	0 %	0 %	0 %

4.1.2. ALTURA DE PLANTAS.

En los Cuadros 2A₁, 2A₂, 2A₃, 2A₄, 2A₅ se detalla la variable altura de planta a los 15, 19, 23, 27 y 31 meses de edad del cultivo de cacao, seguido del análisis de la varianza.

Del Cuadro 23 se desprende que, según la prueba de los rangos múltiples de Duncan al 5 % de probabilidad del error, existieron diferencias significativas entre los tratamientos. Se determinan tres grupos estadísticos, la mayor altura de planta le corresponde al Tratamiento 6 (EET-577) con una media promedio de 90,70 cm, estadísticamente igual a los Tratamientos 1 (EET-576) y 4 (EET-559); el segundo

grupo conformado por el Tratamiento 4 (EET-559) con 73,58 cm y estadísticamente igual al Tratamiento 1 (EET-576), 2 (EET-544) y 5 (EET-103); el tercer grupo conformado por los Tratamientos 2 (EET-544) con 55,33 cm y Tratamiento 5 (EET-103) con 55,13 cm, estadísticamente iguales entre sí, y la vez iguales a los Tratamientos 1 (EET-576) y 4 (EET-559); el valor menor lo representa el Tratamiento 3 (EET-558) con 38,63 cm, estadísticamente igual a los Tratamientos 2 (EET-544) y 5 (EET-103), y diferente a los demás. El coeficiente de variación fue de 24,14 %.

A los 19 meses de edad del cultivo el indica que existieron diferencias significativas entre los tratamientos, determinándose dos grupos estadísticos; el primero, integrado por el Tratamiento 6 (EET-577) con 139,33 cm, seguido de los Tratamientos 1 (EET-576) con 139,13 cm, 4 (EET-559) con 131,43 cm, estadísticamente iguales entre sí, y a su vez iguales a los Tratamientos 2 y 5; el segundo grupo lo conforma el Tratamiento 2 (EET-544) con 114,08 cm, Tratamiento 5 (EET-103) con 100,73 cm y Tratamiento 3 (EET-558) con 74,53 cm, estadísticamente iguales entre sí, y diferentes a los demás. El coeficiente de variación fue de 23,06 %.

A los 23 meses de edad se presentan tres grupos estadísticos; el primero que corresponde al Tratamiento 6 (EET-577) con 152,80 cm, estadísticamente igual a los Tratamientos 1, 2 y 4; el segundo grupo lo integran los Tratamientos 1 (EET-576) con 139,40 cm, 4 (EET-559) con 132,88 cm, 2 (EET-544) con 132,80 cm y 5 (EET-103) con 103,33 cm, estadísticamente iguales entre sí; en el tercer grupo están el Tratamiento 5 (EET-103) con 103,33 cm y Tratamiento 3 (EET-558) con 71,20 cm, estadísticamente iguales entre sí. El coeficiente de variación fue de 23,07 %.

A los 27 meses de edad del cultivo el mismo cuadro indica diferencias estadísticas con dos grupos estadísticos; el primero, con la mayor altura de planta para el Tratamiento 6 (EET-577) con 168,23 cm, seguido por los Tratamientos 1 (EET-

576) con 159,53 cm, 2 (EET-544) con 149,38 cm, 4 (EET-559) con 146,73 cm, estadísticamente iguales entre sí, y a la vez iguales al Tratamiento 5; en el segundo grupo está el Tratamiento 5 (EET-103) con 124,75 cm y 3 (EET-558) con 87,99 cm, estadísticamente igual entre sí, y a la vez distinto a los demás. El coeficiente de variación fue de 21,14 %.

A los 31 meses de edad del cultivo existieron diferencias estadísticas entre los tratamientos, presentándose dos grupos estadísticos; en el primero la mayor altura de planta le corresponde al Tratamiento 6 (EET-577) con 173,78 cm, seguido de los Tratamientos 1 (EET-576) con 171,40 cm, 4 (EET-559) con 167,08 cm y 2 (EET-544) con 159,05, estadísticamente iguales entre sí, y a la vez iguales al Tratamiento 5; el segundo grupo lo conforma el Tratamiento 5 (EET-103) con 127,10 cm y 3 (EET-558) con 104,75 cm, estadísticamente iguales entre sí. El coeficiente de variación fue de 20,92 %.

Cuadro 23. Comparación de medias de altura de planta a los 15, 19, 23, 27 y 31 meses de edad del cultivo (cm). Centro de Producción y Prácticas Río Verde de la UPSE. Santa Elena. Enero 2013 a junio 2014.

TRATAMIENTOS	15 MESES	5 % ¹	19 MESES	5 % ¹	23 MESES	5 % ¹	27 MESES	5 % ¹	31 MESES	5 % ¹
T1 EET-576	70,05	a b	139,13	a	139,40	a b	159,53	a	171,40	a
T2 EET-544	55,33	b c	114,08	a b	132,80	a b	149,38	a	159,05	a
T3 EET-558	38,63	c	74,53	b	71,20	c	87,99	b	104,75	b
T4 EET-559	73,58	a b	131,43	a	132,88	a b	146,73	a	167,08	a
T5 EET-103	55,13	b c	100,73	a b	103,33	b c	124,75	a b	127,10	a b
T6 EET-577	90,70	a	139,33	a	152,80	a	168,23	a	173,78	a
C.V	24,14 %		23,06 %		23,07 %		21,14 %		20,92 %	

¹Medias con la misma letra son estadísticamente iguales; de acuerdo a la prueba de Duncan al 0.05 de significancia.

4.1.3. NÚMERO DE RAMAS.

Los Cuadros 3A₁, 3A₂, 3A₃, 3A₄, 3A₅ detallan la variable número de ramas a los 15, 19, 23, 27 y 31 meses de edad del cultivo de cacao, seguido del análisis de la varianza.

El cuadro 24 permite analizar en detalle los resultados de la variable.

A los 15, 19 y 31 meses de edad del cultivo no existieron diferencias significativas entre los tratamientos.

A los 23 meses de edad existieron diferencias significativas entre los tratamientos, determinándose dos grupos estadísticos; el primer conformado por el Tratamiento 2 (EET-544) con una media de 2,90, estadísticamente diferente a los demás tratamientos; en el segundo grupo están los Tratamientos 1 (EET-576) con 2,38, Tratamiento 4 (EET-559) con 2,18, Tratamiento 3 (EET-558) con 2,13, Tratamiento 5 (EET-103) con 2,08, Tratamiento 6 (EET-577) con 2,05, estadísticamente iguales entre sí. El coeficiente de variación fue de 10,74 %.

A los 27 meses de edad del cultivo el Cuadro 24 indica que existieron diferencias significativas entre los tratamientos, con dos grupos estadísticos; en el primero, con el mayor número de ramas está el Tratamiento 2 (EET-544) con una media de 2,90, estadísticamente diferente a los demás tratamientos; el segundo grupo lo conforma el Tratamiento 5 (EET-103) con 2,23, Tratamiento 1 (EET-576) con 2,20, Tratamiento 6 (EET-577) con 2,10, Tratamiento 4 (EET-559) con 2,10, Tratamiento 3 (EET-558) con 2,10, estadísticamente iguales entre sí; el coeficiente de variación fue de 11,65 %.

Cuadro 24. Comparación de medias de número de rama a los 15, 19, 23, 27 y 31 meses de edad del cultivo. Centro de Producción y Prácticas Río Verde de la UPSE. Santa Elena. Enero 2013 a Junio 2014.

TRATAMIENTOS	15 MESES	5 % ¹ NS	19 MESES	5 % ¹ NS	23 MESES	5 % ¹	27 MESES	5 % ¹	31	
									MESES	5 % ¹ NS
T1 EET-576	2,23		2,18		2,38	b	2,20	b	2,13	
T2 EET-544	2,13		2,40		2,90	a	2,90	a	2,20	
T3 EET-558	1,93		2,33		2,13	b	2,10	b	2,00	
T4 EET-559	1,95		2,25		2,18	b	2,10	b	2,13	
T5 EET-103	2,05		2,38		2,08	b	2,23	b	2,15	
T6 EET-577	2,08		2,25		2,05	b	2,10	b	2,05	
C.V	15,35 %		8,69 %		10,74 %		11,65 %		8,21 %	

¹Medias con la misma letra son estadísticamente iguales; de acuerdo a la prueba de Duncan al 0.05 de significancia

NS=No Significativo

4.1.4. DIÁMETRO DE TALLO.

Los Cuadros 4A₁, 4A₂, 4A₃, 4A₄, 4A₅ presentan el detalle de la variable diámetro de tallo a los 15, 19, 23, 27 y 31 meses de edad del cultivo de cacao, seguido del análisis de la varianza.

El Cuadro 25 permite realizar la comparación de medias de la variable:

A los 15 meses de edad del cultivo existen diferencias significativas entre los tratamientos, determinándose dos grupos estadísticos; en el primero, con mayor diámetro de tallo está el Tratamiento 1 (EET-576) con 26,74 mm, seguido de los Tratamientos 6 (EET-577) con de 25,79 mm, Tratamiento 4 (EET-559) con 25,44 mm y Tratamiento 2 (EET-544) con 24,75 mm, estadísticamente iguales entre sí, y a la vez iguales al tratamiento 5; en el segundo grupo está el Tratamiento 5 (EET-103) con 20,82 mm y el Tratamiento 3 (EET-558) con 16,83 mm, estadísticamente iguales entre sí. El coeficiente de variación fue de 17,94 %.

