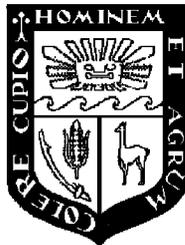


UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

Facultad de Ciencias Forestales



**Diagnóstico y caracterización de la
enfermedad causada por *Phytophthora*
sp. en una plantación de *Calycophyllum*
spruceanum en el Codo del Pozuzo**

Tesis para optar el Título de
INGENIERO FORESTAL

Diego Arturo Castro Garro

Lima – Perú
2012

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos para calificar la sustentación del Trabajo de Tesis, presentado por el ex-alumno de la Facultad de Ciencias Forestales, Bach. DIEGO ARTURO CASTRO GARRO, intitulado “DIAGNÓSTICO Y CARACTERIZACIÓN DE LA ENFERMEDAD CAUSADA POR PHYTOPHTHORA SP. EN UNA PLANTACIÓN DE CALYCOPHYLLUM SPRUCEANUM EN EL CODO DEL POZUZO”.

Oídas las respuestas a las observaciones formuladas, lo declaramos:

.....

con el calificativo de

En consecuencia queda en condición de ser considerado APTO y recibir el título de INGENIERO FORESTAL.

La Molina, 28 de Mayo de 2012

.....
Ing. Florencio Trujillo Cuellar
Presidente

.....
Ing. Martín Araujo Flores
Miembro

.....
Ing. Liliana Aragon Caballero
Miembro

.....
Dr. María Isabel Manta Nolasco
Patrocinador

.....

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue evaluar la acción del cromista *Phytophthora sp.* en una plantación de *Calycophyllum spruceanum* establecida en octubre del 2008, así como determinar la correlación que existe entre los antecedentes de la plantación y las características climáticas con la presencia del patógeno. También se determinó como la acción del patógeno altera el crecimiento de *Calycophyllum spruceanum*.

La plantación en estudio se ubica en el distrito de Codo del Pozuzo, departamento de Huánuco. Tiene una extensión de 41 ha y en el año 2011 se presentó el ataque del cromista *Phytophthora sp.* sobre *Calycophyllum spruceanum*, en individuos de poco mas de 3 años de edad y en una extensión aproximada de 5 ha. La presencia del cromista manifestó lesiones necróticas en el fuste, técnicamente conocidas como cancro, así como la marchitez de la copa.

Los resultados más resaltantes son que la incidencia del cancro es 16,52 % y la severidad del daño evidente, ya que las heridas cubren más del 30% de la circunferencia del fuste además de haber tejido necrotizado. Para la marchitez de copa, los árboles evaluados presentaron una incidencia de 26,47 % y la severidad del daño abarca más de la mitad de la copa. La acción de *Phytophthora* provoca una reducción del crecimiento y rendimiento, y en algún caso causa la muerte de árboles de *Calycophyllum spruceanum*.

Las condiciones favorables para el desarrollo del patógeno fueron las condiciones meteorológicas del año 2011, factor que sumado al uso de agroquímicos y las condiciones de suelos forestales degradados por la agricultura y ganadería resultaron favorables para el desarrollo del patógeno.

