



UNIVERSIDAD DE LAS REGIONES AUTÓNOMAS DE LA COSTA CARIBE NICARAGÜENSE

URACCAN

Monografía

**Evaluación agronómica de 5 híbridos de cacao (*Theobroma cacao*.
L.) finca La Esperanza, El Castillo, Río San Juan, 2016- 2017**

Para optar al título de Ingeniería Agroforestal

Autores:

**Br. Henry Taleno Taleno
Br. Mártir José Herrera Robleto**

Tutor:

Ing. Roder García Nicaragua

Nueva Guinea, RACCS, Nicaragua, diciembre, 2018

**UNIVERSIDAD DE LAS REGIONES AUTÓNOMAS
DE LA COSTA CARIBE NICARAGÜENSE**

URACCAN

Monografía

**Evaluación agronómica de 5 híbridos de cacao (Theobroma
cacao. L) finca La Esperanza, El Castillo, Río San Juan, 2016-
2017**

Para optar al título de Ingeniería Agroforestal

Autores:

**Br. Henry Taleno Taleno
Br. Mártir José Herrera Robleto**

Tutor:

Ing. Roder García Nicaragua

Nueva Guinea, RACCS, Nicaragua, diciembre, 2018

Agradecemos a Dios, nuestro Señor Jesucristo, por estar presente en todo momento de nuestras vidas y darnos sabiduría para poder construir nuevos aprendizajes, alcanzando metas y llevándolas a las prácticas en la sociedad.

Por habernos permitido llegar hasta este punto y darnos salud para lograr nuestros objetivos, además de sus infinitas gracias, bondad y amor

A nuestros padres por habernos apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, motivación constante de salir adelante

A nuestras esposas por apoyarnos en este proceso de estudio

AGRADECIMIENTOS

A las autoridades de la Universidad URACCAN, la cual es el hogar donde se aprende, se construye y se ponen en práctica los valores y conocimientos adquiridos.

A todos los profesores por su incansable labor que con voluntad y paciencia nos guiaron en el camino de la enseñanza.

Agradecemos muy profundamente al profesor José Juan Aguilar Meneses quien nos apoyó y estuvo siempre a la disposición para que este trabajo fuera un éxito e igualmente al profesor Roder García Nicaragua.

A German Calero Técnico del INTA por apoyarnos en este trabajo de investigación

Índice de Contenido

I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS.....	2
2.1. General	2
III. HIPÓTESIS	3
3.1. Hipótesis nula.....	3
3.2. Hipótesis alternativa	3
IV. MARCO TEÓRICO.....	4
4.1. Híbridos.....	4
4.2. Origen del cultivo del cacao	4
4.3. Taxonomía del cacao	4
4.4. Tipos de cacao.....	5
4.5. Partes de la planta de cacao.....	6
4.6. Descripción de los frutos de cacao.....	7
4.7. Formas de la base del fruto.....	8
4.8. Características de la semilla	9
4.9. Ecología del cultivo	10
4.10. Temperatura	11
4.11. Enfermedades.....	12
4.12. Plagas del cacao.....	23
4.13. Plagas que afectan a las plantaciones en desarrollo	25
4.14. El cacao en sistemas agroforestales	27
4.15. Manejo del cultivo del cacao	28
4.16. Datos estadísticos del cacao	29
V. METODOLOGÍA.....	30
5.1. Ubicación del estudio	30
5.2. Enfoque de la investigación	30
5.3. Tipo de la investigación.....	30
5.4. Descripción de los tratamientos	30
5.5. Duración del estudio.....	37
5.6. Variables	37

5.7.	Procesamiento y análisis de la información	41
5.8.	Técnicas e instrumentos	41
5.9.	Materiales utilizados.....	42
VI.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	43
6.1.	Características de frutos de híbridos de cacao	43
6.2.	Índice de frutos de cinco híbridos de cacao	44
6.3.	Características cualitativas de fruto y semilla.....	44
6.4.	Índice de semillas de cinco híbridos de cacao	47
6.5.	Características cuantitativas de los frutos de cacao	47
6.8.	Características de la flor.....	51
6.9.	Características de la semilla de Híbridos de Cacao.....	52
6.10.	Plagas y enfermedades en híbridos de cacao	53
6.11.	Hábitos de crecimiento o arquitectura, crecimiento y desarrollo de las plantas	55
VII.	CONCLUSIONES.....	57
VIII.	RECOMENDACIONES	58
IX.	LISTA DE REFERENCIAS	60
X.	ANEXOS.....	62

RESUMEN

Con la presente investigación se identificaron los híbridos de cacao más productivos y resistentes a plagas y enfermedades. Conociendo las diferentes facetas del cacao como las características de las flores, frutos y semillas.

En el sector pacífico del país su mayor afluencia fue desde antes de los años sesenta con tratamiento de cultivo comercial y fue con el auge del cultivo de algodón, su descenso, llegando cerca a la extinción; sobreviviendo variedades criollas y adaptadas desde Rivas hasta la Península de Cosigüina en Chinandega. El 2006 e inicio del 2007, el sector cacaotero en Nicaragua tuvo procesos de transformación significativos, especialmente en la Costa Caribe, tomando en cuenta las alianzas de productores, productoras, gobiernos regionales, instituciones del gabinete de gobierno y la cooperación internacional.

El trabajo monográfico fue ejecutado en un tiempo prudencial de un año y medio; tiempo que nos permitió la aplicación correcta de los instrumentos y la medición de cada una de las variables planteadas para la obtención de resultados confiables que pudiera dar cumplimiento a nuestro objetivo propuesto el cual es la evaluación de híbridos de cacao para la identificación de plantas elites y de alta productividad y resistente a plagas y enfermedades.

Para la realización de este trabajo de carácter descriptivo, se usó el enfoque cuantitativo. Las técnicas utilizadas fueron los formatos o tablas y observación constante a los híbridos de cacao.

Entre los resultados más relevantes de esta investigación es que existe diferencia significativa entre los híbridos de cacao; también se logró identificar la planta más productiva en cada híbrido estudiado y la resistencia a plagas y enfermedades de las plantas de cacao.

Por lo tanto y de acuerdo a lo anterior concluimos que la evaluación de los 5 híbridos de cacao nos permitió conocer que las plantas más productivas y resistentes a plagas y enfermedades son el INTA H 2012, INTA H 1912, INTA H 1712, aunque los demás híbridos estudiados presentan características similares a estas, pero con menos índices productivos.

Para lograr avances significativos en este rubro instamos a las organizaciones gubernamentales y no gubernamentales a extender sus planes de manejo sobre las plantaciones de cacao y su producción en el municipio El Castillo, para que los productores se apropien de conocimientos sobre el manejo agronómico y puedan reducir pérdidas y aumentar ganancias.

Palabras clave: cacao, criollo, híbrido, plagas y enfermedades, productividad.

I. INTRODUCCIÓN

Alrededor de 40 a 50 millones de personas dependen del cultivo del cacao (*Theobroma cacao* L). Se estima que el 90% a 95% del cacao lo producen pequeños cacaocultores. Para Mesoamérica aproximadamente 80.000 pequeños agricultores con cerca de 100.000 hectáreas están involucrados en la producción del cultivo (Centro de Comercio Internacional UNCTAD/OMC 2001, Phillips-Mora et al. 2012).

Con esta investigación se logró identificar en cada híbridos de cacao la planta más productiva (*Theobroma cacao* L.) en términos de producción y resistencia a enfermedades. En la zona de Río San Juan, municipio El Castillo, el cultivo está en posesión de pequeños productores, productoras indígenas y campesinos pobres que dedican sus unidades productivas a la agricultura de granos básicos, raíces y tubérculos y musáceas, pero con vías de comunicación deficiente y en su mayoría próxima a áreas protegidas.

A nivel nacional se cultivan aproximadamente 7,500 hectáreas de cacao por manos de unos 6,000 productores y productoras, con áreas pequeñas de promedio de una hectárea (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza [CATIE-PCC], 2009).

En la actualidad Nicaragua se ubica en el lugar 42 de los países productores de cacao y participa con un 0,02% en el comercio mundial. A nivel nacional se cultivan alrededor de 8,500 hectáreas en fincas de 9000 productores, en parcelas pequeñas (CATIE-PCC, 2009).

De acuerdo al Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA, 2010) se han implementado experiencias de 20 híbridos de cacao a partir de materiales genéticos que permanecen en el Centro Experimental El Recreo. Las réplicas investigativas se llevan a cabo en los municipios de Nueva Guinea, El Rama y El Castillo, con la finalidad de adquirir información pertinente del comportamiento para la selección de los más productivos y resistentes a plagas y enfermedad.

II. OBJETIVOS

2.1. General

- Evaluar híbridos de cacao (*Theobroma cacao*. L) para la búsqueda de plantas élites de alta productividad y resistencia a enfermedades, finca La Esperanza, El Castillo, Río San Juan, 2016-2017

2.2. Específicos

- Identificar características de frutos, flores y semillas en plantas de cacao establecido en la finca La Esperanza.
-
- Determinar híbridos con resistencia a plagas y enfermedades: monilia (*Moniliophthora roreri*) y mazorca negra (*Phytophthora palmivora*) en cacaotales.
-
- Identificar híbridos con mayores índices productivos en cacaotales.

III. HIPÓTESIS

3.1. Hipótesis nula

Los índices productivos de los cinco híbridos de cacao no presentan diferencias significativas.

Todos los híbridos muestran ser susceptibles a enfermedades y plagas de interés económico para el cultivo en el país.

3.2. Hipótesis alternativa

Existe diferencia significativa en los índices productivos de los cinco híbridos de cacao.

Existen variaciones en la respuesta a enfermedades y plagas entre los cinco híbridos de cacao y algunos muestran mayor resistencia.

IV. MARCO TEÓRICO

4.1. Híbridos

Una primera aproximación: Es un organismo vivo animal o vegetal procedente del cruce de dos organismos por la reproducción sexual de razas, especies o subespecies distintas, o de alguna o más cualidades diferentes, según el servicio de consultas lingüísticas de la Real Academia de la Lengua Española (RAE, 2012)

El cacao es un árbol leñoso, fuerte, de porte relativamente bajo, es una planta alógama, de ciclo vegetativo perenne y diploide ($2n=20$) (Pérez, 2009)

El cacao es autóctono del Nuevo Mundo, actualmente distribuida a lo largo de las regiones lluviosas de los trópicos, se desarrolla bien hasta los 20° de latitud en ambos hemisferios (Bartley, 2005).

El grupo de los trinitarios está constituido por poblaciones híbridas desarrolladas a partir de cruces naturales entre criollo y forastero (Powis et al., 2011).

4.2. Origen del cultivo del cacao

El árbol de cacao es originario de los bosques húmedos neotropicales de América, constituyendo uno de los más importantes rubros en la agricultura (Azorca R. 2000).

Según (Pérez, 2009) indica que la palabra Theobroma deriva del griego theo equivalente a Dios y broma equivalente a alimento, que significa alimento de los dioses.

4.3. Taxonomía del cacao

División:	Espermatofita
Clase:	Angiosperma
Sub-clase:	Dicotiledóneas

Orden:	Malvinas
Familia:	Esterculiáceas
Tribu:	Bitneraxce
Genero:	Theobroma
Especie:	Cacao

Fuente: Batista (2009)

4.4. Tipos de cacao

Según Powis et al. (2011) Hay tres principales grupos genéticos de cacao que han sido descritos y cultivados tradicionalmente alrededor del mundo: criollo, forastero y trinitario.

4.4.1. Criollo

Es un cacao fino, aromático y de ligero amargor. Se utiliza en las chocolaterías para productos de lujo. Este tipo ya casi no se cultiva.

4.4.2. Forasteros

Son originarios de la cuenca del Amazonas, son árboles robustos y grandes, tolerantes a plagas y se adaptan muy bien a diversos ambientes. De sabor muy ordinario, amargo, a diferencia del cacao forastero “Nacional” de Ecuador.

4.4.3. Trinitarios

Es el cacao que más se cultiva en América. Se le considera como híbrido natural proveniente de los dos primeros tipos de cacao. Por esta razón presentan una gran variabilidad y es donde han surgido excelentes genotipos de gran robusticidad, resistencias a plagas y mayor rendimiento. Trinitario viene de Trinidad, Isla de las Antillas Menores

4.5. Partes de la planta de cacao

4.5.1. Raíz

El cacao posee raíz principal y secundaria profunda, por consiguiente, como primer criterio para la instalación de una plantación comercial, se requiere suelos profundos. Además, posee infinidad de raicillas o pelos absorbentes, que por lo general están entre 0 – 5 cm del suelo (Batista, 2009).