A los 19 meses de edad del cultivo existieron diferencias significativas, presentándose dos grupos estadísticos; en el primer grupo, con el mayor diámetro de tallo está el Tratamiento 6 (EET-577) con 42,19 mm, seguido de los Tratamientos 1 (EET-576) con 42,14 mm, Tratamiento 2 (EET-544) con 39,45 mm, Tratamiento 4 (EET-559) con 38,52 mm, estadísticamente iguales entre sí, y a la vez iguales al tratamiento 5; en el segundo grupo está el Tratamiento 5 (EET-103) con 36,03 mm, seguido por el Tratamiento 3 (EET-558) con 28,28 mm, estadísticamente igual al tratamiento 5 pero diferente al resto. El coeficiente de variación fue de 16,37 %.

A los 23 meses de edad del cultivo se presentaron diferencias significativas y dos grupos estadísticos; en el primero con el mayor diámetro de tallo está el Tratamiento 6 (EET-577) con una media de 46,54 mm, seguido de los Tratamientos 1 (EET-576) con 45,80 mm, Tratamiento 2 (EET544) con 43,15 mm

y Tratamiento 4 (EET-559) con 42,18 mm, estadísticamente iguales entre sí, pero a la vez iguales al tratamiento 5; en el segundo grupo está el Tratamiento 5 (EET-103) con 40,08 mm, seguido del Tratamiento 3 (EET-558) con 31,76 mm, estadísticamente igual al tratamiento 5 pero diferente al resto. El coeficiente de variación fue de 15,84 %.

A los 27 meses de edad del cultivo existieron diferencias significativas entre los tratamientos con dos grupos estadísticos; en el primero, con el mayor diámetro de tallo se encuentra el Tratamiento 6 (EET-577) con una media de 54,50 mm, seguido de los tratamientos 1 (EET-576) con 52,03 mm y Tratamiento 2 (EET-544) con 51,70 mm, estadísticamente iguales entre sí, y a la vez iguales a los Tratamientos 4 y 5; el segundo grupo lo conforma el tratamiento 4 (EET-559) con una media de 50,21 mm, seguido del Tratamiento 5 (EET-103) con 46,22 mm, estadísticamente iguales entre sí, a la vez iguales al Tratamiento 3 (EET-558) con 38,72 mm. El coeficiente de variación fue de 14,95 %.

A los 31 meses de edad del cultivo las diferencias significativas conllevan a dos grupos estadísticos; en el primero, con el mayor diámetro de tallo está el Tratamiento 2 (EET-544) con una media de 65,09 mm, estadísticamente igual a los tratamientos 1, 4, 5 y 6; en el segundo grupo está el Tratamientos 6 (EET-577) con 63,55 mm, Tratamiento 4 (EET-559) con 60,79 mm, Tratamiento 1 (EET-576) con 56,36 mm y Tratamiento 5 (EET-103) con 55,05 mm, estadísticamente iguales entre sí, a la vez iguales al tratamiento 3 (EET-558) con 48,42 mm. El coeficiente de variación fue de 16,69 %.

Cuadro 25. Comparación de medias de diámetro de tallo a los 15, 19, 23, 27 y 31 meses de edad del cultivo (mm). Centro de Producción y Prácticas Río Verde de la UPSE. Santa Elena. Enero 2013 a Junio 2014.

TRATAMIENTOS		15 MESES	5 % ¹	19 MESES	5 % ¹	23 MESES	5 % ¹	27 MESES	5 % ¹	31 MESES	5 % ¹
T1	EET-576	26,74	a	42,14	a	45,80	a	52,03	a	56,36	a b
T2	EET-544	24,75	a	39,45	a	43,15	a	51,70	a	65,09	a
T3	EET-558	16,83	b	28,28	b	31,76	b	38,72	b	48,42	b
T4	EET-559	25,44	a	38,52	a	42,18	a	50,21	a b	60,79	a b
T5	EET-103	20,82	a b	36,03	a b	40,08	a b	46,22	a b	55,05	a b
T6	EET-577	25,79	a	42,19	a	46,54	a	54,50	a	63,55	a b
C.V		17,94 %		16,37 %		15,84 %		14,95 %		16,69 %	

¹Medias con la misma letra son estadísticamente iguales; de acuerdo a la prueba de Duncan al 0.05 de significancia.

4.1.5. FLORACIÓN, FRUCTIFICACIÓN Y PRODUCCIÓN.

4.1.5.1 Floración

En los Cuadros 5A₁, 5A₂ se presenta el detalle de la variable floración con los porcentajes originales y transformados a valores de arco-seno a los 27 y 31 meses de edad del cultivo de cacao, seguido del análisis de la varianza.

El cuadro 27 permite realizar el análisis de los resultados de los promedios de la floración:

A los 27 meses de edad del cultivo no existieron diferencias significativas entre los tratamientos.

A los 31 meses de edad del cultivo las diferencias significativas conllevan a dos grupos estadísticos; en el primero, con el mayor porcentaje de floración está el Tratamiento 1 (EET-576) con una media de 47,27 %, estadísticamente igual a los Tratamientos 2, 4, 5 y 6; el segundo grupo lo conforman los Tratamientos 5 (EET-103) con 44,43 %, Tratamiento 4 (EET-559) con 42,36 %, Tratamiento 6 (EET-577) con 34,81 %, Tratamiento 2 (EET-544) con 31,49 y Tratamiento 3 (EET-558) con 23,58 %, estadísticamente iguales entre sí. El coeficiente de variación fue de 34 %.

Cuadro 26. Comparación de medias de floración a los 27 y 31 meses de edad del cultivo (%). Centro de Producción y Prácticas Río Verde de la UPSE. Santa Elena. Enero 2013 a Junio 2014.

TRATAMIENTOS		27 MESES	5 % ¹ NS	31 MESES	5 % ¹
T1	EET-576	54,45		47,27	a
T2	EET-544	50,22		31,49	a b
T3	EET-558	32,27		23,58	b
T4	EET-559	52,57		42,36	a b
T5	EET-103	29,28		44,43	a b
T6	EET-577	44,54		34,81	a b
C.V		46,00 %		34,00 %	

¹Medias con la misma letra son estadísticamente iguales; de acuerdo a la prueba de Duncan al 0.05 de significancia.

NS=No significativo.

4.1.5.2 Fructificación

En el Cuadro 6A se detalla el inventario de los frutos sanos a los 31 meses de edad del cultivo.

Con el objetivo de identificar los clones con mayor precocidad en cuanto a fructificación, se procedió a contabilizar los frutos en desarrollo en la primera semana de junio de 2014, tomando en cuenta todos los frutos sanos existentes en los árboles desde el primero al quinto mes de edad, pudiéndose evidenciar claramente que el Tratamiento 2 EET-544 se presentó con el mayor número de frutos que el resto de los clones; a continuación se muestran los resultados en la Figura 3.

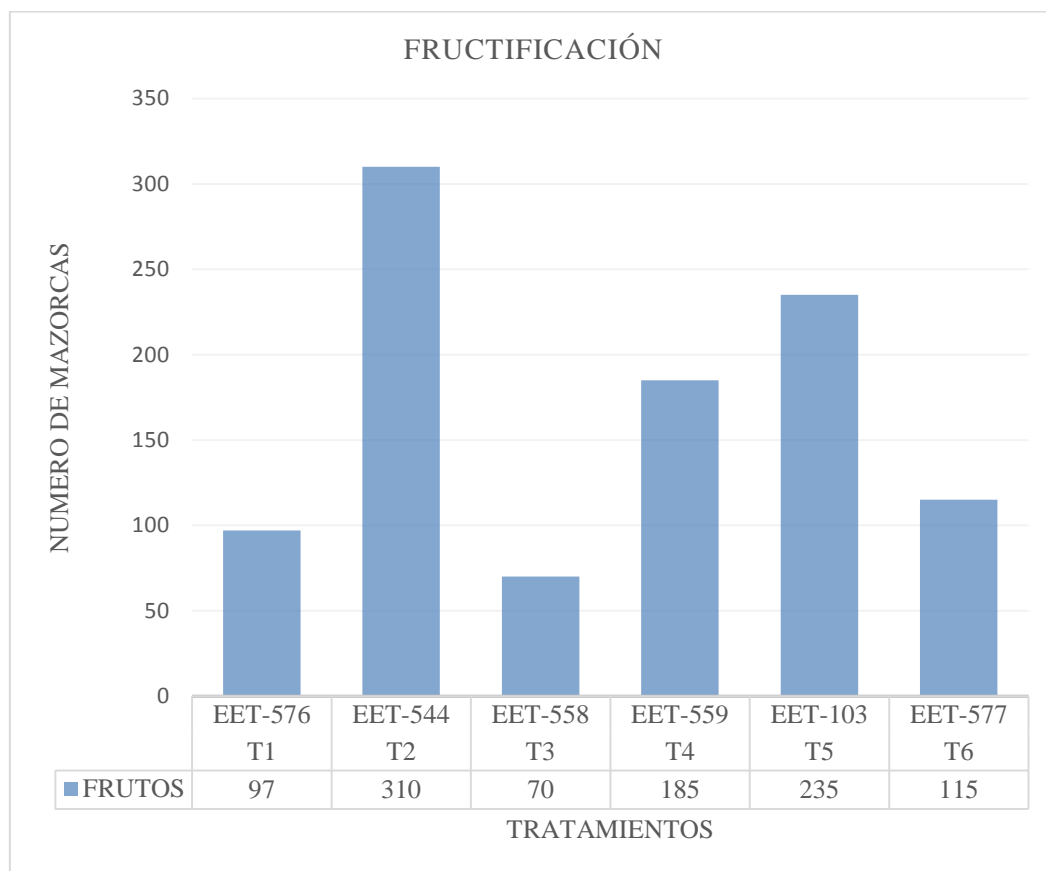


Figura 3. Fructificación de los clones de cacao a los 31 meses de edad del cultivo.