ÍNDICE

	Página
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTOS.....	IV
RESUMEN.....	V
ÍNDICE.....	VI
LISTA DE CUADROS.....	VIII
LISTA DE FIGURAS.....	IX
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 CONCEPTOS GENERALES DE LA ENFERMEDAD.....	3
2.2 DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE FORESTAL.....	5
2.2.1 <i>Clasificación sistemática y botánica</i>	5
2.2.2 <i>Distribución</i>	6
2.2.3 <i>Ecología</i>	8
2.2.4 <i>Requerimientos ambientales</i>	8
2.2.5 <i>Fenología</i>	9
2.2.6 <i>Silvicultura</i>	9
2.2.7 <i>Usos</i>	10
2.3 ANTECEDENTES DE LA ENFERMEDAD EN LA ZONA DE ESTUDIO.....	10
2.4 EL CANCRO O CHANCRO	11
2.4.1 <i>Patogenia del cancro</i>	11
2.4.2 <i>Microorganismos asociados a la aparición del cancro</i>	12
2.5 DESCRIPCIÓN DEL PATÓGENO.....	13
2.5.1 <i>Clasificación sistemática y descripción</i>	13
2.5.2 <i>Síntomas de la enfermedad producida por Phytophthora sp.</i>	16
2.5.3 <i>Control cultural y biológico</i>	17
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	19
3.1 DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	19
3.1.1 <i>Ubicación política</i>	19
3.1.2 <i>Ubicación geográfica y características</i>	19
3.1.3 <i>Antecedentes del cultivo forestal</i>	21
3.2 SELECCIÓN DEL ÁREA ESTUDIADA.....	22
3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	22
3.4 EVALUACIÓN DE LOS SÍNTOMAS.....	22
3.4.1 <i>Descripción cualitativa de la enfermedad</i>	23
3.4.2 <i>Descripción cuantitativa de la enfermedad</i>	23
3.4.3 <i>Evaluación del efecto de Phytophthora sp. En el crecimiento de Calycophyllum spruceanum</i>	27
3.5 DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL CULTIVO Y METEOROLÓGICAS SOBRE LA APARICIÓN DE LA ENFERMEDAD.....	27
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	29
4.1 DESCRIPCIÓN CUALITATIVA DE LA ENFERMEDAD.....	29
4.2 DESCRIPCIÓN CUANTITATIVA DE LA ENFERMEDAD	31
4.2.1 <i>Incidencia</i>	31
4.2.2 <i>Severidad</i>	32
4.3 EFECTO DE <i>PHYTOPHTHORA SP.</i> EN EL CRECIMIENTO DE LOS ÁRBOLES DE <i>CALYCOPHYLLUM SPRUCEANUM</i>	35

4.4	ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL CULTIVO Y LAS METEOROLÓGICAS CON LA ACCIÓN DE <i>PHYTOPHTHORA SP.</i>	38
4.4.1	<i>Características del cultivo</i>	38
4.4.2	<i>Características meteorológicas</i>	41
5.	CONCLUSIONES	48
6.	RECOMENDACIONES	49
ANEXO 1	.....	54
	IDENTIFICACIÓN DEL PATÓGENO	54
ANEXO 2	.....	55
	DATOS METEOROLÓGICOS DE LA ESTACION DE PUERTO INCA	55
	DATOS METEOROLÓGICOS DE LA ESTACION DE TOURNAVISTA	56
	DATOS METEOROLÓGICOS DE LA ESTACION DE AGUAYTIA	57
ANEXO 3	.....	58
	ANÁLISIS DEL SUELO: CARACTERIZACIÓN.....	58
ANEXO 4	.....	59
	FORMATO PARA LA EVALUACIÓN DE LOS ANTECEDENTES DEL CULTIVO FORESTAL.....	60
ANEXO 5	.....	61
	FORMATO DE EVALUACIÓN DE LA INCIDENCIA Y SEVERIDAD DEL CANCRO EN EL FUSTE.....	61
ANEXO 6	.....	62
	FORMATO DE EVALUACIÓN DE LA INCIDENCIA Y SEVERIDAD DEL MARCHITAMIENTO DE COPA	62
ANEXO 7	.....	63
	FORMATO DE EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DASOMÉTRICAS	63
ANEXO 8	.....	64
	DATOS SOBRE LA EVALUACIÓN DE LOS ÁRBOLES DE CAPIRONA.....	64
	DATOS SOBRE LA EVALUACIÓN DE LOS ÁRBOLES DE CAPIRONA (CONTINUACIÓN).....	65
	DATOS SOBRE LA EVALUACIÓN DE LOS ÁRBOLES DE CAPIRONA (CONTINUACIÓN).....	66
	DATOS SOBRE LA EVALUACIÓN DE LOS ÁRBOLES DE CAPIRONA (CONTINUACIÓN).....	67
	DATOS SOBRE LA EVALUACIÓN DE LOS ÁRBOLES DE CAPIRONA (CONTINUACIÓN).....	68
	DATOS SOBRE LA EVALUACIÓN DE LOS ÁRBOLES DE CAPIRONA (CONTINUACIÓN).....	69
	DATOS SOBRE LA EVALUACIÓN DE LOS ÁRBOLES DE CAPIRONA (CONTINUACIÓN).....	70
	DATOS SOBRE LA EVALUACIÓN DE LOS ÁRBOLES DE CAPIRONA (CONTINUACIÓN).....	71
	DATOS SOBRE LA EVALUACIÓN DE LOS ÁRBOLES DE CAPIRONA (CONTINUACIÓN).....	72
	DATOS SOBRE LA EVALUACIÓN DE LOS ÁRBOLES DE CAPIRONA (CONTINUACIÓN).....	73
	DATOS SOBRE LA EVALUACIÓN DE LOS ÁRBOLES DE CAPIRONA (CONTINUACIÓN).....	74
	DATOS SOBRE LA EVALUACIÓN DE LOS ÁRBOLES DE CAPIRONA (CONTINUACIÓN).....	75
	DATOS SOBRE LA EVALUACIÓN DE LOS ÁRBOLES DE CAPIRONA (CONTINUACIÓN).....	76