4.5.2. Tallo

El cacao tiene dos tipos de tallos; el primero ortotrópicas (*de* crecimiento recto, vertical), son las plantas que provienen de semillas o plantas francas (híbridos y segregantes de híbridos) y el segundo plagiotrópico (*de* crecimiento horizontal o lateral), son las plantas producidas por injerto (Batista, 2009)

4.5.3. Hojas

Las hojas de cacao, poseen estructura especial, llamada "pulvínulos" que son abultamientos entre la base de la hoja y la base del pecíolo y sirven para seguir la dirección del sol (Ramos et al, 2000)

4.5.4. Flores

Nacen de una estructura llamada cojín, cojinete o botón floral, cada cojín puede tener entre 1 – 40 flores, las flores de cacao una vez abiertas, solo tiene 48 horas de viabilidad o receptividad del polen (CATIE, 2013)

4.5.5. Frutos

El fruto del cacao es una baya, llamada mazorca y puede ser de tres tipos: Criollo, Forastero o Amazónico y Trinitario. Los frutos de cacao maduran entre los 5 – 6 meses si son del tipo trinitario y de 6 -7 meses si son del tipo criollo y forastero o amazónico (CATIE, 2013)

4.6. Descripción de los frutos de cacao

El fruto del cacao, *Theobroma cacao* L., denominado comúnmente mazorca, consiste en una cáscara relativamente gruesa que encierra un número muy diverso de semillas, entre 20 y 50, dispuestas normalmente en cinco hileras y sumergidas en una pulpa mucilaginoso de color blanco y sabor azucarado (Braudeau, 1970).

El número de semillas (NS) depende de la fecundación individual de los ovarios, estando el máximo controlado por el número de óvulos por ovario, que es un carácter muy constante (Enríquez & Soria, 1966).

La forma, el tamaño y color del fruto (CF), atributos de interés en la identificación y descripción de los clones y cultivares, varían según el tipo de cacao. La forma está determinada por la relación entre el largo (LF) y el ancho (AF) y por la configuración de los extremos; el apical puede terminar o no en un estrangulamiento en forma de cuello de botella y el basal puede ser más o menos acuminado, siendo casi esférico en los calabacillos, alargado y puntiagudo en los cundeamor y angoleta y oval en los amelonados.

El tamaño de la mazorca depende del largo, que oscila de 10 a 30 cm y del ancho que puede ser de 7 a 9 cm. El CF es también muy diverso, presentando los frutos inmaduros color verde, rojo violeta o parcialmente pigmentados de rojo violeta y al madurar el color verde pasa a amarillo y el rojo violeta a anaranjado (Braudeau, 1970).

4.7. Formas de la base del fruto

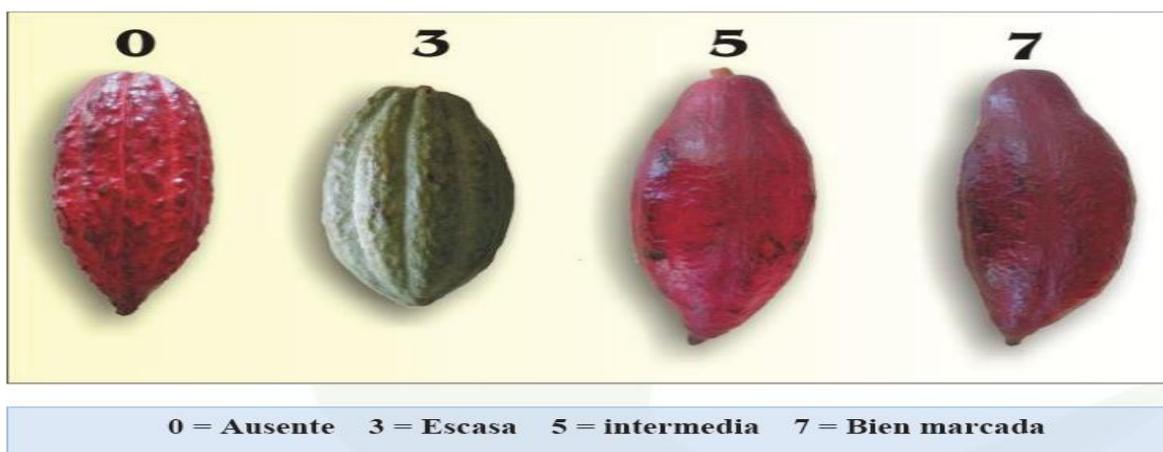


Ilustración 1 Descripción de la constricción basal en los distintos frutos de cacao (Theobroma cacao. L)

Fuente: Catalogo de variables CATIE, 2008.

4.7.1. Forma de la mazorca

1 = Angoleta, 2 = Amelonado, 3 = Cundeamor, 4= Calabacilla (ver ilustración 2).

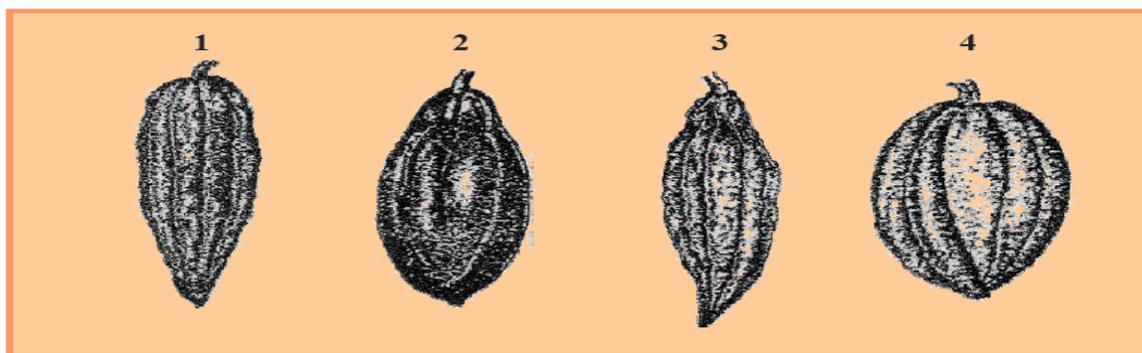


Ilustración 2 Descripción de la forma de distintos frutos de cacao (Theobroma cacao. L)

Fuente: Catalogo de variables CATIE, 2008.

4.7.2. Forma del ápice

1=Puntiagudo, 2, =Agudo, 3, =Obtuso, 4 =Redondeado 5, =Pezón (ver ilustración 3).



Ilustración 3 Descripción de la forma apical en distintos frutos de cacao (Theobroma cacao. L)

Fuente: Catalogo de variables CATIE, 2008.

El fruto del cacao puede contener entre 20 a 60 semillas o almendras, cuyo tamaño y forma varían según el tipo genético. La semilla del cacao es más bien un óvulo del interior del ovario de la flor fecundado y desarrollado, que luego de su desarrollo y maduración constituye la mazorca (Batista, 2009)

4.8. Características de la semilla

La semilla, simiente o pepita es cada uno de los cuerpos que forman parte del fruto que da origen a una nueva planta; es la estructura mediante la cual realizan la propagación de las plantas que por ello se llaman espermatofitas según el diccionario de la Real Academia de la Lengua Española (RAE, 2009)

El cacao criollo las semillas tienen de 3 a 4 cm de largo, casi ovaladas, alargadas, de color blanco o rosado más bien violeta pálido. En el cacao forastero, las semillas tienen de 2 a 3 cm de largo con formas aplanadas, redondeadas y de color violeta

púrpura. La semilla del cacao está constituida por dos cotiledones y un embrión que está protegido por ambos cotiledones. El endosperma es sumamente reducido y toma la forma de una membrana conocida como testa, la cual es delgada y coriácea envuelta en su periferia por una pulpa ácida y azucarada que se llama mucílago (Batista, 2009)

Forma de la semilla: O=, Ovada, 1, = Elíptica, 2, =Oblonga ver figura 4

Color de la semilla: 1= púrpura, 2= crema, 3= café



Ilustración 4 Distintas formas de las semillas de cacao.

Fuente: Catalogo para la caracterización de clones de cacao (*Theobroma cacao*. L), CATIE, 2008.

4.9. Ecología del cultivo

Desde el punto de vista del cultivo del cacao, la temperatura y la lluvia son los aspectos ambientales que pueden limitar las zonas aptas para el desarrollo del cultivo, ya que estos son considerados los factores climáticos críticos para su desarrollo, aunque en algunas zonas geográficas, el viento puede ser el factor limitante de más importancia, sin considerar ninguno de los otros (Batista, 2009)

También la radiación solar es considerada un factor importante, aunque esta planta usualmente tiene mejor desarrollo bajo sombra, se ha encontrado en condiciones especiales de luminosidad y bajo sistemas de provisión de agua (riego), que esta

puede ser cultivada a plena exposición solar, no obstante los requerimientos de otros factores no deben de ser olvidados (Batista, 2009)

Tomando en cuenta los factores climáticos como la lluvia, temperatura y el viento, las plantaciones de cacao se ven mayormente afectadas, debido a que estos factores incrementan la aparición de enfermedades y plagas que afectan a este cultivo. La mayoría de las zonas cacaoteras en Nicaragua son afectadas por el viento debido a la pérdida de su florescencia, lo cual ocasiona baja producción y por ende, se ve también afectada la economía del productor (Agüero, 2008)

4.10. Temperatura

Aunque son varios los factores que afectan la temperatura, tales como latitud, topografía, nubosidad y precipitaciones, las influencias de muchos de estos factores alteran el uso de sombra (Agüero, 2008).

La temperatura influye en algunos factores importantes en la producción de cacao, entre estos están la formación de flores y la maduración de frutos; por ejemplo, se ha visto que en localidades más frías, la maduración de frutos tarda desde 167 hasta 205 días, mientras que las zonas más calientes con promedios de 25 a 26 °C las mazorcas maduran en 140 a 175 días. La mayoría de los sitios donde se produce cacao, las temperaturas medias fluctúan entre 25 y 26 °C, aunque se pueden encontrar plantaciones comerciales de buenos rendimientos (Agüero, 2008).

Para una buena producción en los cacaotales, deben de tomarse en cuenta los factores de sombra y luminosidad, debido a que es un cultivo que tiene mejor desarrollo bajo un sistema de sombra, aunque también puede desarrollarse con poca sombra, pero no deben obviarse los demás factores que favorecen el crecimiento y producción de la planta, tales como el agua y la temperatura. En la mayoría de las zonas en que se produce cacao en Nicaragua, se toman muy en cuenta los factores de luminosidad, temperatura, humedad y sombra, pues los productores tienen conciencia clara de que la falta de estos factores pone en riesgo la producción y calidad del cacao (Agüero, 2008).

Los requerimientos de agua para el cacaotal, están estimados de entre 1500 a 2500 mm en las zonas bajas y cálidas, y de 1000 a 1500 mm en las zonas más altas o frescas. Usualmente a nivel mundial, en la mayoría de las regiones cacaoteras, la cantidad de lluvia excede la evapotranspiración, necesitando así, suelos bien drenados para eliminar el excedente de igual manera, la distribución de las lluvias mensualmente, juegan un papel muy importante, tanto por su falta, como por su exceso (Agüero, 2008).

Si la época seca se prolonga relativamente en una zona, la cosecha se puede concentrar en períodos cortos, mientras que en lugares donde no existen los períodos secos prolongados, se puede obtener una cosecha permanente durante todo el año, usualmente con dos o tres picos de producción no muy pronunciados

Es necesario que los productores de cacao conozcan sobre la importancia de los requerimientos de agua para las plantaciones de cacao para evitar la baja productividad y la proliferación de enfermedades fungosas que afectan a las plantaciones (Agüero, 2008).

En Nicaragua los productores de cacao están siendo capacitados por organizaciones interesadas en incrementar la producción, rendimiento y calidad de este importante rubro, mediante temas edafoclimáticas y la importancia que tiene el agua en este cultivo; de igual manera, tener suelos bien drenados para evitar el anegamiento de los suelos y prevenir las enfermedades que pueden afectar el cultivo (Agüero, 2008).

4.11. Enfermedades

Las enfermedades son las respuestas de las células y tejidos vegetales a los microorganismos patogénicos o a factores ambientales que determinan un cambio adverso en la forma, función o integridad de la planta y puedan conducir a una incapacidad parcial o a la muerte de la planta o de sus partes (Marín, 2001).

Por lo general, las enfermedades del cacao causan más pérdidas al agricultor que los insectos. Algunas de ellas pueden destruir las mazorcas de una plantación en un momento dado. Otras enfermedades pueden destruir o matar las plantas susceptibles. Habitualmente, los mayores problemas del agricultor están ligados a las enfermedades y a su combate. Las enfermedades más importantes en Centroamérica son: La Moniliasis, Mazorca Negra, Rosellinia, Mal de Machete y Pudrición parda, la mazorca es el órgano de la planta en el cual se presenta y desarrolla un sin número de enfermedades que afecta la producción, es por esto que se debe de procurar mantener la mayor cantidad de mazorcas sanas dentro del cultivo (Marín, 2001).