4.1.5.3. Inicio de producción.

Se evaluó el inicio de producción de los seis clones de cacao para conocer las características productivas más importantes como son: índice de mazorca (IM), índice de semilla (IS), número de semillas (NS) y producción estimada de cacao seco por ha; para mayor entendimiento, en el Cuadro 27 se detallan los resultados.

Cuadro 27. Características físicas del fruto y semilla de los clones de cacao nacional. Centro de Producción y Prácticas, UPSE. Río Verde, Santa Elena. Enero 2013 a Junio 2014.

VARIABLES	T1. EET-576	T2. EET-544	T3. EET-558	T4. EET-559	T5. EET-103	T6. EET-577
	\bar{X}	\bar{X}	\bar{X}	\bar{X}	\bar{X}	\bar{X}
Peso de mazorca. (PM)	437,83	831,11	0,00	760,00	522,50	854,54
Índice de mazorca. (IM) 1/	21,00	15,17	0,00	10,49	24,37	9,19
Peso semilla + mucilago. (PSM)	122,58	168,93	0,00	245,00	106,50	279,50
Peso semilla seca 39 %. (PSS)	47,80	65,88	0,00	95,55	41,53	109,00
Número de semilla. (NS)	40,00	39,00	0,00	42,00	38,00	42,00
Índice de semilla. (IS) 2/	1,20	1,69	0,00	2,27	1,08	2,59
Producción estimada de cacao kg/ha.	21,24	25,61	0,00	15,92	10,30	33,30

\bar{X} = Media

EET = Estación Experimental Tropical.

1/ = Numero de mazorcas para obtener un kg de cacao seco.

2/ = Peso promedio (g) de una almendra fermentada y seca.

4.1.8. PRESENCIA DE PLAGAS Y ENFERMEDADES.

4.1.8.1. Plagas.

Para el control de pulgones (*Aphis gossypii*), se tomó en consideración el umbral económico; en el mes de Agosto 2013 se detectó la presencia de pulgones en una sola planta del total del ensayo, afectando dos brotes que no superó el límite de tolerancia (25 %), por lo que se consideró como una infestación baja de acuerdo a los niveles de evaluación del Cuadro 8 y no se aplicó ningún producto químico, procediéndose solo a hacer una poda fitosanitaria.

La presencia de la hormiga arriera (*Atta cephalotes*) en el cultivo no fue de mayor importancia, se aplicó control químico en forma localizada a base de sulfloramida, nombre comercial FLURAMIN, lográndose un control eficiente; su aplicación fue de forma directa en los hormigueros de aproximadamente 10 g por m².

La presencia de la mosca de la fruta (*Anastrepa ludens*) fue de poca importancia ya que ésta no afectó de forma directa al cultivo; estuvo presente durante los meses de febrero a mayo de 2014, durante la producción de frutos de la sombra permanente, es decir, en guabos (*Inga spp.*); solo de manera preventiva se procedió a hacer un control mecánico, cosechando y recolectando los frutos caídos para evitar la presencia y reproducción.

4.1.8.2. Enfermedades.

Durante la evaluación del proyecto se pudo observar que la enfermedad producida por muerte regresiva (Die back) se debió a un complejo de causas como: manejo de sombra, riego y características físicas y químicas del suelo; los clones afectados fueron el Tratamiento 1.EET-576 con un 8,03 %, Tratamiento 2.EET-544 con un 14,28 %, y Tratamiento 3.EET-558 con el 28,57 %.

Prevención y manejo de la muerte regresiva. Mediante el análisis de suelo se procedió a mejorar las condiciones aplicando fertilizante foliar, fertirriego y orgánico, aplicándose 200 g de humus por planta. Se realizó podas de mantenimiento en forma periódica; se reemplazó el sistema de riego por goteo de 4 litros por hora, por el de microaspersión a razón de 12 litros por hora; se incrementó las horas de riego de acuerdo al tipo de suelo, necesidades hídricas del cultivo y condiciones climatológicas de la zona; la sombra temporal y permanente fueron reguladas periódicamente tomando en consideración la evolución constante del cultivo.

En el Cuadro 7A se detalla el número de los frutos afectados por Cherelle Wilt durante todos los meses del año.

La enfermedad por marchitamiento prematuro de frutos (Cherelle Wilt) fue causada por factores abióticos que produjeron un desequilibrio fisiológico en las plantas.

Prevención y manejo de Cherelle Wilt. Se mejoró el sistema de riego, se aplicó nutrientes por la vía edáfica, fertirriego y foliar. Para el estrés producido por el clima en los meses más fríos donde la enfermedad toma un repunte, se aplicó Biocyto flow amin como fitofortificante rico en aminoácidos.

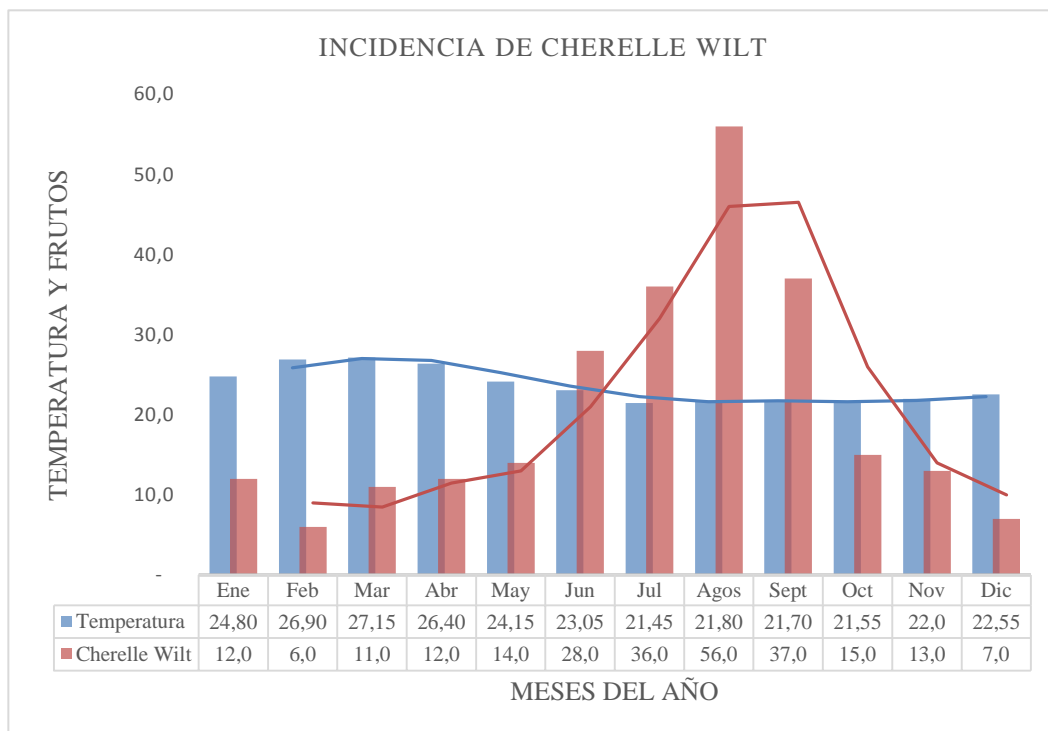


Figura 4. Clones afectados por Cherelle Wilt durante el año

4.1.9. ANÁLISIS ECONÓMICO.

4.1.9.1. Ingresos por venta de plátano.

El ingreso económico generado por la venta de plátano durante el primer año de producción fue estimado en 900 racimas/ha/año (valores proyectados), con un precio promedio de 3 dólares por racima (detalle en el Cuadro 28); los ingresos generados por la venta de plátano permitirían al agricultor solventar gastos hasta que el cacao entre en producción.

Cuadro 28. Ingresos económicos por venta de plátano durante el primer año de producción. Centro de Producción y Prácticas Río Verde de la UPSE. Santa Elena. Enero 2013 a enero 2014.

Actividad	Cantidad	Precio de venta	Total de ingreso
Venta de plátano	900,00	3,00	2.700,00

4.1.9.2. Costo de inversión para una hectárea de cacao

El análisis económico del proyecto está basado en el presupuesto para la implementación de una hectárea de cacao de tipo nacional con una densidad de siembra de 3 m entre plantas y 3 m entre filas, con un total de 1 111 plantas por ha; en la preparación del terreno se invirtió aproximadamente \$ 330,00, en jornales para siembra, hoyos y trazado \$ 390,00, en equipos y herramientas \$ 3028,56, en materiales e insumos \$ 3 633,50, en el manejo del ensayo \$ 660, con un costo total aproximado de 8 444,16 dólares (Cuadro 29).

Cuadro 29. Proyección de inversiones, costo estimado para 1 ha de cacao. Centro de Producción y Prácticas Río Verde de la UPSE. Santa Elena. Enero 2013 a Junio 2014.