Lista de cuadros

	Página
CUADRO 1 EJEMPLOS DEL INCREMENTO DE LA ENFERMEDAD ASOCIADOS CON EL INCREMENTO DE LA POBLACIÓN DEL PATÓGENO PARA VARIAS ESPECIES DE <i>PHYTOPHTHORA</i>	16
CUADRO 2 ÁREAS REFORESTADAS EN LA FINCA.....	21
CUADRO 3 GRADOS DE SEVERIDAD DEL CANCRO EN EL ÁREA ESTUDIADA	24
CUADRO 4 GRADOS DE SEVERIDAD DEL MARCHITAMIENTO DE LA COPA EN EL ÁREA ESTUDIADA	26
CUADRO 5 INCIDENCIA DEL CANCRO Y MARCHITEZ DE COPA	31
CUADRO 6 SEVERIDAD DEL ATAQUE DEL CANCRO EN EL FUSTE Y MARCHITEZ DE LA COPA	33
CUADRO 7 DIÁMETRO Y ALTURA DE LOS ÁRBOLES SANOS Y ENFERMOS	35
CUADRO 8 DIFERENCIA DE MEDIAS DEL DIÁMETRO ENTRE ÁRBOLES SANOS Y ENFERMOS DE <i>CALYCOPHYLLUM SPRUCEANUM</i>	36
CUADRO 9 DIFERENCIA DE MEDIAS DE LA ALTURA ENTRE ÁRBOLES SANOS Y ENFERMOS DE <i>CALYCOPHYLLUM SPRUCEANUM</i>	37
CUADRO 10 CORRELACIÓN ENTRE EL CANCRO Y LA MARCHITEZ DE LA COPA DE <i>CALYCOPHYLLUM SPRUCEANUM</i>	37

Lista de figuras

	Página
FIGURA 1 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DE <i>CALYCOPHYLLUM SPRUCEANUM</i> (BETHAM) HOOKER F. EX SCHUMANN.	7
FIGURA 2 CICLO DE VIDA DE <i>PHYTOPHTHORA CINNAMOMI</i> EN AGUACATE.	15
FIGURA 3 MAPA DE UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	20
FIGURA 4 ESCALA GRÁFICA DE LA SEVERIDAD DEL CANCRO.	25
FIGURA 5 ESCALA GRÁFICA DE LA SEVERIDAD DEL MARCHITAMIENTO.	26
FIGURA 6 BASE DEL FUSTE DE INDIVIDUO DE <i>CALYCOPHYLLUM SPRUCEANUM</i>	29
FIGURA 7 FUSTE DE CAPIRONA CON GRAN SUPERFICIE DE LÍQUENES.....	30
FIGURA 8 MARCHITAMIENTO EN LA COPA.	31
FIGURA 9 CANCRO EN FUSTE DE CAPIRONA	33
FIGURA 10 DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIA DE LA:	34
FIGURA 11 MAPA DE DISTRIBUCIÓN DE LA ENFERMEDAD EN EL ÁREA DE ESTUDIO.....	39
FIGURA 12 DISTRIBUCIÓN MENSUAL DE LA PRECIPITACIÓN EN 3 ESTACIONES.	42
FIGURA 13 DISTRIBUCIÓN MENSUAL DE LA HUMEDAD RELATIVA PROMEDIO EN 3 ESTACIONES.	44
FIGURA 14 DISTRIBUCIÓN MENSUAL DE LA TEMPERATURA PROMEDIO EN 3 ESTACIONES.	46

1. INTRODUCCIÓN

La demanda de productos forestales se ha incrementado en las últimas décadas, debido al aumento de la población mundial y al fenómeno de la globalización. Las principales regiones de extracción y abastecimiento de madera, África y Asia, han agotado casi por completo sus recursos forestales madereros, siendo las nuevas fuentes de abastecimiento los bosques naturales de América del Sur.