Las enfermedades son el principal problema del productor de cacao, ya que estas, están concentradas en destruir las mazorcas del cacao y otras veces directamente otras partes de la planta y no existen métodos adecuados de combatir estas enfermedades, pero pueden prevenirse mediante un buen manejo integrado del cultivo. La producción de cacao en Nicaragua, tiene grados de afectación por enfermedades como cualquier otro país del mundo, siendo estas más relevantes en la pérdida de producción que las plagas; por ejemplo en la zona de Rancho grande, en el departamento de Matagalpa el 25 % de las plantaciones están afectadas por Moniliasis (Escorcia, 2013).

Las principales enfermedades que afectan los cacaotales pueden ser controladas y obtener buena producción aunque en la plantación estén presentes todas ellas. Entre las principales enfermedades están: Mazorca Negra (*Phytophthora palmivora*) Moniliasis (*Moniliophthora roreri*), la Escoba de Bruja (*Crinipellis perniciosa*) y el Mal del Machete (*Ceratocystis fimbriata*).

Los productores Nicaragüenses tienen mucho conocimiento de las plagas y enfermedades que atacan sus cultivos, y son muy receptivos a la atención que les dan los organismos interesados en el rubro del cacao, para de esta manera evitar el daño total de la plantación y poder convivir con las enfermedades bajo un nivel de daño aceptable (Agüero, 2008).

4.11.1. Tipos de enfermedades

4.11.1.1. La Mazorca Negra

Es un hongo diferente al que causa la monilia. Ataca a las plantas en todas las etapas de su crecimiento afectando: raíces, tallos, ramas, retoños, flores y frutos. Este hongo vive en el suelo y se pasa de una planta a otra por la lluvia y herramientas sin desinfectar. (Agüero, 2008).

El hongo vive en el suelo y solo necesita un poco de lluvia para que se reproduzca fácilmente, y si existen condiciones de mucha sombra, encharcamiento y árboles sin poda, se aumenta el daño, dejándonos sin producción (Navarro, 2010)

4.11.1.2. Rosellinia

Es una enfermedad conocida como llaga estrellada o podredumbre negra de la raíz. Afecta, inicialmente, todo el sistema radical de la planta, y posteriormente, el cuello del tallo, hasta causar la muerte (Agüero, 2008).

- **Síntomas**

En el árbol, los síntomas se manifiestan con amarillamiento de las hojas, clorosis, marchitamiento, defoliación progresiva, paloteo, secamiento de las ramas y, finalmente, la muerte (Agüero, 2008).

- **Control**

La prevención es el mejor método de control de la Rosellinia. En principio, debe darse al suelo y al cultivo un manejo racional, evitando el uso indiscriminado de correctivos, abonos y productos químicos, de tal forma que se favorezca el equilibrio biológico.

En segundo lugar, no debe permitirse la exposición total del cacao al sol eliminando el sombrío, y en caso de que sea necesario el entresaque, es importante realizarlo rápidamente, preferiblemente mediante el uso de un herbicida inyectado al centro

del tallo y la corteza. En caso de presencia de este patógeno, debe evitarse el contacto de las raíces de los árboles enfermos con los sanos (Agüero, 2008).

4.11.1.3. Escoba de bruja

Es causada por el hongo *Crinipellis pernicioso* *Moniliophthora pernicioso* y afecta los tejidos en crecimiento de la planta. Cuando los cojines florales son atacados por esta enfermedad, no nacen mazorcas sino brotes vegetativos a manera de ramas, con apariencia de escoba. Los frutos afectados por la enfermedad presentan diferentes síntomas; esto depende del estado de desarrollo cuando son atacados, pueden tomar forma de chirimoyas, fresas o zanahorias. Las escobas producen estructuras reproductivas, con forma de pequeños paraguas, que producen millones de esporas. Estas son dispersadas por el viento y la lluvia. En la época seca el patógeno sobrevive en las escobas y frutos momificados que permanecen adheridos al árbol y se reactiva cuando llegan las lluvias, emitiendo los paraguas denominados basidocarpos (Delgado & Suárez, 1993).

- **Estrategias de control**

La forma más efectiva de control es mediante la remoción exhaustiva de los órganos enfermos, realizada en el momento de la poda del cultivo. El control se basa en la creación de un ambiente favorable para el árbol de cacao y desfavorable al patógeno; esto contribuye a menor pérdida de frutos. Entre las prácticas de cultivo que conducen a favorecer las condiciones apropiadas del árbol (Delgado & Suárez, 1993)

4.11.1.4. Moniliasis (*Moniliophthora roreri*)

Destruye los frutos, provocando pérdidas estimadas entre el 50% y el 80% de la producción total anual, dependiendo de las condiciones ambientales, el manejo del cultivo, las medidas de control que se apliquen y las variedades cultivadas. Las pérdidas varían de una localidad a otra y de un año a otro, consecuentemente en plantaciones ubicadas en zonas húmedas, con poca tecnificación y sin control, es

frecuente observar pérdidas superiores al 90% de una cosecha (Delgado & Suárez, 1993)

- **Síntomas**

Los síntomas varían según la edad del fruto y la variedad del cacao, presentándose síntomas internos y externos. Cuando son infectados frutos de unos 60 días de edad, el proceso de necrosamiento se produce en aproximadamente 40 días. En frutos entre 40 y 80 días de edad infectados, se producen deformaciones (gibas) y la madurez prematura de los mismos (Delgado & Suárez, 1993).

En los frutos tiernos expuestos a altas temperaturas y precipitaciones constantes, los primeros síntomas aparecen entre los 15 y 20 días luego de infectados los frutos. Las mazorcas menores a tres meses son más propensas a infectarse con el hongo y a medida que crecen se hacen más resistentes (FHIA, 2012)

El daño externo se caracteriza por pequeñas manchas aceitosas en la corteza de los frutos. Luego de esto el patógeno invade los tejidos en forma intercelular, mediante la formación de conidióforos, conidios y micelio. Después se producen hifas que invaden los tejidos en forma intracelular, presentándose los síntomas característicos de la enfermedad como son: manchas irregulares de color pardo, terminando con la pudrición del fruto y la presencia de un polvo blanco, que son las esporas del hongo. Si las mazorcas no se separan del árbol se momifican y permanecen adheridas a las ramas por mucho tiempo. El daño interno se caracteriza por una podredumbre acuosa de los tejidos y semillas. Algunos frutos pueden completar su ciclo sin presentar síntomas externos, pero al abrirlos se encuentran podridos (Delgado & Suárez ,1993)

- **Ciclo de vida de la enfermedad**

El periodo de incubación del hongo (*Moniliophthora roreri*), dura aproximadamente de 3 a 8 semanas, dependiendo de las condiciones climáticas, la edad de los frutos y la susceptibilidad de las variedades de cacao (FHIA, 2012).

La sobrevivencia del patógeno empieza en los residuos de cosecha (mazorcas contaminadas) y en los frutos viejos que permanecen durante mucho tiempo adheridos a las ramas y troncos, si no se los elimina. Luego, las esporas son diseminadas por el viento, los insectos y la lluvia, contaminando los frutos sanos (Navarro y Mendoza, 2006)

Una vez que el hongo entra en contacto con el fruto si la superficie está húmeda las esporas germinan y lo infectan, invadiendo los tejidos en forma intercelular, mediante la formación de conidióforos, conidios y micelio. Después se producen 16 hifas que invaden los tejidos en forma intracelular, presentándose los síntomas característicos de la enfermedad como son: manchas irregulares de color pardo, terminando con la pudrición del fruto y la presencia de un polvo blanco, que son las esporas del hongo (Delgado & Suárez, 1993).

Al germinar las esporas pueden penetrar en forma directa en la cáscara del fruto, a través de las aberturas naturales como las estomas y por heridas, creciendo entre las células del corte (Delgado & Suárez, 1993).

- **Epidemiología**

La producción de esporas de la enfermedad es favorecida por una humedad relativa superiores al 80%, temperaturas entre 25 a 28 °C, y una precipitación anual de 780 a 5.500 mm (Delgado y Suárez, 1993).

La dispersión de las esporas se produce de fruto a fruto, del mismo árbol como también de árboles vecinos, siendo el viento, salpicaduras de la lluvia, insectos, herramientas y el ser humano, los vectores principales (FHIA, 2012).

Se estima que las densidades de esporulación del hongo sobre un fruto pueden alcanzar los 44 millones de esporas por cm² de área” (Jaimes y Aranzazu, 2010)

Por otra parte en estudios de dispersión realizados se encontró que “una mazorca puede producir hasta 57.2 x10⁶ conidias/cm² y que a su vez es favorecida por

temperaturas superiores a los 26 °C y una humedad relativa del 80% (Delgado y Suárez, 1993).

Encontrándose las mayores concentraciones de esporas o conidias entre las 10:00 de la mañana y las 3: de la tarde. Además dice que las conidias de una mazorca se pueden diseminar hasta una distancia de 375 m. sin embargo algunos autores sugieren distancias hasta de 1 km (Evans, 1981; López y Martins, 2005) citados por (Jaimes y Aranzazu, 2010)

Las esporas del hongo necesitan la presencia de agua para germinar. Cuando existe una película de agua en las mazorcas las esporas germinan después de 2 a 6 horas, luego de haber entrado en contacto con el fruto, (FHIA, 2012), emitiendo un tubo germinativo que penetra a través de los estomas o de la epidermis y desarrolla micelio, este micelio invade las células primero en forma intercelular y luego en forma intracelular, provocando la destrucción y momificación de los frutos. Los frutos momificados son considerados como la principal fuente de inóculo y sobrevivencia del hongo, pudiendo permanecer viable hasta por nueve meses, lo cual permite que el ciclo de la enfermedad se inicie en cualquier época del año (Delgado y Suárez, 1993).

- **Métodos de control**

La prevención y control de la enfermedad conocida como moniliasis se sustenta en el principio de “convivencia con el patógeno” manteniendo un ambiente favorable al desarrollo de la planta de cacao y a su vez haciendo que el ambiente sea desfavorable para el patógeno (FHIA, 2012).

Entre los métodos más adecuados para poder disminuir la incidencia y severidad del patógeno tenemos los siguientes:

- **Control cultural**

Se basa en la utilización de diferentes prácticas agronómicas para modificar el ambiente en donde se desarrolla la enfermedad afectando de esta manera la

reproducción y sobrevivencia del patógeno causante de la moniliasis en el cacao. Para esto se realizan podas de mantenimiento para mantener la aireación, favorecer la entrada de luz y evitar la formación de un microclima adecuado para el desarrollo del patógeno; se debe realizar una fertilización adecuada, pues las plantas bien nutridas son menos susceptibles al ataque de plagas y enfermedades (Jaimes y Aranzazu 2010).

- **Control genético**

Este método se basa en la identificación y selección de plantas con características de resistencia a la enfermedad, pudiendo ser resistencia cuantitativa o cualitativa. Aún no se han descubierto variedades resistentes a *Moniliophthora roreri*, pero diferentes estudios realizados en países permiten mencionar los siguientes cultivares (clones o híbridos), como resistentes a la enfermedad: UF-273, UF-712, PA-169, ARF-22, EET-75, EET- 233, UF-296, IMC-67, entre otros (FHIA, 2012).

- **Control biológico**

Los microorganismos *Paecilomyces* sp y *Bacillus brevis.*, permiten obtener un porcentaje de antibiosis del 89 % versus el hongo (*Moniliophthora roreri*) Suárez y (Rangel, 2014),

- **Control químico**

Este método se basa en la utilización de fungicidas de síntesis química que hasta el momento no han dado resultados satisfactorios (Ramírez, 2008).

- **Control legal**

La enfermedad puede ser introducida debido al movimiento de plantas y productos vegetales contaminados, por lo tanto se debe aplicar las normas para la producción, distribución y comercialización del material de propagación del cacao (Jaimes y Aranzazu, 2010).

4.11.1.5. Ceratocystis o mal del machete

El mal del machete es una enfermedad del tronco de las ramas del cacao, producida por el hongo *Ceratocystis fimbriata*. Puede ser transmitido por herramientas sin desinfectar por un insecto del género *Xyleborus*, coleóptero perforador del tronco.

- **Síntomas**

Si es transmitida por el *Xyleborus*, se observan perforaciones y aserrín en los sitios de entrada. Por lo general, se encuentra en los troncos y en las ramas primarias, si es causada por herramientas, se encuentra en cualquier parte del árbol.

Si se presenta en el tronco y raíces, causa la muerte total, si es en las ramas causa la muerte de estas.

El síntoma inicial es un amarillamiento de las hojas, que se secan rápidamente y quedan adheridas a las ramas, aun después de muerto el árbol. Se manifiesta en forma rápida causa muerte súbita (Ramírez, 2008).

- **Control**

El hongo que produce la *ceratocystis* no es capaz de invadir al árbol sin ayuda, en consecuencia, necesita una herida o una galería producida por el insecto para penetrar. La mejor manera para evitar el efecto de esta enfermedad es mediante la prevención (Ramírez, 2008).