Actividades	Unidad	Cantidad	Costo Unidad	Nº de veces	Costo Total
1. Preparación del terreno. 1/					
Limpieza de terreno	Jornales	8	15	1	120
Arado de terreno	Horas	7	30	1	210
Subtotal. 1.					330
2. Siembra. 2/					
Trazado del terreno	Jornales	2	15	1	30
Hoyos	Jornales	4	15	4	240
Siembra	Jornales	4	15	2	120
Subtotal. 2.					390
3. Equipos y herramientas					
Sistema de riego	ha	1	2.400,00	1	2.400,00
Sistema de fertirriego	ha	1	300	1	300
bomba de mochila	Unidad	1	105	1	105
Excavadora	Unidad	1	15	1	15
Tanque plástico	Unidad	1	30	1	30
Rastrillo	Unidad	1	3,56	1	3,56
Machete	Unidad	2	3,5	1	7
Cinta plástica	Unidad	6	3,5	1	21
Cinta métrica	Unidad	1	19	1	19
Letreros para tratamientos	Unidad	24	1,5	1	36
Letrero de proyecto	Unidad	1	30	1	30
Tijera de podar	Unidad	2	25	1	50
Calibrador	Unidad	1	12	1	12
Subtotal. 3.					3.028,56

4. Materiales e insumos					
Plántulas de cacao	Unidad	1.111,00	0,7	1	777,7
Cepa de platano	Unidad	1.111,00	0,5	1	555,5
Plántulas de guabo	Unidad	26	0,3	1	7,8
Urea	Kg	111,6	0,66	1	73,66
DAP (18-46-0)	Kg	83	0,92	1	76,36
Nitrato de amonio	Kg	83	0,64	1	53,12
Muriato de potasio	Kg	116	0,74	1	85,84
Sulfato de amonio	Kg	182	0,52	1	94,64
Sulfato de potasio	Kg	33	0,56	1	18,48
Boro	Kg	1	15	1	15
Fosforo	Kg	25	9	1	225
Bio-Cytolan polvo	kg	0,5	100	1	50
Bioestim-Plus	L	1,5	26	1	39
Combi	L	1	26	1	26
Cuprofix	kg	1	4,2	1	4,2
Fluramin	kg	8	10	1	80
Gramilac	L	5	12,5	1	62,5
Gramoxone	L	5	8,5	1	42,5
Goma	Unidad	2	0,6	1	1,2
Combustible	L	65	0,25	12	195
Agua de riego	m3	200	0,3	12	720
Cañas rollizas	Unidad	330	1	1	330
Análisis de suelo y agua	Unidad	2	50	1	100
Subtotal. 4.					3.633,50
5. Manejo del ensayo					
Aplicación de fertilizantes edáfico	Jornales	2	15	3	90
Aplicación de fertilizante foliar	Jornales	1	15	3	45
Aplicación de herbicida	Jornales	2	15	3	90
Control manual de malezas	Jornales	4	15	4	240
Resiembra de plantulas de cacao	Jornales	1	15	1	15
Podas	Jornales	2	15	6	180
Subtotal. 5.					660
Subtotal. (1+2+3+4+5+6)					8.042,06
6. Imprevistos					
Imprevistos 5 %					402,1
TOTAL. 6+(1+2+3+4+5+6)					8.444,16

Fuente: 1/ 2/ Información otorgada por el Centro de Producción y Prácticas Río Verde de la UPSE.

4.2. DISCUSIÓN

La mayor pérdida en prendimiento lo presentó el Tratamiento 3 (EET-558) con 28,57 %, valor excesivo respecto a lo indicado por INIAP (2009) en el sentido de que dentro de las características que tiene este clon esta la alta capacidad de adaptabilidad en la península de Santa Elena.

La mayor altura de planta fue para el Tratamiento 6 (EET-577) durante todo el período de la evaluación del ensayo, lo que se contrapone a INIAP (2011), que afirma que, entre todos los clones probados en su ensayo, el clon (EET-577) fue el peor, considerándolo como planta raquílica.

El mayor número de ramas lo presenta el Tratamiento 2 (EET-544), coincidiendo con INIAP (2009), que menciona que entre las características del clon (EET-544), se encuentra su crecimiento semi-erecto y frondosidad por sus números de ramas.

El mayor diámetro de tallo lo presenta el Tratamiento 6 (EET-577), contrario a INIAP (2011), que afirma que, entre los clones probados, el peor valor de la variable fue para clon (EET-577), llegándolo a considerar como plantas raquílicas.

El mayor porcentaje de floración en el primer y segundo trimestre lo presentó el Tratamiento 1 (EET-576), coincidiendo con INIAP (2009), que cita como clon destacado en floración entre el primer y segundo trimestre al EET-576.

El mayor índice de mazorca, semilla y producción lo presenta el Tratamiento 6 (EET-577), contrario a lo indicado por KAOKA-UNOCACE (2010) que reporta índices de mazorca y semilla con valores inferiores en sus parcelas productivas.

La presencia de plagas y enfermedades durante la evaluación del proyecto fue mínima, coincidiendo con INIAP (2009) en que las condiciones climatológicas de la península de Santa Elena son viables para el cultivo de cacao debido a la baja presencia de plagas y enfermedades.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- Tomando en consideración los resultados de las variables estudiadas, el clon EET-577 es el mejor en altura de planta, diámetro de tallo, índice de mazorca, índice semilla y rendimiento de cacao seco por ha, seguido de los clones EET-559 y EET-544, que superan al testigo EET-103.
- El análisis económico indica que para cultivar una hectárea de cacao con densidad de siembra 3 m entre plantas y 3 m entre filas, con un total de 1 111 plantas por ha, se requiere de una inversión aproximada de 8 444,16 dólares americanos, que se considera económicamente aceptable.
- El comportamiento presentado por los clones en las condiciones agroproductivas de la península de Santa Elena, que determinan la baja incidencia de plagas y enfermedades, permite que este cultivo pueda ser desarrollado con éxito en la zona.

RECOMENDACIONES.

- Continuar investigando hasta llegar al nivel máximo productivo de los seis clones de cacao.
- Tener presente que el cultivo es muy exigente en el recurso agua.
- Realizar investigaciones sobre la influencia de la corriente fría de Humboldt en la incidencia de Cherelle Wilt (marchitamiento prematuro

del fruto) y su control con fitofortificantes ricos en aminoácidos u otros productos.

- En lo posterior, redistribuir la sombra temporal y permanente del cultivo de manera adecuada, ya que la península cuenta con más horas e intensidad de luz que otras zonas.

BIBLIOGRAFÍA

ASOCIACIÓN NACIONAL DE EXPORTADORES DE CACAO ANECACAO EC y CORPORACIÓN DE PROMOCIÓN DE EXPORTACIONES E INVERSIONES CORPEI EC. (2009). Manual del cultivo de cacao para pequeños productores. Programa de establecimiento de una estrategia de competitividad de la cadena de cacao fino y de aroma en el Ecuador. Guayaquil. 55 p.

ASOCIACIÓN NACIONAL DE EXPORTADORES DE CACAO ANECACAO EC. (2014). Servicio mensual de Estadísticas de Exportación, en línea, consultado enero 2015. www.anecacao.com/es/estadisticas/

BENITO S., J. (1992) Paquete tecnológico de manejo integrado del cacao, en línea, consultado enero del 2013. <http://www.Sidalc.net/repdoc/A5344E/A5344E.PDF>

CÓRDOVA ÁVALOS, V., SÁNCHEZ HERNÁNDEZ, M., y ESTRELLA CHULÍM, N. G. (2009). Factores que afectan la producción de cacao (*theobroma cacao l.*) en el ejido Francisco I. Madero del plan chontalpa, Tabasco, México. México: D - Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Retrievedfrom. Pg. 98 <http://www.ebrary.com>

COMPLEJO CULTURAL REAL ALTO (s.f. en línea). Cultura e identificación de los pueblos de la península de Santa Elena Ecuador, consultado enero 2013. <http://www.complejoculturalrealalto.org/p/flora-de-la-zona.html>

CHIRIBOGA, V. M. (2013). Jornaleros, grandes propietarios y exportación cacaotera, 1790-1925 (2a. ed.). Ecuador: Corporación Editora Nacional. Retrievedfrom. Pg. 144. <http://www.ebrary.com>

ENRÍQUEZ G., A. (2004) Cacao orgánico: Guía para productores ecuatorianos. Quito, EC. Consultado marzo 2013.

FUNDACIÓN KAOKA ECUADOR (2010) Programa de renovación de fincas KAOKA – UNOCACE. Folleto divulgativo.

FUNDACIÓN MAQUITA CUSHUNCHIC MCCH. Podas en cacao. Consultado enero 2013, disponible en <http://pab.ec/publicacion/podasmcch.pdf>

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIAS INIAP EC. (1993). Manual del cultivo de cacao # 25. 2ed. Pichilingue EC. Consultado enero 2013.

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIAS, Quevedo (Ecuador). 2009. Est. Exp. Pichilingue. Nuevos clones de cacao nacional para la producción bajo riego en la península de Santa Elena. Boletín técnico # 134. Pg 1.

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIAS, Quevedo (Ecuador). 2009. Est. Exp. Pichilingue. Nuevos clones de cacao nacional para la zona central de Manabí. Boletín divulgativo # 346. Pg 5.

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIAS, Estación Experimental del Litoral, (1992). Tecnología disponible para la problemática entomológica en cultivos del litoral. Boletín técnico # 69.