Las plantaciones forestales con especies comerciales de rápido crecimiento son una inversión atractiva, debido a la escasez de maderas duras en volumen y calidad proveniente de bosques naturales, además de las restricciones cada vez más fuertes sobre el aprovechamiento de los mismos.

Dado que la deforestación genera escasez de madera, los propietarios de tierras están practicando el cultivo forestal de diferentes especies de rápido crecimiento, como *Calycophyllum spruceanum* (Capirona), debido al mercado nacional e internacional creciente. El Ministerio de Agricultura (MINAG 2011), para el año 2010 reportó una producción de 90 991,01 m³ de madera rolliza y 10 834,22 m³ de madera aserrada de *Calycophyllum spruceanum*. Además del crecimiento de las exportaciones de madera aserrada, cuyos montos ascienden a 57 005 453,93 US\$ (valor FOB), indican que las plantaciones son atractivas para los inversionistas.

El desarrollo de plantaciones forestales comerciales necesita del conocimiento de la especie a instalar, calidad de sitio, material genético y de buenas prácticas silviculturales que favorezcan su desarrollo. El Centro Internacional de Investigación en Agroforestería (ICRAF) junto con el Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA), están priorizando la investigación sobre la domesticación agroforestal y el mejoramiento genético de *Calycophyllum spruceanum* (Cornelius *et al.* 2004), dada su demanda en el mercado nacional e internacional.

Debido a la inversión que demanda la instalación y el mantenimiento de una plantación forestal, las medidas de prevención y control de las enfermedades son fundamentales.

Phytophthora sp. es un patógeno cuyo daño es reconocido a nivel mundial. El ataque de este chromista sobre una especie nativa, “Capirona”, tolerante a inundaciones ha sido poco estudiado por lo tanto se desconoce el daño causado por la enfermedad.

La presente investigación evaluó el grado de ataque del chromista *Phytophthora sp.* en una plantación de *Calycophyllum spruceanum* de tres años edad. Con este estudio se pretende establecer la incidencia y la severidad del ataque del chromista, así como identificar las causas y condiciones que propiciaron la aparición del patógeno. Resolver estas interrogantes es fundamental para la futura instalación de plantaciones de especies nativas, no solamente de Capirona, sino también de otras especies, dado el valor comercial que ha alcanzado la madera nativa de rápido crecimiento de acuerdo a los cambios del mercado actual y que se mantendrán en el futuro cercano.

El objetivo general del estudio fue el realizar el diagnóstico y caracterización de la enfermedad causada por *Phytophthora sp.* en una plantación de *Calycophyllum spruceanum* de tres años de edad. Además como objetivos específicos se busco determinar la incidencia, así como la severidad del ataque del chromista *Phytophthora sp.* en la plantación de *Calycophyllum spruceanum*; determinar el efecto de la *Phytophthora sp.* en el crecimiento de los individuos de *Calycophyllum spruceanum* y analizar la relación existente entre las características del cultivo y las condiciones meteorológicas con la acción de *Phytophthora sp.*

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 CONCEPTOS GENERALES DE LA ENFERMEDAD

González (1981) describe que se puede considerar que las plantas enfermas son aquellas cuyo desarrollo fisiológico y morfológico se ha alterado desfavorablemente y en forma progresiva por un agente extraño, hasta tal punto que se producen manifestaciones visibles de tal alteración. Estas manifestaciones, que son características de cada enfermedad, se llaman síntomas. La mayoría de las enfermedades de las plantas son causadas por microorganismos o por virus; otras, por condiciones adversas del medio ambiente. Ese agente extraño, cuya interferencia con la planta provoca la enfermedad, se denomina agente causal. La planta enferma o susceptible a enfermarse, se conoce como hospedante u hospedero.

El mismo autor además menciona que las enfermedades causadas por agentes transmisibles se llaman enfermedades infecciosas. Cualquier microorganismo o virus que causa una enfermedad infecciosa se llama patógeno; patogenicidad es la capacidad que tiene uno de estos agentes de producir una enfermedad en un hospedante determinado. A veces hay estructuras características del patógeno que son visibles sobre o dentro de los tejidos de la planta enferma, estas estructuras se denominan signos.