Debe evitarse el causar heridas innecesarias al árbol y, en todo caso, se debe cicatrizar toda herida que se le cause al leño bien sea en las prácticas de poda o por algún factor que agriete, desgare u ocasione heridas de cualquier tipo.

Se recomienda no usar herramientas sin desinfectar, ni, mucho menos, que hayan sido contaminadas en labores realizadas a plantas enfermas. La desinfección puede hacerse utilizando sustancias como el formol diluido en agua al 2% o el hipoclorito de sodio (Ramírez, 2008).

Complementariamente debe realizarse el control de xileborus destruyendo los árboles secos o las partes secas en las que tenga presencia la plaga.

En ataques fuertes se debe, en primer lugar, aplicar un insecticida de contacto, luego eliminar los árboles afectados, cortándolos a ras del suelo. (Ramírez, 2008).

4.11.1.6. Pudrición parda

A este género *Phytophthora* se le considera como patógeno omnívoro tropical con una amplia distribución mundial, representado por numerosas especies que presentan diferencias morfológicas y posiblemente razas. Inicialmente todas las manifestaciones patogénicas eran atribuidas a la especie *P. palmivora*, sucesivos estudios (Turner, 1960)

Para la reproducción el micelio se diferencia, formando órganos o esporas de diversos tipos como son:

- **Esporangios**

Se forman a partir de esporangioforos aéreos de formas y dimensiones variables, siendo generalmente elipsoidales o esféricos. Aparecen en gran número en la superficie de las mazorcas enfermas, cuando la humedad relativa es alta y la temperatura se ubica entre 25 y 30 °C. Pueden crecer como simple micelio y en contacto con el agua liberar zoosporas. En condiciones adversas pueden producir nuevos esporangioforos.

- **Zoosporas**

De cada esporangio se forman 20 a 30 zoosporas uninucleadas y biciliadas, las cuales al germinar dan origen a un micelio para iniciar nuevas infecciones, mantenerse enquistadas o liberar zoosporas (Ramírez, 2008).

- **Clamidosporas**

Son órganos de sobrevivencia, redondas y de paredes delgadas o gruesas, se pueden mantener latentes, germinar para dar origen a un micelio u **osporas**, son las esporas sexuales y su formación permite las variaciones genéticas y posibles cambios en la patogenicidad. Pueden permanecer latentes o germinar, formando micelio o esporangios.

La luminosidad favorece la formación de las formas reproductivas. La especie *Phytophthora palmivora* es heterotálica, donde cada micelio es hermafrodita, capaz de producir anteridios y oogonios, aunque los micelios son auto estériles, formando órganos sexuales sólo cuando entran en contacto con un micelio del tipo opuesto (Zentmyer, 1975)

- **Síntomas**

Phytophthora palmivora afecta todos los órganos del huésped cacao: hojas, chupones, cojines florales, flores, frutos, tallos, ramas y raíces. El hongo coloniza las flores y frutos con necrosis, las hojas con manchas irregulares, los chupones con muerte regresiva, y los cojines florales, tallos, ramas y raíces con cáncer (Zentmyer, 1975).

- **Ciclo de vida**

Mazorcas enfermas o momificadas constituyen una fuente primaria de infección, bien si están colgadas en los estratos superiores de las plantas o cercanos al suelo; también en las cáscaras de frutos, los musgos, las plantas hospederas y en el suelo puede sobrevivir el hongo, constituyendo éste último el mayor reservorio del patógeno para iniciar nuevas infecciones al comenzar el período lluvioso y activarse las diversas formas sexuales y asexuales de reproducción (Turner, 1960)

En condiciones de alta humedad, los propágulos son eliminados por las lluvias, el viento, los insectos (sobre todo las hormigas), las plagas mayores, el hombre, el agua de escurrimiento y de salpique hasta cualquiera de los órganos sensibles de la planta para iniciar el ciclo de vida, el cual es corto y se cumple en apenas unos ocho días, requiriendo seis días para la aparición de manchas, y dos días después para la esporulación. En los cojines florales se producen cuantiosas pudriciones de flores, de chireles y de frutos por efecto del contagio entre los frutos sanos y enfermos, producto de cosechas tardías o de remociones insuficientes (Turner, 1960)

4.12. Plagas del cacao

Una plaga es un ser vivo que provoca daños en cualquiera de las etapas de producción del cacao, causando pérdidas en los ingresos de los productores.

Para controlar las plagas es importante conocer el ambiente que necesitan para vivir, la etapa del cultivo que afecta y el manejo que se necesita. Esto nos permitirá tomar las decisiones adecuadas para la prevención y el control adecuado.

Tomando en cuenta la importancia de tomar una decisión correcta, es necesario que conozcamos las principales plagas que afectan la producción de cacao en su etapa de: vivero, plantaciones en desarrollo, plantaciones en producción y en los granos almacenados (MEFCCA, 2015)

Las principales plagas que afectan a las plantas de cacao en cada una de sus etapas son: zompopos, gusanos, grillos, pulgones, conchas o mayas.

4.12.1. Los Zompopos

Son hormigas grandes de color café que se alimentan del hongo que cultivan en su zompopera al descomponerse las hojas que cortan de las plantas.

El daño que provoca es el corte de las hojas, deja peladas las ramitas de las plantas y en una noche puede terminar con el vivero.

Para el control debemos encontrar el lugar donde está la zomopera para aplicar agua jabonosa en todos los hoyos, esto ahoga a las hormigas. También se puede aplicar hombre grande en dosis fuertes o echar tierra de una zomopera a otra (Füssel, &, Sandino, 1995).

4.12.2. Los gusanos

Los gusanos son una etapa de la vida de las mariposas y son muy dañinos para las plantas. Provoca daño en las hojas y retoños de las plantas, con las que se alimenta.

Si tenemos buena vigilancia podemos hacer el control manual o podemos usar aplicaciones de hombre grande, chile picante y otros repelentes (Füssel & Sandino 1995).

4.12.3. Las conchas

También se conocen como mayas, mariquita, periquita o tortuguitas y son las mismas que afectan al cultivo del frijol.

El daño lo provoca en las hojas y retoños, principalmente en las primeras horas de la mañana, debilitando a la planta.

Para el control aplicamos hombre grande o abono foliar de estiércol fermentado como repelente (PRODESEC, 2015).

4.12.4. Los grillos

Son insectos grandes de color café, parecido a los saltamontes o chichimeco. El daño a la planta lo provocan solamente por la noche y cortan el tallo de la planta. Se puede reconocer porque hace su madriguera cerca de las bolsas en el vivero dejando pedazos de la planta en la entrada del hoyo.

Podemos realizar un control manual localizando su ubicación ya que el daño lo realizan pocos grillos, también se puede aplicar hombre grande y chile picante como repelentes y mantener limpio *alrededor del vivero* (PRODESEC, 2015)

4.12.5. Los pulgones

Son insectos pequeños de color negro que se agrupan en los retoños y por debajo de las hojas. El daño se reconoce porque permanecen pegados en los retoños y chupan la savia o nutrientes de la planta hasta debilitarla. Lo podemos reconocer fácilmente por el encrespado de sus hojas.

Para el control se pueden usar aplicaciones de hombre grande o agua jabonosa (Füssel, & Sandino, 1995).

4.13. Plagas que afectan a las plantaciones en desarrollo

Esta etapa del cacao va desde el establecimiento hasta el inicio de la producción, donde es atacado por zompopos, gusanos, pulgones, conchas o mayas y pudriciones de raíces realizándose el mismo control que en vivero.

Además, existen daños por otras plagas importantes como: el barrenador o taladrador del tallo, el mal del machete, insectos llamados trips, taltuza y malezas (Füssel, & Sandino, 1995.)

4.13.1. Los barrenadores del tallo

También se les conoce como taladradores. Son insectos pequeños de color café que hacen hoyitos en los tallos de las plantas para depositar sus huevos. Cuando abrimos las partes afectadas, encontramos pequeños gusanos de color blanco haciendo canalitos en el centro del tallo o en las ramas.

El ataque o daño de los taladradores se da principalmente en plantas débiles y en plantaciones con mucho sol. Se reconoce por los hoyitos y el aserrín que dejan en el tronco o ramas de las plantas afectadas, las que se ponen amarillas y pueden morir.

Para su control debemos arrancar las plantas afectadas y cortar las ramas enfermas, quemándolas fuera de la plantación. Además debemos mejorar la sombra y la nutrición de la planta con abonos orgánicos (Füssel, & Sandino, 1995).

4.13.2. Los insectos trips

Son insectos pequeños de color blanquecino, que se encuentran en los retoños, por debajo de las hojas, flores y en los frutos verdes; casi siempre hay hormigas en los lugares donde están estos insectos (Füssel, & Sandino, 1995).

Causa serios daños en plantaciones jóvenes porque debilitan a la planta al chuparle los nutrientes, botando las flores y frutas tiernas (Füssel & Sandino, 1995).

Se identifican porque está el insecto, hay hormigas, las hojas y los retoños se encrespan, se marchitan y se caen; en los frutos forma una costra oscura que nos impide saber si están maduros o verdes (Füssel, & Sandino, 1995).

Esta plaga ataca más fuerte en plantaciones donde no hay sombra, cuando hace mucho calor y en tiempo de sequía.

Para evitar el ataque de esta plaga en plantaciones de cacao, se debe garantizar una buena distribución de la sombra. Para su control, se puede aplicar insecticidas a base de hombre grande o chile picante. También aplicar caldo sulfocálcico a razón de 1 litro por bombada (Füssel, & Sandino, 1995.)

4.13.3. Las taltuzas

Son animales parecidos a las ratas, de color café rojizo, viven en túneles por debajo del suelo y se alimentan por las noches de las raíces de las plantas que encuentran en su camino.

Los daños los provocan cuando se comen la raíz de la planta en desarrollo, ésta se pone débil, se cae y muere.

Es difícil saber dónde va a atacar, sin embargo, existen algunas experiencias en su control como el uso de:

Trampas para encerrarlas y matarlas.

Semilla de higuera puesta en los túneles donde viven que al comerlas les provoca diarrea.

Colocar un sapo en los túneles, cerrando todas las entradas.

Otros utilizan vidrio molido, coyanchigüe, floripón y otras plantas venenosas mezcladas con masa de maíz o guineo (Füssel, y Sandino, 1995).

4.14. El cacao en sistemas agroforestales

El cacao en sistema agroforestal trae muchos beneficios para las familias productoras. El área donde se siembra el cacao puede aprovecharse al máximo estableciendo otros cultivos y árboles. La producción de diferentes productos ayuda a mejorar la nutrición del suelo y la economía de las familias.

Durante los tres primeros años del establecimiento del cacao, es posible cultivar maíz, frijol, gandul (frijol abono de cobertura), banano y plátano, que en pocos meses producen alimentos para la familia. Una parte de la producción puede venderse para garantizar el manejo del cultivo del cacao y enfrentar otras necesidades de las familias.

Los árboles acompañantes del cacao como laurel, roble, madero negro, producen madera y leña. Otros árboles como la naranja, el limón y el aguacate producen frutas para el consumo y la venta. (CATIE, 2013)

El cultivo de cacao se desarrolla bajo un sistema agroforestal que le ayuda a amortiguar el calor. Diferentes aspectos interactúan y juegan un rol importante dentro del sistema: conservación de suelo y agua, mejoramiento de microclima (radiación solar, temperatura, viento), protección (cortinas rompe vientos, estabilización de taludes), control de malezas (cobertura y exceso de sombra),

servicios ambientales (regulación hídrica, fijación de carbono y conservación de biodiversidad) (INTA, 2010)

4.15. Manejo del cultivo del cacao

4.15.1. Siembra

La densidad de siembra recomendada es de 625 plantas por hectárea (4 x 4 m), utilizándose sombra de plátano durante los primeros dos años. Los distanciamientos entre surcos son de 2,5 a 3 m. de lado para el tipo criollo o en ausencia de sombra y de 3,5 a 4 m. para la variedad forastero. El establecimiento inicial requiere de sombra temporal, para lo cual se asocia con otros cultivos de especies anuales, semipermanentes o permanentes, dependiendo del tipo de suelo (INTA, 2010)

4.15.2. Podas

También durante el desarrollo del cultivo una de las labores más importantes son las podas sanitarias, las cuales deben estar acompañadas de fungicidas para evitar el desarrollo de enfermedades.

4.15.3. Riego

Al tratarse de zonas tropicales y con elevada pluviometría el aporte de agua procedente de la lluvia es suficiente para satisfacer las demandas hídricas del cultivo. En zonas de menor pluviometría se utiliza los porcentajes de sombreo adecuados para evitar una pérdida excesiva de humedad en el suelo (INTA, 2010).

4.15.4. Fertilización

En el trasplante se debe poner abono orgánico o fertilizante en el fondo. Seguidamente a los 3 meses de la siembra es conveniente abonar con 20-10-6-5- alrededor de cada plantita, en un diámetro de 80 cm aproximadamente. (Powis et al., 2011).