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIAS, Estación Experimental del Portoviejo, (2011). Comportamiento de clones de cacao *Theobroma cacao* L. en la zona de Santa Ana, provincia de Manabí. Informe técnico anual. Disponible en http://190.57.176.150:2080/Agris_sp/Informes Anuales/CAFE Y CACAO/INFORME ANUAL 2011.pdf

JOHNSON J., M, BONILLA J., C. y AGÜERO C, L. (2008). Manual de manejo y producción del cacaotero. León, NI.

MANUAL TÉCNICO DE LOS PRINCIPALES CULTIVOS EXPERIMENTADOS EN LA PENÍNSULA DE SANTA ELENA. (2001) Estudio del potencial agroindustrial y exportador de la península de Santa Elena y los recursos necesarios para su implementación.

MAGAP, SIGAGRO y ANÁLISIS SECTORIAL (2011), en línea. Disponible en www.ecuaquimica.com.ec/cacao.pdf

MUZZIO P., L. y SALTOS C., M. (2002). Análisis comparativo entre la producción orgánica de banano, cacao y café y la producción convencional. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Agraria del Ecuador. Guayaquil, EC. 85 p.

ODUM (1984) citado por Enríquez G. A (2004)

PAREDES A., M. (2003) Ministerio de agricultura de Perú. Programa para el desarrollo de la amazonia pro amazonia. Manual del cultivo del cacao, en línea. http://www.ceaecuador.org/imagesFTP/4642.manual_Cacao__peru.pdf

PASTORELLY D, VERA M, PILAMUNGA M, IZQUIERDO L, MEJÍA Y, POSLIGUA W, ZAMBRANO D. y RODRÍGUEZ R. Manual del cultivo de cacao. Guayaquil, EC. 80 p.

PROGRAMA BIODIVERSIDAD ALTER VIDA. Suplemento Rural. Control natural de plagas y enfermedades. Biofertilizantes. <http://archivo.abc.com.py/suplementos/rural/articulos.php?pid=215654>

PROGRAMA NACIONAL DEL CACAO (s.f.), manual del cultivo del cacao, elaborado por MAG.

QUIROZ J., AGAMA J. (2007). El Manejo del Cultivo del cacao. GTZ – ECORAE; 2002. Editorial PASQUEL. Edición I. – Marzo Quito – Ecuador. Pg 77

REVISTA AMÉRICA ECONOMÍA (2014). americaeconomia.com › Negocios & Industrias › Agro. En línea, consultado enero 2015. www.americaeconomia.com/

RESTREPO J. (2002). Agricultura orgánica: Biofertilizantes preparados y fermentados a base de mierda de vaca. Primera edición. Cali, CO. Litocenco.

SUÁREZ, G. M., VANTOUR, A., y GAREA, E. (2009). Zonificación agroecológica de Theobroma cacao, Lin para el macizo montañoso Nipe - Sagua – Baracoa. En: Memorias del XVI Congreso científico internacional del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. Cuba: Editorial Universitaria. Retrieved from. Pg. 4. <http://www.ebrary.com>

SUQUILANDA V., MB. (1995). Agricultura orgánica. Alternativa tecnológica del futuro. FUNDAGRO-UPS. Quito, EC. 91 p.

ANEXOS

Cuadro 2A₁. Datos promedios de la altura de plantas en (cm), tomados a los 15 meses después de la siembra. Centro de Producción y Prácticas Río Verde de la UPSE. Santa Elena Enero 2013.

Tratamientos	Repeticiones				Σ	X
	I	II	III	IV		
T1 EET-576	68,50	67,40	72,70	71,60	280,20	70,05
T2 EET-544	53,20	62,10	55,40	50,60	221,30	55,33
T3 EET-558	49,40	41,50	32,50	31,10	154,50	38,63
T4 EET-559	66,90	60,90	120,60	45,90	294,30	73,58
T5 EET-103	56,20	78,50	51,60	34,20	220,50	55,13
T6 EET-577	80,60	93,40	100,40	88,40	362,80	90,70
						63,90

Análisis de varianza de altura de planta a los 15 meses después de la siembra.

ANDEVA

F.V.	gl	SC	CM	F/calculado	F/tabla	
					5 %	1 %
Total	23	11.255,18				
Bloques	3	1.127,22	375,74			
Tratamientos	5	6.556,10	1.311,22	5,51**	2,90	4,56
Error	15	3.571,63	238,11			
C.V.		24,14 %				

** Altamente significativo

Cuadro 2A₂. Datos promedios de la altura de plantas en (cm), tomados a los 19 meses después de la siembra. Centro de Producción y Prácticas Río Verde de la UPSE. Santa Elena mayo 2013.

Tratamientos	Repeticiones				Σ	X
	I	II	III	IV		
T1 EET-576	127,10	108,60	151,30	169,50	556,50	139,13
T2 EET-544	113,70	129,10	111,10	102,40	456,30	114,08
T3 EET-558	90,80	75,70	73,80	57,80	298,10	74,53
T4 EET-559	120,80	113,90	201,60	89,40	525,70	131,43
T5 EET-103	104,80	138,90	90,30	68,90	402,90	100,73
T6 EET-577	138,10	142,00	148,00	129,20	557,30	139,33
						116,53

Análisis de varianza de altura de planta a los 19 meses después de la siembra.

ANDEVA

F.V.	gl	SC	CM	F/calculado	F/tabla	
					5 %	1 %
Total	23	26.046,33				
Bloques	3	2.122,30	707,43			
Tratamientos	5	13.089,02	2.617,80	3,62*	2,90	4,56
Error	15	10.835,02	722,33			
C.V.	23,06 %					

* Significativo

Cuadro 2A₃. Datos promedios de la altura de plantas en (cm), tomados a los 23 meses después de la siembra. Centro de Producción y Prácticas Río Verde de la UPSE. Santa Elena septiembre 2013.

Tratamientos	Repeticiones				Σ	X
	I	II	III	IV		
T1 EET-576	130,80	116,50	147,20	163,10	557,60	139,40
T2 EET-544	137,50	137,90	100,40	155,40	531,20	132,80
T3 EET-558	90,30	60,70	60,70	73,10	284,80	71,20
T4 EET-559	129,00	118,50	189,90	94,10	531,50	132,88
T5 EET-103	91,10	150,40	100,70	71,10	413,30	103,33
T6 EET-577	147,80	151,70	172,00	139,70	611,20	152,80
						122,07

Análisis de varianza de altura de planta a los 23 meses después de la siembra.

ANDEVA

F.V.	gl	SC	CM	F/calculado	F/tabla	
					5 %	1 %
Total	23	30.035,45				
Bloques	3	469,46	156,49			
Tratamientos	5	17.662,70	3.532,54	4,45*	2,90	4,56
Error	15	11.903,29	793,55			
C.V.	23,07 %					

*Significativo

Cuadro 2A₄. Datos promedios de la altura de plantas en (cm), tomados a los 27 meses después de la siembra. Centro de Producción y Prácticas Río Verde de la UPSE. Santa Elena enero 2014.

Tratamientos	Repeticiones				Σ	X
	I	II	III	IV		
T1 EET-576	150,50	131,60	166,40	189,60	638,10	159,53
T2 EET-544	158,50	154,20	115,70	169,10	597,50	149,38
T3 EET-558	106,27	81,20	81,20	83,30	351,97	87,99
T4 EET-559	140,90	129,60	209,40	107,00	586,90	146,73
T5 EET-103	111,30	173,70	117,10	96,90	499,00	124,75
T6 EET-577	165,70	165,40	181,60	160,20	672,90	168,23
						139,43

Análisis de varianza de altura de planta a los 27 meses después de la siembra.

ANDEVA

F.V.	gl	SC	CM	F/calculado	F/tabla	
					5 %	1 %
Total	23	30.378,97				
Bloques	3	358,98	119,66			
Tratamientos	5	16.985,81	3.397,16	3,91*	2,90	4,56
Error	15	13.034,19	868,95			
C.V.		21,14 %				

*Significativo

Cuadro 2A₅. Datos promedios de la altura de plantas en (cm), tomados a los 31 meses después de la siembra. Centro de Producción y Prácticas Río Verde de la UPSE. Santa Elena junio 2014.

Tratamientos	Repeticiones				Σ	X
	I	II	III	IV		
T1 EET-576	169,70	131,60	177,70	206,60	685,60	171,40
T2 EET-544	169,00	172,70	123,10	171,40	636,20	159,05
T3 EET-558	135,90	102,30	97,50	83,30	419,00	104,75
T4 EET-559	160,30	165,20	224,60	118,20	668,30	167,08
T5 EET-103	111,30	177,00	117,10	103,00	508,40	127,10
T6 EET-577	163,90	179,00	184,60	167,60	695,10	173,78
						150,53

Análisis de varianza de altura de planta a los 31 meses después de la siembra.

ANDEVA

F.V.	gl	SC	CM	F/calculado	F/tabla	
					5 %	1 %
Total	23	31.400,75				
Bloques	3	655,06	218,35			
Tratamientos	5	15.877,95	3.175,59	3,20*	2,90	4,56
Error	15	14.877,14	991,81			
C.V.	20,92 %					

*Significativo

Cuadro 3A₁. Datos promedios de numero de ramas, tomados a los 15 meses después de la siembra. Centro de Producción y Prácticas Río Verde de la UPSE. Santa Elena enero 2013.