Rivera (1991) y Arauz (1998) establecen que se necesita de 3 elementos básicos para el desarrollo de una enfermedad: un hospedero susceptible, un agente causal y condiciones ambientales propicias para la infección. El hospedero puede ser susceptible cuando su información genética determina aptitud para hospedar determinado patógeno, lo cual puede ser acentuado o expresado al darse determinadas condiciones ambientales como deficiencias nutricionales, compactación del suelo, toxicidad u otro factor inanimado, capaz de predisponer a la planta a infecciones. El patógeno, por su parte, puede poseer o no la capacidad de infectar una planta, característica que le confiere su constitución genética.

Schoenweiss (1975), citado por Erwin y Ribeiro (1996), menciona que la predisposición a la enfermedad es causada por factores ambientales (no genéticos) que afectan a la planta antes de la infección de tal manera que la susceptibilidad a la enfermedad se incrementa. Los mismos

autores señalan que entender este concepto es importante porque las plantas consideradas resistentes bajo circunstancias ordinarias se pueden volver susceptibles bajo condiciones predisponentes. Además, este concepto debe distinguirse del efecto de los factores ambientales que tienden a incrementar la población del patógeno.

Manta (2004) propone por primera vez en el Perú el uso del método de evaluación cuantitativa de la enfermedad en la evaluación de los agentes de destrucción de las plantaciones forestales y bosques naturales. Esta propuesta fue utilizada por Reátegui (s.f.) y Ruiz (2010) en la evaluación cuantitativa de insectos perjudiciales y muerte regresiva del Eucalipto, respectivamente. Así la enfermedad es evaluada a través de la incidencia, la severidad y la pérdida de producción. La **incidencia**, es el número o proporción de plantas que están enfermas (el número o proporción de plantas, hojas, tallos y frutos que presentan los síntomas) en relación con el número total de unidades examinadas; mientras la **severidad** de la enfermedad, es la proporción del área o cantidad del tejido de la planta que está enfermo, en cuanto a la **pérdida de la producción**, es la proporción de la producción que el agricultor no podrá cosechar debido a que la enfermedad destruyó directamente o evitó que la planta produzca.

Agrios (2005), recomienda el empleo de los siguientes grados o niveles de daño para evaluaciones forestales:

Nivel 0: Ningún daño visible (0%)

Nivel 1: Daño perceptible (1% - 25%)

Nivel 2: Daños evidentes, que no afectan seriamente al árbol (26% - 50%)

Nivel 3: Daños notorios, que afectan seriamente al árbol (51% - 75%)

Nivel 4: Daños muy notorios, parte evaluada inservible (> 75%)

Ruiz (2010) utilizó estos mismo grados para la evaluación de la muerte regresiva del *Eucalyptus grandis*.

Mientras Manta (2004) sostiene que los grados deberían definirse en función de la especie leñosa, del patógeno, la parte dañada en cada época en que aparece la enfermedad, de manera que las escalas sean lo más específicas posibles.

2.2 DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE FORESTAL

2.2.1 CLASIFICACIÓN SISTEMÁTICA Y BOTÁNICA

De acuerdo a Catalogue of life (2011), haciendo mención a la última revisión hecha por Govaerts (2003), clasifica a la especie en:

Reino: *Plantae*

División: *Magnoliophyta*¹

Clase: *Magnoliopsida*

Orden: *Rubiales*

Familia: *Rubiaceae*

Género: *Calycophyllum*

Especie: *spruceanum*

Nombre común: Capirona, Capirona negra.

Nombre científico: *Calycophyllum spruceanum* – (Benth.) Hook.f. ex K.Schum.

Sinónimos botánicos: *Calycophyllum spruceanum* forma *brasiliensis* K. Schum., *Calycophyllum spruceanum* forma *peruvianum* K. Schum., *Eukylista spruceana* Benth.

Según Reynel *et al.* (2003), la especie *Calycophyllum spruceanum* es llamada comúnmente “Capirona” o “Capirona negra”, además, Castillo y Nalvarte (2007) mencionan que también se la conoce con los nombres de “Capirona de altura” y “Capirona de hoja menuda”.