4.16. Datos estadísticos del cacao

4.16.1. Mundial

La demanda mundial, ha pasado de 1.0 millón de toneladas a un estimado de 4.3 millones de toneladas durante el período 1961 - 2014, una tasa compuesta anual del 2.7 por ciento. El consumo de productos de confitería de chocolate está fuertemente ligada a los ingresos per cápita, con una respuesta más elástica demostrada en los países de menores ingresos. Con el ingreso per cápita ahora demostrando crecimiento en las economías avanzadas del mundo y los ingresos per cápita en los mercados emergentes siguen aumentando, sobre todo en Asia, África y Europa según la Organización Internacional de Cacao (ICCO, 2010).

4.16.2. Nacional

La producción nacional de cacao en grano de 2004 fue 550 toneladas métricas De acuerdo a la FAO, Nicaragua se ubica en el lugar 42 de los países que producen cacao en grano, con un porcentaje de participación de 0.03 % y cuarto lugar en Centroamérica (CATIE-PCC, 2009).

V. METODOLOGÍA

5.1. Ubicación del estudio

La presente investigación se realizó en la finca La Esperanza del propietario Francisco Trujillo, ubicado en la comunidad Buena Vista, municipio El Castillo, departamento Río San Juan, 2016 – 2017

5.2. Enfoque de la investigación

La investigación tuvo un enfoque cuantitativo ya que permitió generar datos numéricos y resultados estadísticos de cada uno de los híbridos de cacao.

5.3. Tipo de la investigación

Esta investigación es de tipo descriptiva, ya que se hizo una descripción generalizada de las características del fruto, flor, semilla; enfermedades, plagas y hábito de crecimiento o arquitectura, y desarrollo de las plantas de cacao, siendo de corte transversal porque se estudia el fenómeno en un periodo específico de tiempo.

5.4. Descripción de los tratamientos

Tratamientos: 5 híbridos de cacao

Ambiente: Finca La Esperanza, comunidad Buena Vista (El Castillo), del propietario Francisco Trujillo.

Tratamientos

INTA – H 1512

INTA – H 1712

INTA – H 0512

INTA – H 1912

INTA – H 2012

Características del fruto

Etapa productiva del ensayo caracteres a medir del fruto, semilla y la flor. De cada hilera se tomó una planta como una observación de ella y se registró al menos 25 observaciones de la variable correspondiente durante todo el estudio, procurando un mínimo de 4 a 5 levantamientos/año.

Para levantar este dato, los frutos estaban fisiológicamente maduros sin síntomas de enfermedad.

Se evaluaron y registraron 5 características cuantitativas (largo del fruto, diámetro de la mazorca, peso del fruto, altura de caballete, profundidad de surco) y 5 características cualitativas (forma de mazorca, forma del ápice, color de la mazorca y rugosidad)

Características cuantitativas

Largo de la mazorca: Distancia lineal entre los extremos del fruto en cm.

Diámetro de la mazorca: Determinado en el ecuador de la mazorca en cm.

Peso del fruto: Es el peso promedio de un mínimo de 5 mazorcas expresado en gramos.

Altura de caballete: Determinado a la corta del fruto en el centro con apoyo de una regla en cm.

Profundidad de surco: Determinado a la corta el fruto en el centro con apoyo de una regla en cm.

Características cualitativas

Forma de la mazorca: 1 = Anjoleta 2 = Amelonado 3 = Cundeamor 4= Calabacilla

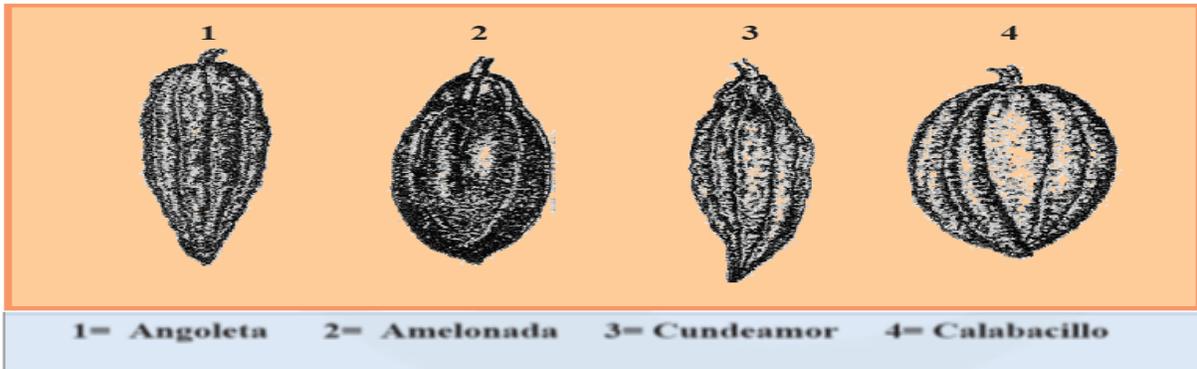


Figura 2. Descripción de la forma de distintos frutos de cacao (*Theobroma cacao*. L) Catalogo para caracterización de clones de Cacao. CATIE 2008

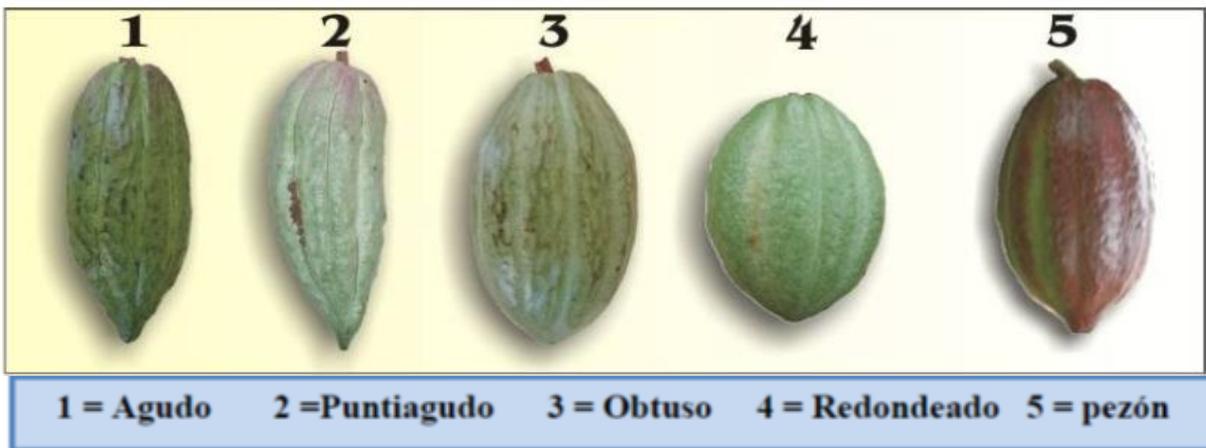


Figura 3. Descripción de la forma apical en distintos frutos de cacao (*Theobroma cacao*. L) (Catalogo para caracterización de clones de CATIE 2008)

Color de la mazorca: (1= verde, 2=rojo)

Rugosidad del mesocarpo: 1=lisa o ausente, 2=intermedia, 3= áspera

Características de la flor

Esta variable se midió 4 veces en el año, tomando como muestra 5 flores por toma de datos hasta que se estimó conveniente las características a medir:

Largo de los pétalos: Para tal efecto se cortaron 2 pétalos de la flor para calcular su tamaño en mm.

Largo de los estaminodios: Para tal efecto se cortaron 2 pétalos de la flor para calcular su tamaño en mm.

Color de estaminodios: 1. Púrpura intenso 2. Púrpura ligero 3. Rosados 4. Claros.

Características de la semilla

De cada fruto se tomaron al menos 15 semillas y se midieron siete características cuantitativas (peso húmedo, peso seco, % de testa, % de mucilago, largo, ancho, grueso) y tres (color de almendra, sabor de mucilago y forma de la semilla). El peso seco se determinó después del proceso de fermentación y secado. Para esto se hizo uso de una bolsa de tela en donde se colocaran 100 almendras para su fermentado por 3 días y su secado posterior a estas se le midió peso, largo, ancho y grosor.

Color de la semilla; 1= púrpura, 2= crema, 3= café

Porcentaje de mucilago

Porcentaje de testa

Peso húmedo de semilla; Se pesaron 15 semillas de las 3 mazorcas con su mucílago pero sin placenta en tres repeticiones.

Peso seco de la semilla; Se pesaron las 15 semillas sin mucílago y testa, esta es sometida a temperaturas de 105° c por 90 minutos, en tres repeticiones.

Índice de semilla: es la cantidad de fruto necesaria para producir 100g de cacao seco. **Se calcula:** $IS = 100 / \text{peso seco de la semilla en g.}$

Forma de la semilla; o= ovada, 1= elíptica, 2=oblonga (tomado de tingo-maría Perú 2007)

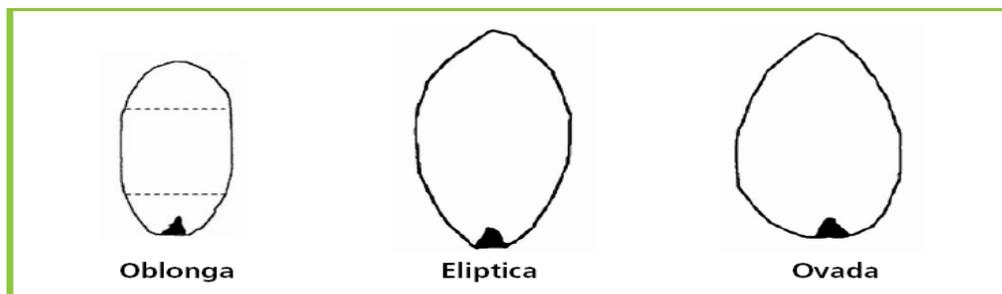


Figura 4. Distintas formas de las semillas de cacao. Catalogo para la caracterización de clones de cacao (*Theobroma cacao*. L) en Perú.

Respuesta a enfermedades

Registro después de cada cosecha de los frutos afectados según la enfermedad

Determinación de la severidad del hongo en la parte externa del fruto



<i>Nomenclatura</i>	<i>Reacción</i>	<i>Escala (cm)</i>
HR	Altamente Resistente	0.0 a 2.0
R	Resistente	2.1 a 4.0
MR	Moderadamente resistente	4.1 a 6.0
MS	Moderadamente Susceptible	6.1 a 8.0
S	Susceptible	8.1 a 10.0
HS	Altamente Susceptible	> 10.0

Figura 5. Método de calcular severidad externa de la enfermedad en el fruto. Tomado de A. Arciniega.

3. Determinación de la severidad del hongo en la parte interna del fruto

Severidad Interna



0	= 0% daño
1	= 1-20%
2	= 21-40%
3	= 41-60%
4	= 61-80%
5	= >81%

Incidencia de las enfermedades en los tratamientos

Para calcular esta variable se realizara la siguiente ecuación en donde se llevara esta operación por enfermedad:

% de afectación= cantidad de frutos enfermos/ Cantidad de frutos cosechados incluidos enfermos x 100

Esta variable es muy determinante en los procesos de selección, considerando dos enfermedades Mazorca negra causada por el hongo *Phytophthora palmivora* y Moniliasis causada por el Hongo *Moniliophthora roreri*. La toma de datos se realizó de la siguiente forma:

Registró después de cada cosecha de los frutos afectados según la enfermedad

Se determinó la severidad del hongo en la parte externa del fruto

Determinación de la severidad del hongo en la parte interna del fruto

Incidencia de las enfermedades en los tratamientos

Para calcular esta variable se realizó la siguiente ecuación en donde se llevó esta operación por enfermedad:

% de afectación= cantidad de frutos enfermos/ Cantidad de frutos cosechados incluidos enfermos x 100

Para el caso de monilia y mazorca negra. Estimación de su respuesta a la enfermedad.

> al 10 % de afectación susceptible

< al 10 % > al 5 % Moderadamente susceptible

< al 5% > al 2 % Modernamente Resistente

< al 2 % resistente

Habito de crecimiento o arquitectura, crecimiento y desarrollo de las plantas

Esta variable se midió dos veces en el año, hasta que el cultivo llega a terminar su segundo año, en donde se estimó altura del verticilo, inicio de floración (meses) inicio de fructificación (Meses)

Altura al verticilo u/o horqueta: Esta variable se realizó dos veces al año, hasta el segundo año de vida del cultivo de la siguiente manera: antes de la formación o aparición del verticilo; midiendo hasta la corona apical con la aparición distintiva del verticilo. Se colocó una cinta métrica en la base de la planta y llegando hasta donde se forma el verticilo y el dato se registró en cm.

Inicio de floración: Esta variable se registró con la aparición de la primera floración, llevando un control de registro de donde presenta la mayor floración, tallo o ramas y la media de flores por cojín.

Inicio de producción: Esta variable se realizó una sola vez y se tomaron con la primera aparición de frutos en la planta, en donde se registró la fecha de formación del fruto.