Tratamientos	Repeticiones				Σ	X
	I	II	III	IV		
T1 EET-576	2,60	1,80	2,50	2,00	8,90	2,23
T2 EET-544	2,00	2,40	2,30	1,80	8,50	2,13
T3 EET-558	2,10	1,90	2,10	1,60	7,70	1,93
T4 EET-559	1,90	1,60	2,40	1,90	7,80	1,95
T5 EET-103	2,10	2,50	1,50	2,10	8,20	2,05
T6 EET-577	2,10	2,10	2,00	2,10	8,30	2,08
						2,06

Análisis de varianza de número de ramas a los 15 meses después de la siembra.

ANDEVA

F.V.	gl	SC	CM	F/calculado	F/tabla	
					5 %	1 %
Total	23	1,94				
Bloques	3	0,19	0,06			
Tratamientos	5	0,25	0,05	0,50ns	0,156	0,076
Error	15	1,50	0,10			
C.V.	15,35 %					

NS = No significativo

Cuadro 3A₂. Datos promedios de numero de ramas, tomados a los 19 meses después de la siembra. Centro de Producción y Prácticas Río Verde de la UPSE. Santa Elena mayo 2013.

Tratamientos	Repeticiones				Σ	X
	I	II	III	IV		
T1 EET-576	2,40	2,10	2,10	2,10	8,70	2,18
T2 EET-544	2,40	2,40	2,40	2,40	9,60	2,40
T3 EET-558	2,10	2,60	2,40	2,20	9,30	2,33
T4 EET-559	2,30	2,20	2,30	2,20	9,00	2,25
T5 EET-103	2,20	2,70	2,00	2,60	9,50	2,38
T6 EET-577	2,10	2,20	2,50	2,20	9,00	2,25
						2,30

Análisis de varianza de número de ramas a los 19 meses después de la siembra.

ANDEVA

F.V.	gl	SC	CM	F/calculado	F/tabla	
					5 %	1 %
Total	23	0,79				
Bloques	3	0,04	0,01			
Tratamientos	5	0,15	0,03	0,75ns	0,156	0,076
Error	15	0,60	0,04			
C.V.	8,69 %					

NS = No significativo

Cuadro 3A₃. Datos promedios de numero de ramas, tomados a los 23 meses después de la siembra. Centro de Producción y Prácticas Río Verde de la UPSE. Santa Elena septiembre 2013.

Tratamientos	Repeticiones				Σ	X
	I	II	III	IV		
T1 EET-576	2,50	2,00	2,30	2,70	9,50	2,38
T2 EET-544	3,40	3,00	2,50	2,70	11,60	2,90
T3 EET-558	2,00	2,30	2,40	1,80	8,50	2,13
T4 EET-559	2,10	2,30	2,30	2,00	8,70	2,18
T5 EET-103	2,10	2,20	2,10	1,90	8,30	2,08
T6 EET-577	2,10	2,10	2,00	2,00	8,20	2,05
						2,28

Análisis de varianza de número de ramas a los 23 meses después de la siembra.

ANDEVA

F.V.	gl	SC	CM	F/calculado	F/tabla	
					5%	1%
Total	23	3,17				
Bloques	3	0,11	0,04			
Tratamientos	5	2,09	0,42	6,46**	2,90	4,56
Error	15	0,97	0,06			
C.V.	10,74%					

****Altamente significativo**

Cuadro 3A₄. Datos promedios de numero de ramas, tomados a los 27 meses después de la siembra. Centro de Producción y Prácticas Río Verde de la UPSE. Santa Elena enero 2014.

Tratamientos	Repeticiones				Σ	X
	I	II	III	IV		
T1 EET-576	2,10	2,50	2,30	1,90	8,80	2,20
T2 EET-544	3,30	2,60	2,60	3,10	11,60	2,90
T3 EET-558	2,00	2,30	2,30	1,80	8,40	2,10
T4 EET-559	2,10	2,30	2,00	2,00	8,40	2,10
T5 EET-103	2,10	2,80	2,10	1,90	8,90	2,23
T6 EET-577	2,10	2,10	2,00	2,20	8,40	2,10
						2,27

Análisis de varianza de número de ramas a los 27 meses después de la siembra.

ANDEVA

F.V.	gl	SC	CM	F/calculado	F/tabla	
					5 %	1 %
Total	23	3,27				
Bloques	3	0,26	0,09			
Tratamientos	5	1,96	0,39	5,65**	2,90	4,56
Error	15	1,04	0,07			
C.V.	11,65 %					

****Altamente significativo**

Cuadro 3A₅. Datos promedios de numero de ramas, tomados a los 31 meses después de la siembra. Centro de Producción y Prácticas Río Verde de la UPSE. Santa Elena junio 2014.

Tratamientos	Repeticiones				Σ	X
	I	II	III	IV		
T1 EET-576	2,30	2,00	2,30	1,90	8,50	2,13
T2 EET-544	2,30	2,40	1,90	2,20	8,80	2,20
T3 EET-558	2,00	1,90	2,30	1,80	8,00	2,00
T4 EET-559	2,10	2,30	2,10	2,00	8,50	2,13
T5 EET-103	2,10	2,50	2,10	1,90	8,60	2,15
T6 EET-577	2,10	2,10	2,00	2,00	8,20	2,05
						2,11

Análisis de varianza de número de ramas a los 31 meses después de la siembra.

ANDEVA

F.V.	gl	SC	CM	F/calculado	F/tabla	
					5 %	1 %
Total	23	0,76				
Bloques	3	0,18	0,06			
Tratamientos	5	0,10	0,02	0,64ns	0,156	0,076
Error	15	0,47	0,03			
C.V.	8,21 %					

NS = No significativo

Cuadro 4A₁. Datos promedios de diámetro de tallo (mm), tomados a los 15 meses después de la siembra. Centro de Producción y Prácticas Río Verde de la UPSE. Santa Elena enero 2013.

Tratamientos	Repeticiones				Σ	X
	I	II	III	IV		
T1 EET-576	28,55	21,77	27,53	29,09	106,94	26,74
T2 EET-544	25,03	25,64	29,15	19,19	99,01	24,75
T3 EET-558	21,15	16,42	14,84	14,90	67,31	16,83
T4 EET-559	21,03	25,84	34,30	20,59	101,76	25,44
T5 EET-103	21,80	24,97	16,24	20,27	83,28	20,82
T6 EET-577	24,57	30,30	24,46	23,83	103,16	25,79
						23,39

Análisis de varianza de diámetro de tallo a los 15 meses después de la siembra.

ANDEVA

F.V.	gl	SC	CM	F/calculado	F/tabla	
					5 %	1 %
Total	23	591,03				
Bloques	3	36,34	12,11			
Tratamientos	5	290,72	58,14	3,30*	2,90	4,56
Error	15	263,97	17,60			
C.V.		17,94 %				

*Significativo

Cuadro 4A₂. Datos promedios de diámetro de tallo (mm), tomados a los 19 meses después de la siembra. Centro de Producción y Prácticas Río Verde de la UPSE.

Santa Elena mayo 2013.

Tratamientos	Repeticiones				Σ	X
	I	II	III	IV		
T1 EET-576	41,60	34,86	34,03	52,08	162,57	40,64
T2 EET-544	41,52	35,61	35,87	44,81	157,81	39,45
T3 EET-558	35,94	23,05	25,46	28,67	113,12	28,28
T4 EET-559	32,51	41,77	46,20	33,60	154,08	38,52
T5 EET-103	36,66	43,85	33,01	30,58	144,11	36,03
T6 EET-577	41,73	42,30	41,68	43,05	168,76	42,19
						37,52

Análisis de varianza de diámetro de tallo a los 19 meses después de la siembra.

ANDEVA

F.V.	gl	SC	CM	F/calculado	F/tabla	
					5 %	1 %
Total	23	1.090,68				
Bloques	3	29,09	9,70			
Tratamientos	5	495,60	99,12	2,63ns	2,90	4,56
Error	15	565,99	37,73			
C.V.		16,37 %				

NS = No significativo

Cuadro 4A₃. Datos promedios de diámetro de tallo (mm), tomados a los 23 meses después de la siembra. Centro de Producción y Prácticas Río Verde de la UPSE.

Santa Elena septiembre 2013.

Tratamientos	Repeticiones				Σ	X
	I	II	III	IV		
T1 EET-576	50,12	38,35	38,75	55,99	183,21	45,80
T2 EET-544	46,20	38,69	39,27	48,45	172,61	43,15
T3 EET-558	38,42	28,61	28,61	31,39	127,03	31,76
T4 EET-559	36,02	45,27	50,02	37,40	168,72	42,18
T5 EET-103	39,80	50,82	36,30	33,41	160,33	40,08
T6 EET-577	44,82	46,50	44,94	49,88	186,14	46,54
						41,58

Análisis de varianza de diámetro de tallo a los 23 meses después de la siembra.

ANDEVA

F.V.	gl	SC	CM	F/calculado	F/tabla	
					5 %	1 %
Total	23	1.262,92				
Bloques	3	36,68	12,23			
Tratamientos	5	575,75	115,15	2,66ns	2,90	4,56
Error	15	650,50	43,37			
C.V.		15,84 %				

NS = No significativo

Cuadro 4A₄. Datos promedios de diámetro de tallo (mm), tomados a los 27 meses después de la siembra. Centro de Producción y Prácticas Río Verde de la UPSE.

Santa Elena enero 2014.