Reynel *et al.* (2003) describe a la especie como un árbol de 20-35 m de alto, de 50-120 cm de diámetro, con el fuste muy recto, cilíndrico regular y una copa en el último tercio. La corteza externa es lisa, de color verde muy característico, es homogénea, tersa y lustrosa, dando la

¹ ZIPCODEZOO (2011), haciendo referencia a Cavallier-Smith 1998, señala que la división es *Tracheophyta*.

impresión de un poste bien pulido, posee un ritidoma papiráceo² rojizo que se desprende en placas grandes e irregulares, revelando la superficie verdusca de la corteza. La corteza interna es homogénea, muy delgada, de 1-2 mm de espesor y de color crema verdusco. La ramita terminal (Figura 1), presenta hojas simples, opuestas decusadas, elípticas u oblongas con base obtusa, la nervación es pinnada; posee inflorescencia en cimas terminales de 10-15 cm de longitud, provistas de numerosas flores; las flores son hermafroditas, de 1-1,5 cm de longitud, con cáliz y corola presentes; presenta frutos de tipo cápsula, pequeñas, elipsoide-alargadas, de 5-8 mm de longitud, pubescentes en su superficie; posee semillas diminutas, aladas y alargadas.

2.2.2 DISTRIBUCIÓN

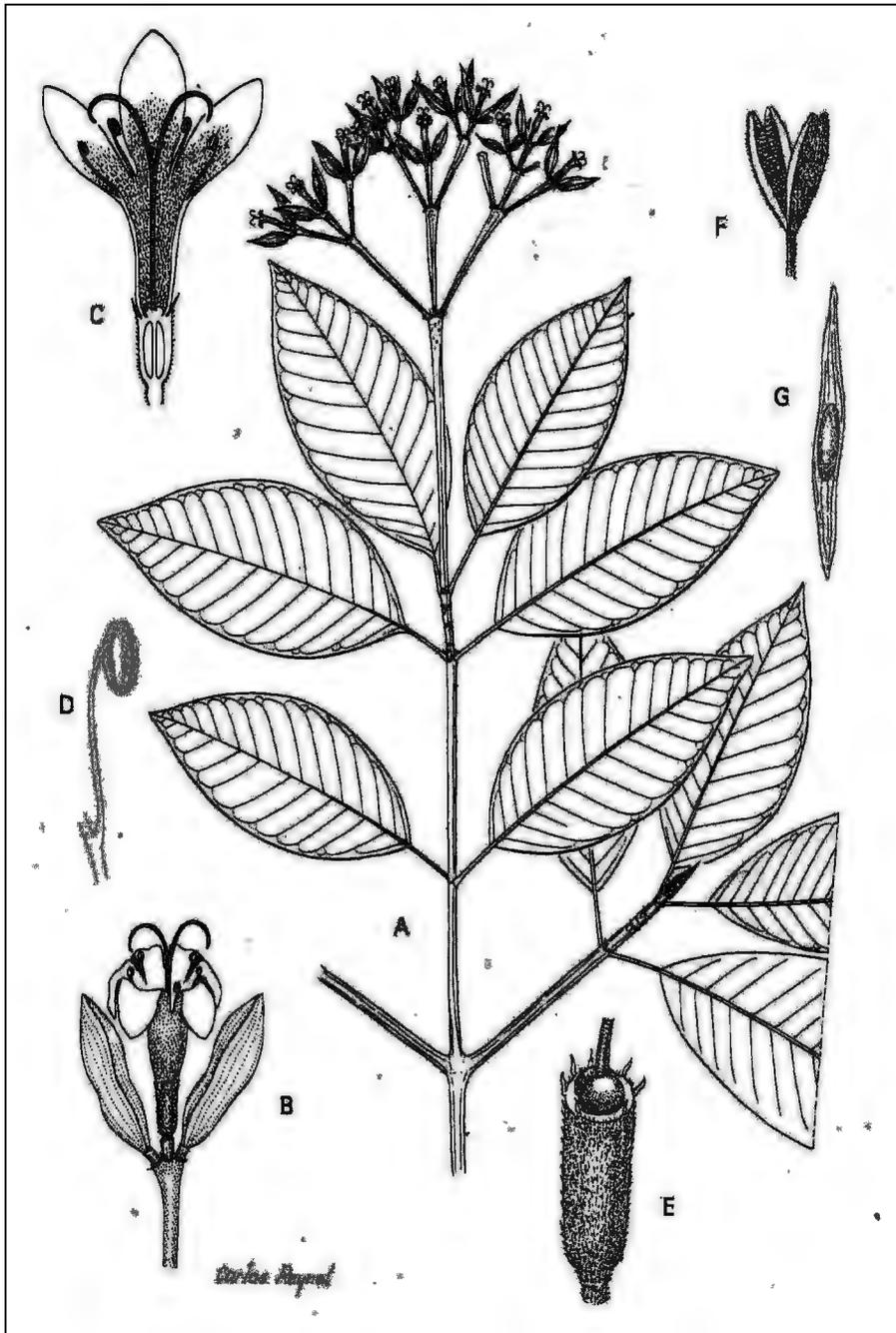
Reynel *et al.* (2003), menciona que la distribución de la especie se da en toda la Amazonia, hasta el sur de Brasil y Bolivia, debajo de los 1200 m.s.n.m. Además, Toledo y Rincón (1999) mencionan que la distribución se da en las formaciones ecológicas de bosque seco tropical, bosque húmedo tropical y bosque muy húmedo tropical.