Observaciones o réplicas

Se realizó una selección individual de las plantas élites en estudio con una alternativa con respecto al tiempo (verano, invierno, salida de verano) en la toma de datos de los híbridos.

Manejo del ensayo

El experimento recibió un manejo básico, basado en la siguiente guía:

Poda de mantenimiento: 2 Veces al año

Poda de formación: 2 Veces al año

Fertilización: Según IPNI & Santos 2015. (N, P, K, Ca, Mg, S, B, Zn)

Enmiendas: Encalado 200 gr de carbonato de calcio-magnesio/planta/año en banda

Control de malezas: 4 veces en el año hasta enero.

5.5. Duración del estudio

La investigación se dio durante el año 2016- 2017 con una duración de dos años completos

5.6. Variables

Tabla 1. Operacionalización de las variables

Variable	Sub variable	Definición	Indicadores	Fuente	Técnica
Características del fruto	Forma del fruto	Son todas aquellas que posee el fruto como la inflorescencia, la semilla o partes carnosas de órganos	Angoleta Amelonado Cundeamor Calabacilla	INTA y productor	Medición y Observación
				INTA y productor	Medición y observación
				INTA y productor	Medición y

Variable	Sub variable	Definición	Indicadores	Fuente	Técnica
		florales que hayan alcanzado el grado de madurez y			Observación
				Productor	Medición y Observación
	Color del Fruto	sean adecuadas para el consumo humano".	Se identifica el color del fruto en cada uno de los híbridos	INTA	Medición y Observación
				INTA y productor	Observación
	Diámetro de Fruto (cm)		Se determina la medición del diámetro por cada mazorca	INTA y productor	Medición Observación
	Largo de Fruto (cm)		Se realiza medición del largo del fruto	INTA y productor	Observación
Características de la flor	Largo de los pétalos	Se refiere a la estructura de reproducción	Se medirá en milímetro	INTA y productor	Observación y medición
	Largo de los estaminodios	sexual, característica de cierto tipo	Se conocen el largo de los estaminodios	INTA y productor	Medición

Variable	Sub variable	Definición	Indicadores	Fuente	Técnica
	Color de estaminodios	de plantas y tiene el propósito de producir semillas de nuevas plantas para la perpetuación de la especie.	Se determina el color de los estaminodios	INTA y productor	Observación
			Se conoce el diámetro del peciolo de cada flor de cada híbrido	INTA y productor	Medición
Características de la semilla	Color de la semilla	Se dice que la semilla aparece cuando un óvulo que pertenece a una	Púrpura crema café	INTA y productor	Observación
	Porcentaje de mucilago	angiosperma o a una gimnosperma alcanza un	Se obtiene el porcentaje de mucilago por fruto	INTA y productor	Medición
	peso húmedo de semilla	cierto punto de madurez, no sólo incluye un embrión que puede derivar en otra planta, sino que	Se calcula el peso húmedo en libras y kilogramos por mazorcas de cada híbridos	INTA y productor	Medición

Variable	Sub variable	Definición	Indicadores	Fuente	Técnica
	peso seco de la semilla	también alberga alimento	Cantidad en gramos	INTA y productor	Medición
	forma de la semilla		Ovada Elíptica Oblonga	INTA y productor	Observación
Enfermedades	Mazorca negra	Es alteración leve o grave del funcionamiento normal de un organismo o de alguna de sus partes debida a una causa interna o externa.	Se identifica las enfermedades que ataca a cada uno de los híbridos	INTA y productor	Observación y medición
	Moniliasis			INTA y productor	Observación y medición
Plagas	zompopos, gusanos, pulgones, conchas o mayas taltuzas ardillas	Son colonias de organismos animales o vegetales que ataca y destruye los cultivos y las plantas.	Se identifica las plagas que ataca a cada uno de los híbridos	INTA y productor	Observación y medición

Variable	Sub variable	Definición	Indicadores	Fuente	Técnica
Hábito de crecimiento o arquitectura, crecimiento y desarrollo de las plantas	Altura al verticilo u/o horqueta	Se refieren principalmente al desarrollo de una planta o una de sus partes siendo anual, bienal o perenne; y sus partes leñosas, suculentas, o reservantes de nutrientes.	Se determina la altura en cada uno de los verticilos en cada híbridos	INTA y productor	Medición
	Inicio de floración		Se identifica el tiempo de inicio de la floración	INTA y productor	observación
	Inicio de producción		Se ha identificado el tiempo de inicio de la producción de los híbridos	INTA y productor	Observación

5.7. Procesamiento y análisis de la información

La información recopilada en campo fue procesada con el apoyo del programa ANDEVA para la generación de tablas, gráficos y otros datos necesarios para el análisis y discusión, los cuales presentamos como resultados de la investigación.

5.8. Técnicas e instrumentos

Las técnicas de recolección de la información utilizada para este estudio fueron a través de un formato y la observación en los árboles élites de los híbridos de cacao.

5.9. Materiales utilizados

Computadora: para procesar la información de cada instrumento aplicado.

Impresora: impresión del documento.

Otros materiales: Lapiceros, libreta, borrador, cinta métrica, vernier, reglas, balanza, termo, tijeras, machetes y ANDEVA

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el siguiente apartado se describen todos los resultados obtenidos en campo, en donde se hace énfasis en híbridos de cacao (*Theobroma cacao* L) para la búsqueda de plantas élites de alta productividad y resistencia a enfermedades.

6.1. Características de frutos de híbridos de cacao

Las características cualitativas de los frutos de cinco híbridos de cacao identificadas en campo para la búsqueda de plantas de alta productividad se analizaron en base al peso húmedo y peso seco de las semillas.

Las características cualitativas del híbrido que presentó los mejores comportamientos para la productividad de cacao fue INTA H 1712; el cual presenta constricción basal escasa en el fruto, forma amelonada y ápice obtuso, color rojo con rugosidad del mesocarpio de intermedio.

Constricción Basal	Forma del Fruto	Forma del Ápice	Color de Fruto	Rugosidad de Mesocarpio
				
Escasa	Amelonado	Obtuso	Rojo	Intermedia

Figura 6. Características de los híbridos de cacao
Fuente: CATIE, 2008.

El segundo lugar fue para el híbrido INTA H 1912 con fruto de constricción basal escasa, forma amelonada y ápice obtuso, color verde con rugosidad del mesocarpio intermedia.

Constricción Basal	Forma del Fruto	Forma del Ápice	Color de Fruto	Rugosidad de Mesocarpio
				
Escasa	Amelonado	Obtuso	Verde	Intermedia

Figura 7. Características de los híbridos de cacao
Fuente: CATIE, 2008.

6.2. Índice de frutos de cinco híbridos de cacao

El índice de fruto es la cantidad de frutos requeridos para producir 1 kg de cacao seco a lo que se determinó que el híbrido INTA H0512 es el que requiere menor cantidad de frutos (11.80 frutos) para producir 1 kg de cacao seco, esto se relaciona además con los resultados obtenidos mediante el análisis de componentes principales en donde determina que el INTA H 0512 está asociado a la característica del número de semillas por fruto.

6.3. Características cualitativas de fruto y semilla

Se construyó la matriz resumen (Tabla 2) de las características morfológicas cualitativas del fruto y semilla, encontradas en los cinco 5 híbridos de cacao.

Con respecto a la constricción basal la mayor similitud la presentaron los híbridos INTA H 1712, INTA H 1912, INTA H 2012 teniendo constricción basal escasa y representada por el 60% de la variación, seguido de los híbridos (INTA H 0512, INTA H 1512) con el 40% de la variación con respecto a los demás genotipos.

En los frutos de los cinco híbridos de cacao evaluados y caracterizados existe una mayor variación en cuanto a su forma, coincidiendo a mayor rango la forma amelonado en un 60% y representados por los Híbridos INTA H1712, INTA H1912 y el INTA H2012, un 20% representado por el híbrido INTA H0512 y mostrando una forma cundeamor, el INTA H1512 conservando la característica angoleta.

La forma de los frutos es un descriptor que sirve para determinar diferencias genéticas entre individuos y la calidad del cacao siendo los de forma cundeamor y angoleta los que presentan esas características.

La relación que existe en la mayoría de los frutos también coincide en ser frutos con ápice obtuso en un 80% y solo en el caso del híbrido INTA H 0512 presentó una característica diferente al resto, siendo su forma del ápice puntiagudo característica que solo presentó una variación de un 20% con respecto a los demás.

Existe semejanza en cuanto al color del fruto, siendo el color verde el predominante en estado inmaduro y amarillo en estado de madurez, el 80% de los híbridos presentan esta característica y solo el 20% lo representa el genotipo INTA H1712 mostrando coloración rojo intenso en su estado inmaduro y en su estado de madurez presenta pigmentaciones rojas con amarillo o color anaranjado.

El efecto del ambiente tiene un peso menor en las características cualitativas con respecto a las cuantitativas, sin embargo, se debe estar claro que la intensidad del color está muy ligada a la luminosidad, y la genética (Santos y Calero, 2015).

La rugosidad de mesocarpio es un descriptor que sirve para determinar diferencias genéticas entre individuos (Enríquez, 1991). En los híbridos de cacao estudiados no existe variación teniendo en común la característica de tener una estructura de mesocarpio intermedia.

En cuanto a las características cualitativas de la semilla existe similitud en cuatro híbridos (INTA H 0512, INTA H1512, INTA H1912, INTA2012) mostrando tener forma Elíptica con el 80% de la variación total; mientras que el (INTA H1712) la característica que presentó fue Ovada con una variación del 20%.

El color de la semilla es un descriptor determinante que sirve para establecer diferencias genéticas entre individuos (Enríquez, 1991). En el estudio no se registraron diferencias sino una alta similitud entre los híbridos estudiados, estableciéndose el color purpura para cada uno de ellos.

Tabla 2. Características cualitativas del fruto y semilla de cinco híbridos de cacao (*Theobroma cacao* L) evaluados en el presente estudio, Buena Vista – El Castillo 2016 - 2017.

Tratamiento	No de Planta	de Constricción Basal	Forma del Fruto	Forma del Ápice
INTA H 0512	6	Intermedia	Cundeamor	Puntiagudo
INTA H 1512	6	Intermedia	Angoleta	Obtuso
INTA H 1712	5	Escasa	Amelonado	Obtuso
INTA H 1912	8	Escasa	Amelonado	Obtuso
INTA H 2012	6	Escasa	Amelonado	Obtuso

Tratamiento	No de Planta	de Color de Fruto	Rugosidad de Mesocarpio	Forma de Semilla	Color de Cotiledones
INTA H 0512	6	Verde	Intermedia	Elíptica	Purpura
INTA H 1512	6	Verde	Intermedia	Elíptica	Purpura
INTA H 1712	5	Rojo	Intermedia	Ovada	Purpura
INTA H 1912	8	Verde	Intermedia	Elíptica	Purpura
INTA H 2012	6	Verde	Intermedia	Elíptica	Purpura

6.4. Índice de semillas de cinco híbridos de cacao

El índice de semilla es la cantidad de semillas requeridas para producir 100 gr de cacao seco, en la tabla anterior se muestra que el híbrido que mostró mejor resultado es el INTA H 1712 con valores de 58.14 respectivamente; ya que posee las semillas con mayor peso a lo demandado en el mercado con 1.72 g por semilla (ver tabla 3).

Tabla 3. Índice de semillas de cinco híbridos de cacao

Clon	Constante (g)	Peso seco sin testa (g/semilla)	Índice se semilla
INTA H0512	100	1.10	90.91
INTA H1512	100	1.30	76.92
INTA H1712	100	1.72	58.14
INTA H1912	100	1.38	72.46
INTA H2012	100	1.04	96.15

6.5. Características cuantitativas de los frutos de cacao

Las características cuantitativas en los híbridos de cacao muestran que hay influencia de los tipos de híbridos (tratamientos) en las variables diámetro del fruto, largo del fruto, peso del fruto, número de semillas, profundidad de surco y en la altura de caballete con diferencia significativa 5% y el 95% de intervalo de confianza.

Haciendo comparaciones múltiples el híbrido INTA H 2012 (tratamiento) es significativamente diferente a todos los demás híbridos (tratamientos) en el diámetro y largo del fruto con el 95% de seguridad o confianza.

En el peso del fruto el híbrido INTA H 2012 y INTA H 1712 no son significativamente diferentes, pero lo son con los híbridos INTA H 0512, INTA H 1512 y INTA H 1912 al nivel del 95% de confianza.

El híbrido INTA H 0512 es significativamente diferente a todos los híbridos en el número de semillas con el nivel de 95% de confianza.

En la variable profundidad de surco el híbrido INTA H 1912 es significativamente diferente a INTA H 0512, INTA H 1712 e INTA H 2012. Así mismo El híbrido INTA H 0512 es significativamente diferente de INTA H 1912 e INTA H 2012 con el nivel de 95% de confianza.