Tratamientos	Repeticiones				Σ	X
	I	II	III	IV		
T1 EET-576	56,79	42,07	45,01	64,21	208,10	52,03
T2 EET-544	54,19	47,51	47,39	57,70	206,81	51,70
T3 EET-558	45,64	35,10	35,10	39,05	154,89	38,72
T4 EET-559	43,34	55,48	57,76	44,22	200,82	50,20
T5 EET-103	48,17	56,56	41,93	38,18	184,86	46,22
T6 EET-577	52,40	55,89	53,07	56,62	218,00	54,50
						48,90

Análisis de varianza de diámetro de tallo a los 27 meses después de la siembra.

ANDEVA

F.V.	gl	SC	CM	F/calculado	F/tabla	
					5 %	1 %
Total	23	1.492,43				
Bloques	3	44,54	14,85			
Tratamientos	5	645,85	129,17	2,42ns	2,90	4,56
Error	15	802,04	53,47			
C.V.	14,95 %					

NS = No significativo

Cuadro 4A₅. Datos promedios de diámetro de tallo (mm), tomados a los 31 meses después de la siembra. Centro de Producción y Prácticas Río Verde de la UPSE. Santa Elena junio 2014.

Tratamientos	Repeticiones				Σ	X
	I	II	III	IV		
T1 EET-576	56,30	51,07	51,67	66,36	225,42	56,36
T2 EET-544	70,02	72,27	50,05	67,99	260,34	65,09
T3 EET-558	59,41	49,10	39,92	45,23	193,68	48,42
T4 EET-559	56,85	67,38	75,18	43,72	243,15	60,79
T5 EET-103	59,61	70,74	50,33	39,49	220,19	55,05
T6 EET-577	63,49	71,00	60,66	59,02	254,19	63,55
						58,21

Análisis de varianza de diámetro de tallo a los 31 meses después de la siembra.

ANDEVA

F.V.	gl	SC	CM	F/calculado	F/tabla	
					5 %	1 %
Total	23	2.604,27				
Bloques	3	421,20	140,40			
Tratamientos	5	766,80	153,36	1,62ns	2,90	4,56
Error	15	1.416,26	94,42			
C.V.	16,69 %					

NS = No significativo

Cuadro 5A₁. Promedios de porcentajes originales sobre la variable floración a los 27 meses. Centro de Producción y Prácticas Río Verde de la UPSE. Santa Elena abril 2013.

Tratamientos		Repeticiones				Σ	X
		I	II	III	IV		
T1	EET-576	77,50	6,50	77,00	97,00	258,00	64,50
T2	EET-544	72,00	78,00	42,00	42,00	234,00	58,50
T3	EET-558	28,50	28,50	28,50	28,50	114,00	28,50
T4	EET-559	51,00	51,00	92,00	51,00	245,00	61,25
T5	EET-103	8,500	86,00	6,00	9,50	110,00	27,50
T6	EET-577	65,00	22,50	28,00	81,00	196,50	49,13
							48,23

Promedios de porcentajes de floración, transformados a valores de arco-seno, a los 27 meses. Centro de Producción y Prácticas Río Verde de la UPSE. Santa Elena abril 2013.

Tratamientos		Repeticiones				Σ	X
		I	II	III	IV		
T1	EET-576	61,68	14,77	61,34	80,02	217,81	54,45
T2	EET-544	58,05	62,03	40,40	40,40	200,88	50,22
T3	EET-558	32,27	32,27	32,27	32,27	129,08	32,27
T4	EET-559	45,57	45,57	73,57	45,57	210,28	52,57
T5	EET-103	16,95	68,03	14,18	17,96	117,12	29,28
T6	EET-577	53,73	28,32	31,95	64,16	178,16	44,54
							43,89

Análisis de varianza de floración 27 meses después de la siembra

ANDEVA

F.V.	gl	SC	CM	F/calculado	F/tabla	
					5 %	1 %
Total	23	8.513,97				
Bloques	3	93,29	31,10			
Tratamientos	5	2.303,51	460,70	1,13ns	2,90	4,56
Error	15	6.117,81	407,85			
C.V.		46,00 %				

NS = No significativo

Cuadro 5A₂. Promedios de porcentajes originales sobre la variable floración a los 31 meses. Centro de Producción y Prácticas Río Verde de la UPSE. Santa Elena abril 2013.

Tratamientos	Repeticiones				Σ	X
	I	II	III	IV		
T1 EET-576	33,00	33,00	86,00	80,00	232,00	58,00
T2 EET-544	6,20	57,00	27,00	27,00	117,20	29,30
T3 EET-558	16,00	16,00	16,00	16,00	64,00	16,00
T4 EET-559	37,50	37,50	69,00	37,50	181,50	45,38
T5 EET-103	49,00	49,00	49,00	49,00	196,00	49,00
T6 EET-577	27,50	10,50	26,00	72,00	136,00	34,00
						38,61

Promedios de porcentajes de floración, transformados a valores de arco-seno, a los 31 meses. Centro de Producción y Prácticas Río Verde de la UPSE. Santa Elena abril 2013.

Tratamientos	Repeticiones				Σ	X
	I	II	III	IV		
T1 EET-576	35,05	22,55	68,03	63,44	189,07	47,27
T2 EET-544	14,30	49,02	31,31	31,31	125,94	31,49
T3 EET-558	23,58	23,58	23,58	23,58	94,32	23,58
T4 EET-559	37,76	37,76	56,17	37,76	169,45	42,36
T5 EET-103	44,43	44,43	44,43	44,43	177,72	44,43
T6 EET-577	31,63	18,91	30,66	58,05	139,25	34,81
						37,32

Análisis de varianza de floración 31 meses después de la siembra

ANDEVA

F.V.	gl	SC	CM	F/calculado	F/tabla	
					5 %	1 %
Total	23	4.746,37				
Bloques	3	710,59	236,86			
Tratamientos	5	1.616,22	323,24	2,00ns	2,90	4,56
Error	15	2.419,57	161,30			
C.V.	34,00 %					

NS = No significativo

Cuadro 6A. Inventario de frutos sanos del primero al quinto mes, a los 31 meses de edad del cultivo. Centro de Producción y Prácticas Río Verde de la UPSE. Santa Elena junio 2014.

Fructificación		
Tratamientos		Frutos sanos
T1	EET-576	97
T2	EET-544	310
T3	EET-558	70
T4	EET-559	185
T5	EET-103	235
T6	EET-577	115
Total		1012,00

Cuadro 7A. Inventario de frutos afectado por Cherelle Wilt durante los meses del año, Centro de Producción y Prácticas Río Verde de la UPSE. Santa Elena 2013 a 2014.

Frutos afectados con Cherelle Wilt	
Meses	Frutos contados
Ene	12
Feb	6
Mar	11
Abr	12
May	14
Jun	28
Jul	36
Ago	56
Sep	37
Oct	15
Nov	13
Dic	7
Total	247



**ESTACIÓN EXPERIMENTAL DEL LITORAL SUR
"DR. ENRIQUE AMPUERO PAREJA"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS**

Km. 26 Vía Durán - Tambo Apdo. Postal 09-01-7069 Yaguachi - Guayas - Ecuador
Teléfono: 27171161 Fax: 27171119 Celular: 094535153 - 094535153 - 099351750 e-mail: iniap_la_lab@yahoo.es

"Laboratorio de ensayo
acreditado por el OAE
con acreditación N° OAE LE C 11-007"

INFORME DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PRODUCCIÓN		DATOS DE LA MUESTRA	
mpre : UPSE	Nombre : CENTRO PRACTICA Y PRODUCTOS	Informe No. : 0013159	Factura No. : 9489		
cción : VIA LA LIBERTAD	Provincia : SANTA ELENA	Responsable Muestreo : Cliente	Fecha Análisis : 27/11/2012		
id : SANTA ELENA	Cantón : SANTA ELENA	Fecha Muestreo : 17/11/2012	Fecha Emisión : 30/11/2012		
ono : 2784006	Parroquia : SANTA ELENA	Fecha Ingreso : 19/11/2012	Fecha Impresión : 03/12/2012		
: NE	Ubicación : KM. 105 VIA GUAYACUIL SALIN	Condiciones Ambientales : T°C: %H:	Cultivo Actual : CACAO		

Laborat.	Identificación del Lote	pH	ug/ml											
			* NH ₄	* P	K	* Ca	* Mg	* S	* Zn	Cu	* Fe	* Mn	* B	* Cl
1	MUESTRA 1	6.7 PN	13 B	30 A	177 A	3743 A	890 A	18 M	0.7 B	2.1 M	10 B	13.3 M	0.39 B	
1	MUESTRA 2	6.7 PN	15 B	30 A	320 A	3185 A	688 A	18 M	1.2 B	4.6 A	54 A	8.2 M	0.47 B	

Interpretación	pH	
NH ₄ , P, K, Ca, Mg, S	Alc = Muy Acido	N = Neutro
Zn, Cu, Fe, Mn, B, Cl	Ac = Acido	L/N = Lig. Alcalino
	Med = Med. Acido	Med = Med. Alcalino
	L/Alc = Lig. Acido	Al = Alcalino
	N/Alc = Pres. Neutro	BC = Requiere Cal.
	B = Bajo	
	M = Medio	
	A = Alto	

Substrato	Metodología	Extracción
NH ₄ , P	Colorimétrica	Orsen
K, Ca, Mg	Espectroscópica	Mediando
Zn, Cu, Fe, Mn	Espectroscópica	pH 8.5
S	Turbidimétrica	Fluoruro de Ca
B	Colorimétrica	Mercurio
Cl	Volumétrica	Punto Saturado
pH	Potenciométrica	Suelto Agua (1:2.5)

Muestra de Referencia Opciones			
Medida (ug/ml)			
NH ₄ = 20 - 40	Mg 107.5 - 240	Fe = 20 - 40	
P = 10 - 20	S = 10 - 20	Mn = 5 - 15	
K = 70 - 150	Zn = 2.0 - 7.0	B = 0.5 - 1.0	
Ca = 800 - 1600	Cu = 1.0 - 4.0		10 - 24

entregado
 menor al Límite de Cuantificación
 todos emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) sometida(s) al ensayo
 y los mercados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación solicitado al OAE
 omes, interpretaciones, etc. que se indican a continuación, están fuera del alcance de acreditación solicitado al OAE
 o subcontratado
 e la reproducción parcial, si se va a copiar que sea en su totalidad

Responsable Laboratorio

Figura 1A. Reporte de análisis de suelo.