Reynel *et al.* (2003) y De Campos (2004), refieren que esta especie se observa en ámbitos con pluviosidad elevada y constante, pero también en zonas con una estación seca marcada.

De Campos (2004) menciona que la presencia de *Calycophyllum spruceanum* está condicionada en gran parte por la dinámica de los ríos, en playas de bosque ribereños o en claros de suelos arcillosos, es una especie que tolera la pedregosidad elevada. En áreas de regeneración natural puede ser encontrada asociada a otras especies de características pioneras.

Toledo y Rincón (1999) y Castillo y Nalvarte (2007), mencionan que la Capirona se distribuye en los departamentos de Loreto, San Martín, Amazonas, Ucayali, Huánuco y Madre de Dios.

² Flores (2004) señala que el ritidoma de *Calycophyllum spruceanum* es coriáceo.



Fuente: Reynel et al. (2003)

Figura 1 Descripción botánica de *Calycophyllum spruceanum* (Betham) Hooker f. ex Schumann. A. Ramita con hojas y flores, B. Flores, las dos laterales en botón, la central abierta, C. Flor, sección longitudinal, D. Estambre, E. Hipantio con la corola removida, F. Fruto, G. Semilla.

2.2.3 ECOLOGÍA

Reynel *et al.* (2003), menciona que la Capirona es una especie heliófita, encontrada frecuentemente en bosques secundarios pioneros o tardíos, aunque también se le suele encontrar en bosques primarios y en zona ribereñas. Además, Castillo y Nalvarte (2007) mencionan que la Capirona se encuentra frecuentemente en la zona aluvial de la Amazonia.

Palomino y Barra (2003) mencionan que *Calycophyllum spruceanum* precisa de luminosidad en claros pequeños o sitios abiertos para germinar, crecer y alcanzar estratos superiores de bosque. En sucesiones secundarias pueden abundar en poblaciones homogéneas. Como árboles adultos son dominantes o codominantes en el estrato superior y medio del bosque. Tiene el potencial para dispersar semillas a distancias largas por el viento y el agua.

Tanto Reynel *et al.* (2003) como Castillo y Nalvarte (2007) mencionan que *Calycophyllum spruceanum* crece en comunidades o manchales denominados “capironales”.

MINAG (2010) refiere que la Capirona comparte su hábitat con las siguientes especies: guayaba, poma rosa, pandisho, retama, bijao, casho, huito, cetico, capinurí, ubos, pichirina, aguaje, pijuayo, guaba, guanábana, cedro, barbasco, huamansamana, camu-camu, yumanasa, tamamuri.

2.2.4 REQUERIMIENTOS AMBIENTALES

MINAG (2010) señala que *Calycophyllum spruceanum* se desarrolla en el clima tropical húmedo, con temperatura media anual de 22 a 26°C y precipitación pluvial entre 1100 a 3400 mm anuales. La especie crece entre los 500-1100 msnm, prefiere suelos con pH 7 y saturación de aluminio menor de 30% y no prospera en suelos extremadamente ácidos, con pH de 4 a 4,5. Por otro lado, Palomino y Barra (2003), en cuanto al pH del suelo señalan que *Calycophyllum spruceanum* se establece en suelos fuerte o ligeramente ácidos (pH 4,5-6,5). Además agregan que prefiere suelos de textura media (suelos francos) y con buen drenaje. La Capirona tolera suelos hidromórficos y degradados pero tiene bajas tasas de crecimiento y regular sobrevivencia.