El híbrido INTA H 1512 no tiene diferencias significativas con los demás híbridos (INTA H 0512, INTA H 1712, INTA H 1912, INTA H 2012)

El híbrido INTA H 0512 mantiene diferencias significativas en la variable altura de caballete con INTA H 1512, INTA H 1712, INTA H 1912 e INTA H 2012 con el 95% de confianza.

Como se puede ver en las medias del diámetro del fruto de la tabla siguiente; el híbrido INTA H 2012 es significativamente inferior (8.61 cm) a los demás tratamientos con el valor de $p < 0.05$. Los mayores resultados fueron obtenidos por los híbridos INTA H 1512 (28.6000 cm) e INTA H 1712 (28.45 cm).

En el mismo cuadro se refleja el híbrido con mayor longitud en el fruto, siendo el tratamiento INTA H 1512 con 28.0500 cm y los demás $p < 5\%$. Los de menor resultados son el INTA H 2012 (**14.3000** cm) e INTA H 1712 (18.85 cm)

En el peso del fruto se observa que el híbrido INTA H 1512 tiene mayor resultado con (807.2000 g); y el híbrido de menor peso es el INTA H 1712 (3508500 g).

El híbrido INTA H 0512 sobresale en número de semillas en su fruto con 57.66 unidades. Con el menor cantidad de semillas encontramos INTA H 1712 (25.50 unidades)

En la profundidad del surco encontramos que el híbrido INTA H 1912 (1.5571 cm) es sobresaliente en esta particularidad. No así para el híbrido INTA H 0512 que solo presenta (1.00 cm) de profundidad.

En la altura del caballete se pudo apreciar que el híbrido INTA H 1912 con (1.857 cm) fue el de mayor incidencia en sus mediciones; contrario a ello encontramos el híbrido INTA H 0512 con (1.2167 cm) de longitud en la altura del caballete (ver tabla 4).

Por tanto aceptamos la hipótesis alternativa con el 95% de confianza que existe diferencia significativa en los índices productivos de los cinco híbridos de cacao.

Tabla 4. Separación de medias para las características del fruto de 5 híbridos de cacao

Híbridos	Nº de Planta	Diámetro (cm)	Largo del fruto (cm)	Peso del fruto (gr)	Nº de Semillas con mucilago	Profundidad del surco (cm)	Altura del caballete (cm)
INTA H 05126		26.55 ^b	25.61 ^c	561.33 ^b	57.66 ^b	1.00 ^a	1.21 ^a
INTA H 15122		28.60 ^b	28.05 ^c	807.20 ^c	27.50 ^a	1.25 ^{ab}	1.80 ^b
INTA H 17122		28.45 ^b	18.65 ^b	350.85 ^a	25.50 ^a	1.20 ^a	1.65 ^b
INTA H 19127		26.83 ^b	21.28 ^b	675.07 ^b	37.42 ^a	1.55 ^b	1.85 ^b
INTA H 20126		8.61 ^a	14.30 ^a	405.38 ^a	29.16 ^a	1.28 ^{ab}	1.75 ^b
Total	23	22.30	20.95	558.34	38.65	1.28	1.63

Promedios con letras iguales, son estadísticamente iguales entre columnas

El análisis de la tabla 5 de separaciones de medias de las características del fruto de híbridos de cacao, se describe que el híbrido INTA H 0512 es significativamente inferior (25.1967 g) a los demás tratamientos con el valor de $p < 0,05$. Los mejores resultados obtenidos son INTA H 1712 (40.8550 g) e INTA H 1912 (38.3586 g).

En la misma tabla se aprecia el híbrido con mayor peso húmedo sin mucílago, siendo el tratamiento INTA H 1712 (31.6850 g) y los demás $p < 0,05$ %. Los de menor resultados son INTA H 0512 (18.4567 g), INTA H 1512 (23.7350 g) INTA H 1912 (23.6871 g) e INTA H 2012 (22.2300 g)

El peso seco con testa (g) de la semilla de cacao, se aprecia que el híbrido INTA H 1712 tiene mayor resultados con (21.8000 g) y el híbrido de menor peso con testa es el INTA H 0512 con (14.7033 g).

El híbrido INTA H 1912 presenta el mayor peso seco sin testa (g) con (13.7986 g) y el menor lo ubicamos para el INTA H 2012 con (10.4633 g).

En el porcentaje de mucílago, encontramos que el híbrido INTA H 1712 (77.6450%) es sobresaliente en esta característica; contrario a ellos identificamos el híbrido INTA H1912 con el porcentaje más bajo en mucílago con (61.6714%).

Por tanto aceptamos la hipótesis alternativa con el 95% de confianza que existe diferencia significativa en características del fruto de híbridos de cacao

Según Mejía (2000), para realizar el proceso de peso húmedo con y sin mucílago, seco con testa y sin testa y obtener un porcentaje de mucílago de cacao; comprende etapas de desgrane, fermentación y secado, que se lleva entre 7 y 8 días, obteniéndose en el interior de los cotiledones que se traducen en un aumento de volumen, aparición del color pardo, disminución del sabor amargo y de la astringencia.

Tabla 5. Separaciones de medias características del fruto de híbridos de cacao

Híbridos	Nº de Planta	Peso húmedo Con Mucilago (g)	Peso húmedo Sin Mucilago (g)	Peso seco con Testa (g)	Peso seco sin Testa (g)	% Mucilago
INTA 0512	H 6	25.19 ^a	18.45 ^a	14.70 ^a	11.00 ^a	73.66 ^{ab}
INTA 1512	H 2	32.97 ^{ab}	23.73 ^{ab}	16.68 ^{ab}	13.09 ^{ab}	71.95 ^b
INTA 1712	H 2	40.85 ^b	31.68 ^b	21.80 ^b	17.21 ^b	77.64 ^b
INTA 1912	H 7	38.35 ^b	23.68 ^{ab}	18.12 ^{ab}	13.79 ^{ab}	61.67 ^a
INTA 2012	H 6	31.62 ^{ab}	22.23 ^{ab}	14.73 ^a	10.46 ^a	70.23 ^{ab}
Total	23	32.91	22.64	16.54	12.43	69.31

Promedios con letras iguales, son estadísticamente iguales entre columnas

6.8. Características de la flor

El análisis de conglomerado nos indica la similitud que existe entre los híbridos evaluados. Fijando un criterio de corte arbitrario a nivel de una magnitud de distancia igual al 50%, todos los Híbridos son clasificados en un solo grupo, lo que indica que comparten características similares entre ellos, esto debido al origen del cruzamiento.

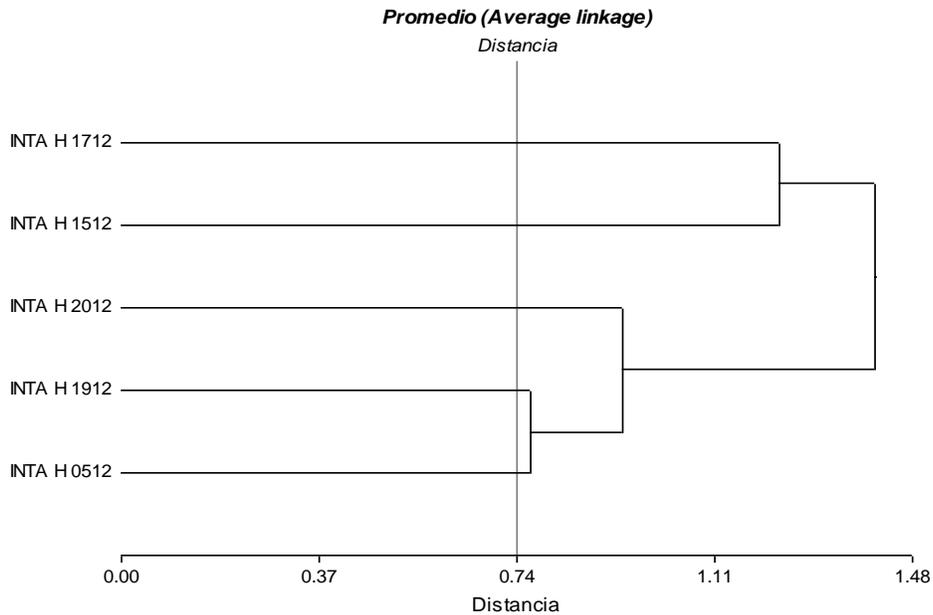


Figura 7. Dendrograma de las características morfológicas de la flor en cinco híbridos de cacao, Buena Vista – El Castillo, 2016 – 2018

6.9. Características de la semilla de Híbridos de Cacao

Pound (1932), fue uno de los primeros investigadores en señalar que algunas características de la semilla son útiles en la caracterización de híbridos de cacao.

Color de la semilla

Las semillas de los híbridos en estudio son de color púrpura (Tomado de TINGO-María Perú 2007).

Forma de la semilla

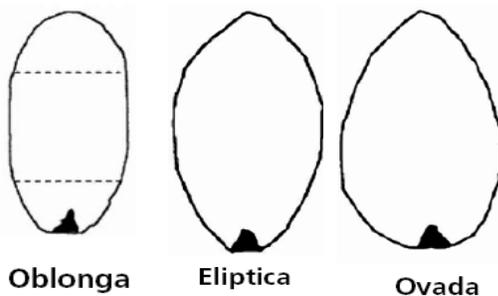


Figura 8. Distintas formas de las semillas de cacao.

Fuente: Catalogo para la caracterización de clones de cacao (*Theobroma cacao*. L) en Perú, 2010 TINGO María Perú (2010)

Son de forma aplanada o redonda de 2 a 4 cm de tamaño, están ubicadas en cinco hileras dentro del fruto, rodeada de una envoltura arilar blancuzca, siendo su testa gruesa y coriácea con la cutícula dura (Powis et al., 2011).

6.10. Plagas y enfermedades en híbridos de cacao

El estudio de híbridos de cacao se llevó a cabo en el periodo de junio 2016 a enero 2018, en finca La Esperanza, comunidad Buena Vista, municipio El Castillo, departamento Río San Juan; en condiciones promedio de precipitación de 5000 mm a 6000 milímetros anuales, temperatura promedio de 25°C y 27 °C y humedad relativa de 90% (Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales, INETER, 2016)

Durante el proceso de recolección de datos en campo se registró plagas de zompos y ardillas incidiendo en la afectación de la plantación de 50 plantas de 5 híbridos de cacao (ver tabla 6).

Tabla 6. Afectación por plagas en los híbridos de cacao

Tratamientos	INTA - H0512	INTA - H1512	INTA - H1712	INTA - H1912	INTA - H2012
Planta 1	SD	SD	SD	SD	SD
Planta 2	SD	SD	SD	SD	SD
Planta 3	SD	SD	SD	A	SD
Planta 4	A	SD	SD	SD	SD
Planta 5	SD	SD	Z	SD	SD
Planta 6	SD	SD	SD	SD	Z
Planta 7	SD	SD	SD	SD	SD
Planta 8	SD	SD	SD	SD	Z
Planta 9	SD	A	SD	SD	SD

Planta 10	SD	SD	A	SD	SD
% afectación	10	10	20	10	20

Criterio de evaluación: A: ardilla, Z: zompopo, SD: sin daño

Los porcentajes de plantas afectadas por zompopos (Z) fue mínimo por el orden del 6% (3) masticando las hojas y los cojines florales. Las plantas con daños fueron el híbrido INTA H1712 planta 5, e INTA H2012 planta 6 y 8. Las ardillas (A) provocaron daños del 8 % (4 plantas) en los frutos de las plantas de cacao. Los híbridos afectados fueron INTA H0512 planta 4, INTA H1512 planta 9, INTA H1712 planta 10 e INTA H1912 planta 3.

En resumen los daños ocasionados por los agentes antes indicados sumaron 14% (7 plantas) de los híbridos de cacao, lo que no tiene significación en el tema de plagas, debido a que no hubo ataques o daños severos en el cultivo.

Según Marín y Gaitán (2011) comentan que la plaga de zompopos es causada por altos porcentajes de sombreado en plantaciones y por precipitaciones considerables, específicamente en épocas de invierno cuando no se aplica buen manejo agronómico. Los mismos autores, también expresan que la ardilla causa daños severos en la producción porque afecta directamente los frutos de cacao durante la época de producción y cosecha, pues se alimentan del mucílago.

En relación a las enfermedades de interés del estudio fueron monilia (*Moniliophthora roreri*) y mazorca negra (*Phytophthora palmivora*) atendiendo la severidad interna y externa. En el periodo de trabajo de campo se evidenció que no hubo perjuicios, infecciones o contagios leves o graves por ambos patógenos. Lo anterior no es coincidente con lo confirmado por (Phillips-Mora y Wilkinson 2012) advierten que *Moniliophthora roreri* es un patógeno agresivo capaz de sobrevivir a diferentes condiciones ambientales, dispersión rápida natural y mediada por el hombre; por lo que representa gran amenaza para agricultores y agricultoras de cacao.