**ESTACIÓN EXPERIMENTAL DEL LITORAL SUR
"DR. ENRIQUE AMPUERO PAREJA"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS**

Km. 26 Vía Durán - Tambo Apdo. Postal 09-01-7069 Yaguachi - Guayas - Ecuador
Teléfono: 2717191 Fax: 2717119 Celular: 094535153 - 094535153 - 099351790 e-mail: iniap_la_lab@yahoo.es

*Laboratorio de ensayo
acreditado por el OAE
con acreditación N° OAE LE C 11-

INFORME DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		DATOS DE LA MUESTRA			
Nombre :	LIPSE	Nombre :	CENTRO PRACTICA Y PRODUCTO	Informe No. :	0013169	Factura No. :	9459
Dirección :	VIA LA LIBERTAD	Provincia :	SANTA ELENA	Responsable Muestreo :	Cliente	Fecha Análisis :	27/11/201
Ciudad :	SANTA ELENA	Cantón :	SANTA ELENA	Fecha Muestreo :	17/11/2012	Fecha Emisión :	30/11/201
Teléfono :	2784006	Parroquia :	SANTA ELENA	Fecha Ingreso :	19/11/2012	Fecha Impresión :	03/12/201
Fax :	N/E	Ubicación :	KM. 105 VIA GUAYAQUIL SALINA	Condiciones Ambientales :	T°C:0.0 %H: 0.0	Cultivo Actual :	CACAO

N° Laborat.	Identificación	* Textura (%)			* Clase Textural	mg/100ml			m.S/cm	C.E. (%)	mg/100ml					Σ Bases	Ca Mg K
		Arena	Limo	Arcilla		* Al+H	* Al	* Na			* M.O.	K	* Ca	* Mg	Mg		
45013	MUESTRA 1	52	16	22	Franco-Arcillo-Arenoso					1.00	0.45	18.72	7.33	25.49	2.56	16.1	5
45014	MUESTRA 2	54	20	16	Franco-Arenoso					1.00	0.82	15.93	5.66	22.41	2.81	6.90	2

Abreviaturas		C.E.	
AD = Adecuado	NO = No Salino		
LT = Ligeros Tóxicos	LS = Lig. Salino		
T = Tóxico	S = Salino		
	MS = Muy Salino		

Abreviaturas	
C.E.	Conductividad Eléctrica
M.O.	Materia Orgánica
CIC	Capacidad de Intercambio Catiónico

Abreviaturas		Extracción	
M.O.	Materia Orgánica	Dióxido de S.	
OC	Organismo Comestible	Acetato de Amonio	
Na	Sodio	Cloruro de Boro	
C.E.	Extrato de pasta saturada	Agua	

Log. Unidad mg/100ml	Log. Límite (Límite)	Número de Referencia	
		Log. Límite (Límite)	Unidad
Al+H 0.01 - 1.5	C.E. 2.0 - 4.0	CaMg 0.0 - 5.0	K 0.2 - 5.0
Al 0.01 - 1.0		MgM 0.5 - 10.0	Ca 4 - 8
Na 0.5 - 1.0	M.O. 0.1 - 5.0	CatMgM 10.5 - 50.0	Mg 1 - 2


 Responsable Laboratorio

N/E = No entregado
 *L.C. = Menor al Límite de Certificación
 Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) sometida(s) al ensayo.
 Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación solicitado al OAE.
 Los optimizos, interpretaciones, etc. que se indican a continuación, están fuera del alcance de acreditación solicitado al OAE.
 ** Ensayo subcontratado.
 Se prohíbe la reproducción parcial o total sin el consentimiento.

Figura 2A. Reporte de análisis de suelo.



ESTACION EXPERIMENTAL DEL LITORAL SUR
"DR. ENRIQUE AMPUERO PAREJA"

LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS

Km. 26 Via Duran - Tambo Aydo. Postal 09-01-7069 Yaguachi - Guayas - Ecuador
Teléfono: 2717161 Fax: 2717119 Celular: 09433163 - 099351760 - e-mail: iniap@laboynohues.com



LABORATORIO DE
ENSAYOS
N° OAE LE C 11-007

INFORME DE ANALISIS QUIMICO DE AGUAS

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		DATOS DE LA MUESTRA			
U:	UPSE	Nombre :	MANGLARALTO - RIO VERDE	Informe No. :	000 1317	Factura No. :	9968
Sn:	N/E	Provincia :	SANTA ELENA	Responsable Muestro:	CEJ/NTE	Fecha Análisis :	10/04/2013
:	N/E	Cantón :	SANTA ELENA	Fecha muestreo :	8-9/04/2013	Fecha Emisión :	10/04/2013
O:	N/E	Parroquia :	MANGLARALTO	Fecha Ingreso :	09/04/2013	Fecha Impresión:	11/04/2013
	N/E	Ubicación :	COMUNA RIO VERDE	Condiciones Ambientales :	T ° C 26.1	%H	59.7

N° Laborat.	Identificación del Lote	uS/cm CE	mg/L				mg/L				pH	RAS	PSI	%Na	Clase
			Ca	Mg	Na	K	-CO ₃	-HCO ₃	-Cl	-SO ₄					
1494	RIO VERDE - CANAL	340	38.5	6.8	19.3	8.9	ND	2.9	1.0	ND	7.7	1.0	<1	25.29	C2S1

NOTACIONES:

CLASIFICACION	
AGUAS SALENAS	AGUAS NO SALINAS
de salinidad baja	S1: Aguas de contenido bajo de sales
de salinidad moderada	S2: Aguas medianas en sales
de salinidad moderada a alta	S3: Aguas de contenido alto de sales
de salinidad alta	S4: Aguas de contenido muy alto de sales
de salinidad muy alta	
de salinidad excesiva	

Determinación Metodología
pH, CE : Electrométrica
K, Ca, Na, Mg : Absorción Atómica

Menor al Límite de Cuantificación

Datos emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) sometida(s) al ensayo

datos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación solicitado al OAE

datos, interpretaciones, etc, que se indican a continuación, están fuera del alcance de acreditación solicitado al OAE

o subcontratado

de la reproducción parcial, si se va a copiar que sea en su totalidad

[Firma]
Responsable Laboratorio

Figura 3A. Reporte de calidad de agua.



Figura 4A. Resiembra de clones.



Figura 5A. Toma de datos de variable altura de planta.



Figura 6A. Toma de dato de variable número de rama.



Figura 7A. Toma de dato de variable diámetro de tallo



Figura 8A. Toma de datos de variable floración.



Figura 9A. Fructificaciones de los clones de cacao



Figura 10A. Cosechas de mazorca



Figura 11A. Presencia de pulgones *Aphis gossypii* en brotes



Figura 12A. Aplicación de fluramin para el control de hormigas *Atta cephalotes*.



Figura 13A. Muerte regresiva de clones de cacao.



Figura 14A. Frutos afectados por Cherelle Wilt.



Figura 15A. Presencia de la mosca de la fruta en guabo *Anastrepa ludens*.



Figura 16A. Sistema de riego por microaspersores.



Figura 17A. Identificación de los tratamientos



Figura 18A. Identificación de plantas útiles.



Figura 19A. Control manual de maleza.



Figura 20A. Aplicación de fertilizante Bioestim Plus vía foliar.



Figura 21A. Aplicación de fertilizante vía fertirriego.



Figura 22A. Aplicación de fertilizante vía edáfica.



Figura 23A. Aplicación de humus en los clones de cacao



Figura 24A. Poda de formación de los clones.



Figura 25A. Poda de mantenimiento de los clones.



Figura 26A. Poda fitosanitaria de los clones.



Figura 27A. Daños mecánicos de la plantación de cacao.



Figura 28A. Poda de mantenimiento de sombra permanente.



Figura 29A. Peso de mazorca de los clones de cacao.



Figura 30A. Peso de almendras húmedas de los clones de cacao.



Figuras 31A. Análisis práctico de campo para determinar las características físicas del suelo, y poder suministrar los requerimientos necesarios para el cultivo como: riego, materia orgánica, macro y micro nutrientes. Ya que estos estarán disponibles en el suelo para las plantas dependiendo de las características físicas y químicas del mismo.



Figura 32A. Socialización del comportamiento agronómico preliminar de seis clones de cacao de tipo nacional, (*Theobroma cacao* L.) con los agricultores de la Comuna Río Verde, interesados en sembrar cacao de tipo nacional. Centro de Producción y Prácticas Río Verde de la (UPSE). Santa Elena, Junio 2014.