La mazorca negra es una enfermedad causada por un hongo del género *Phytophthora*, y tiene la distribución más extensa en épocas de alta humedad y con bajas temperaturas, siendo que el hongo crece y produce esporas que aparecen como un algodón fino y blanco cuando las mazorcas están afectadas y su control son culturales, poda, limpia, desecho de partes afectadas y de sombra.

En lo general se determinó que los híbridos evidencian resistencia a plagas de zompos, ardillas, a enfermedades de monilia (*Monilophthora roreri*) y mazorca negra (*Phytophthora palmivora*). Por tanto con estos resultados se acepta la hipótesis alternativa preestablecida en que existe respuesta a enfermedades y plagas entre los cinco híbridos de cacao y se rechaza la hipótesis nula que afirmaba que todos los híbridos mostrarían ser susceptibles a enfermedades y plagas.

En los híbridos INTA H 0512 INTA H 1512, INTA H 1712 e INTA H 1912 no hay diferencia significativa en las afectaciones de plagas por híbridos; pero el híbrido INTA H 2012 presenta diferencia significativa en las afectaciones de plagas por híbridos

6.11. Hábitos de crecimiento o arquitectura, crecimiento y desarrollo de las plantas

Los híbridos INTA H 1712 presentan un crecimiento de 234 cm, seguido del híbrido INTA H 1512 con 223 cm, presentan mayor altura en el verticilo en relación con el resto de los híbridos estudiados lo que significa que son plantas en óptimas condiciones.

Tabla 7. Hábitos de crecimiento de los clones de cacao evaluados

Clones	Altura de planta (cm)	Edad a floración (meses)	Altura del verticilo (cm)
INTA H 0512	191	34	39
INTA H 1512	223	37	40

INTA H 1712	234	30	39
INTA H 1912	180	38	42
INTA H 2012	112	38	43

Los híbridos en estudios INTA H 1712 e INTA H 0512 fueron los primeros en iniciar su floración a los 30 y 34 meses respectivos; es así que los mismos obtienen su fructificación a los 39 meses, lo que significa que los híbridos en estudios son los mejores para la producción.

VII. CONCLUSIONES

De acuerdo a estudios realizados en finca La Esperanza, comunidad Buena Vista, se concluye que:

La Evaluación de los 5 híbridos de cacao (*Theobroma cacao*. L), permitió identificar las plantas más productivas de cada híbridos. Así también pudimos conocer a detalles las características productivas, morfológicas y fisiológicas de la planta de cacao.

Con el estudio realizado se logró identificar que los híbridos más productivos y resistentes a plagas y enfermedades son el INTA H 2012, INTA H 1912 e INTA H 1712, aunque los demás presentan características similares a estas, pero con menos índices productivos.

Además se pudo constatar que plantación no ha sido afectada por enfermedades como monilia y mazorcas negras, pero hay afectaciones de plagas de zompapos y ardillas.

VIII. RECOMENDACIONES

De acuerdo a los datos y resultados finales obtenidos en campo en la plantación de los cinco híbridos de cacao en la finca La Esperanza, comunidad Buena Vista, municipio El Castillo se puede recomendar los siguientes:

Instar a las organizaciones gubernamental y no gubernamentales a extender sus planes de manejo sobre las plantaciones de cacao y su producción en el municipio El Castillo, para que los productores adquieran experiencias sobre el manejo agronómico del cultivo, lo que permitirá reducir pérdidas y aumentar ganancias económicas.

Al productor Francisco Trujillo para controlar las plagas de la plantación debe realizar periódicamente:

Para el control de las ardillas

Sembrar árboles frutales alrededor de la plantación; esto sirve para que se alimenten de otras frutas y no del cacao.

Realizar podas para que entre más luz y no puedan esconderse.

En la época de más cosecha, debe realizar una mayor vigilancia y espantarlas con ruido.

Aplicar chile picante en los frutos recién mordidos y en los bordes de la plantación para espantarlas.

Para el control de los zompopos

Eliminar la casa de los zompopos cerca del cacao a través de los controles biológicos mezclando ajo y chile picante con aplicaciones seguidas. También puede utilizar el método de poner franjas plásticas o telas pegajosas en los troncos de árboles de cacao para evitar que los zompopos suban por las plantas. Otro control es combatir los zompopos atacando los nidos y destruyendo los sitios de

alimentación sembrando batata o camote para ahuyentarlos del lugar, utilizando agua caliente, cebos con fungicidas que dañan los cultivos de hongos y cebos tóxicos para las hormigas en sus caminos.

Realizar podas de mantenimiento en la plantación de cacao

Mejorar el sistema de sombra cernida en la plantación con árboles de rápidos crecimiento como guaba blanca (*Inga Densiflora Benth* guabo (*Inga Goldmanii Pittier*); Poró (*Eritrina poeppigiana*) Laurel (*Cordia alliodora*) u otro combinación con árboles forestales que tiene alto valor comercial que permitan controlar sombra.

Al Estado brindar al productor financiamiento con bajos intereses que le permitan, darle un mantenimiento adecuado a sus plantaciones a través de las instituciones pertinentes al tema. Capacitar al productor en toda la cadena productiva y de valor.

Los cinco híbridos estudiados se encuentran a cien metros del Río Sábalo la cual afecta las condiciones fisiológicas y por ende se ve afectado la parte productiva de la planta de cacao en tiempos de inviernos

En la zona de Buena Vista existen plantaciones de cacao en óptimas condiciones, pero las instituciones y cooperativas a fines a este rubro no les han dado el debido manejo agronómico a los productores.

IX. LISTA DE REFERENCIAS

Agüero, J. (2008). Manual del manejo y producción del cacaotero. León, Nicaragua.

Batista, L. (2009). Guía técnica del cultivo del Cacao. Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal, Inc. Santo Domingo, República Dominicana. p 10-13.

Braudeau, (1970) características físicas del fruto de caco.

Catálogo TINGO-María Perú (2008), cultivares de cacao.

CATIE (2013) Manejo Integrados de plagas y agroecología.

CATIE-PCC, (2009). (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza) Situación actual del cacao en Nicaragua. Curso Nacional de Mejoramiento genético de cacao.

Delgado y Suárez. (1993). Enfermedades del cacao y su control, Manual del cultivo de cacao. Quito-Ecuador.

Enríquez, A y Soria A. J. (1966). Mejoramiento genético para resistencia a cinco enfermedades del cacao. Serie materiales de enseñanza. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 28 p.

Escorcia, R. (2013). Técnico, Cooperativa ADDAC. Matagalpa, Nicaragua.

FHIA, (2012) Informe Técnico al programas de cacao y agroforestería en Honduras.

Fûssel, J. y D. Sandino. (1995). Cacao orgánico: Experiencias de Waslala, Nicaragua (Abstract). www.eco-tierra.com, 2001. Nindirí, Masaya. Nicaragua.

- Navarro y Mendoza (2008). Cultivo del Cacao en sistemas agroforestales. Guía técnica para promotores. Programa para el Desarrollo Rural Sostenible en el Municipio El Castillo, Río San Juan, Nicaragua.
- Delgado y Suárez, (1993). Enfermedades del cacao y su control, Manual del cultivo de cacao. Quito-Ecuador.
- ICCO, (2010) Declaración de Bávaro sobre el cacao, III Convención Mundial del Cacao en Bávaro, República Dominicana.
- INTA. (2010) Guía tecnológica del cultivo de cacao, edición N°4.
- Marín, J. (2001). Manejo integrado de plagas y Enfermedades en el Cacao cultivo de cacao en la amazonia peruana. Perú.
- MEFCCA, (2015). El cacao en Nicaragua, situación actual y perspectivas.
- Navarro, M (2010). Cultivo del Cacao en sistemas agroforestales. Guía técnica para promotores. Programa para el Desarrollo Rural Sostenible en el Municipio El Castillo, Río San Juan, Nicaragua.
- Phillips – Mora et al (2012). Catálogo: enfermedades del cacao en Centroamérica. Turrialba, Cr. CATIE. 24 p.
- Powis et al (2011) El cacao y sus usos
- RAE (2012) Nueva Gramática de la Real Academia de la Lengua Española.
- Suárez, (2014) Zonificación agroecológica de Theobroma cacao, Lin para el Macizo montañoso Nipe-Sagua-Baracoa. CITMA.Cuba.31 p.
- Turner, N. (1960). Plant-water relations and adaptation to stress. Plant and soil 58, 97-131.

X. ANEXOS

Anexos 1. Características del fruto

Características Del Fruto (AET 20 Híbridos de Cacao, El Castillo)													FECHA
Tx	Numero de planta	Variables Cualitativas					Variables Cuantitativas						
		Constriccion Basal	Forma del Fruto	Forma del Apice	Color del Fruto	Rugosidad de Mesocarpio	Diametro de Fruto (cm)	Largo de Fruto (cm)	Peso de Fruto (g)	Numero de Semilla	Profundidad de surco (cm)	Altura de Caballete (cm)	

Anexo 2. Características de la semilla

Características de la semilla (AET 20 Híbridos de Cacao, El Castillo)													FECHA	
Tx	Numero de planta	Variables Cualitativas				Variables Cuantitativas								
		F. de Semilla	Color cotiledones			Ancho cm	Largo cm	Grosor cm	Peso Humedo g.		Peso Seco g.			% De Musilago
			Purpura	Crema	Café				Con Mucilago	Sin mucilago	Con Testa	Sin tasta		

Anexo 3. Respuesta a enfermedades (mazorca negra)

Respuesta a Enfermedad (Mazorca Negra)													Tratamiento
Tratamiento	Severidad Externa						Severidad Interna						
	Escala						Escala						
	0.0 - 2.0	2.1 - 4.0	4.1 - 6.0	6.1 - 8.0	8.1 - 10.0	> 10.0	0%	1 - 20%	21 - 40%	41 - 60%	61 - 80%	> 81%	

Anexo 4. Respuesta a enfermedades (moniliasis)

Respuesta a Enfermedad (Moniliasis)													Tratamiento
Tratamiento	Severidad Externa						Severidad Interna						
	Escala						Escala						
	0.0 - 2.0	2.1 - 4.0	4.1 - 6.0	6.1 - 8.0	8.1 - 10.0	> 10.0	0%	1 - 20%	21 - 40%	41 - 60%	61 - 80%	> 81%	

Anexo 5. Respuestas a plagas

Respuesta a plagas (zompopos, gusanos, grillos, pulgones, conchas o mayas, ardillas, taltuzas)												Tratamiento
Tratamiento	Severidad Externa						Severidad Interna					
	Escala						Escala					
	0.0 - 2.0	2.1 - 4.0	4.1 - 6.0	6.1 - 8.0	8.1 - 10.0	> 10.0	0%	1 - 20%	21 - 40%	41 - 60%	61 - 80%	> 81%

Anexo 6. Características de la plantas de cacao

AET DE 20 HIBRIDOS DE CACAO "Comunidad Buena Vista, El Castillo"									Fecha
Tratamiento	N° de planta	Altura al verticilo (cm)	Diametro (cm)	N° de ejes	Inicio de floracion (meses)	Inicio de fructificacion (Meses)	Indice de frutos	Flores por cojin	

Anexo 7. Características de la flor

CARACTERISTICAS DE LA FLOR																
Tratamiento	Muestras	L. de peciolo	L. de sepalos	L. de petalos	L. de ligula	L. de estaminodios	L. del filamento	L. del estilo	Ovulos por ovario	C. de pedicelo	C. de sepalos	C. de petalos	C. de ligula	C. de estaminodios	C. del filamento	C. de cogulla

Anexo 8. Galería de imágenes



Fotografía 1. Productor apoyando la investigación de cacao.



Fotografía 2. Híbrido INTA H- 0912



Fotografía 3. Estudiantes realizando medición de los Híbridos



Fotografía 4. Híbrido INTA H-2012



Fotografía 5. Medición de híbridos de cacao



Fotografía 6. Formas de los híbridos de cacao



UNIVERSIDAD DE LAS REGIONES AUTÓNOMAS DE LA COSTA CARIBE NICARAGÜENSE

URACCAN

Aval del tutor

El tutor/a: **Ing. Roder García Nicaragua**, por medio del presente escrito otorga el Aval correspondiente para la presentación de:

- a. Protocolo
- b. Informe Final
- c. Artículo Técnico

•

Al producto titulado: **T Evaluación agronómica de 5 híbridos de cacao (Theobroma cacao. L.) finca La Esperanza, El Castillo, Río San Juan, 2016-2017**, desarrollada por los estudiantes: **Br. Henry Taleno Taleno y Br. Mártir José Herrera Robleto**

De la carrera: **Ingeniería Agroforestal**

Cumple con los requisitos establecidos en el régimen académico.

Nombre y apellido del tutor: **Ing. Roder García Nicaragua**

Firma: _____

Recinto: Nueva Guinea

Fecha: Diciembre de 2018