2.2.5 FENOLOGÍA

Flores (2004) indica que la floración y fructificación ocurren todos los años. La floración dura de 2 a 4 meses (Marzo a Junio). Posteriormente las flores caen y aparecen los frutos en forma de cápsulas alargadas de color verde amarillento. La maduración de los frutos dura de 3 a 5 meses y la diseminación de semillas empieza en agosto pero alcanza su máxima intensidad en los meses de Septiembre y Octubre, a fines de la época seca.

Reynel *et al.* (2003) menciona registros de floración desde inicios de la estación seca hasta su final, entre Abril y Setiembre, y fructificación a finales de la estación seca, entre Agosto y Setiembre. De la misma manera, De Campos (2004) menciona que la floración ocurre al final de la época lluviosa y la fructificación se da en la época seca.

2.2.6 SILVICULTURA

Reynel *et al.* (2003), indica que la propagación de la especie por semilla es exitosa; la germinación se inicia a los 3-5 días de la siembra; el poder germinativo es de 80-90 % con semillas frescas. Las semillas son diminutas y germinan en almácigos con sustrato arenoso. Las plántulas se trasplantan luego a bolsas plásticas, en las cuales se las mantiene hasta que alcanzan unos 50 cm de alto, tamaño al cual pueden ser llevadas al terreno definitivo.

El programa APGEP-SENREM convenio USAID-CONAM (2001) menciona que la Capiroña crece bien en terrenos inundables, especialmente en las zonas que presentan suelos aluviales. También menciona que los suelos deben ser bien drenados, fértiles, ligeramente pesados, que soporten inundaciones periódicas poco profundas, de meses. Sin embargo, también crece en suelos no inundables. Manta (2011) menciona que se puede hablar de 2 procedencias: Capiroña de altura y Capiroña del bajo, tal como lo identifican los lugareños.

Palomino y Barra (2003), recomiendan 3 prácticas silviculturales a utilizar: en plantaciones a campo abierto y agroforestal, en fajas de enriquecimiento, y en silvopasturas por ser una especie heliófita. En cuanto a plantaciones en campo abierto y prácticas agroforestales, recomiendan un distanciamiento de 3 x 3 m ó de 10 x 10 m, dependiendo del producto esperado y las condiciones del sitio; la densidad de plantones varía entre 100-1100 por hectárea. Con respecto a las fajas de enriquecimiento, deben establecerse en purmas bajas o bosque secundario temprano, pobre en especies valiosas, en trochas de 2 m de ancho,

distanciamiento entre ejes de trochas de 5 m y distancia entre plantas en la línea de plantación de 3 m; densidad por hectárea de 667 plantas. Finalmente, en silvopasturas, se las establecen cuando los árboles han alcanzado 5 m de altura y de preferencia como una sucesión de una plantación de campo abierto o agroforestal. Respecto a las condiciones de humedad del suelo donde crecen las plantaciones hay poca información.

Sotelo *et al.* citado por Reynel *et al.* (2003), menciona que en un estudio efectuado para esta especie con semillas de diferentes procedencias en la amazonia peruana, informa de crecimientos en altura de 1,4-1,6 m a los 6 meses y 3,5-4,7 m al año de edad. Mientras que Gutiérrez (2000) menciona que para un arreglo de 2 m x 2 m, en suelos de pobre drenaje interno y en suelos ácidos, la Capirona reporta un incremento medio anual en altura de 0,8019 m y en diámetro 0,761 cm. Ricse (2004), por otra parte, menciona que en 3 terrenos con escasa vegetación debido a la degradación de los suelos, la Capirona reporta crecimientos de 1,96 cm; 1,17 cm y 1,9 cm en diámetro y, 126,69 cm; 81,03 cm y 147,72 cm en altura a los 24 meses de edad.

2.2.7 USOS

Reynel *et al.* (2003) menciona que la madera es de muy buena calidad, dura, pesada, con grano recto a ondulado y textura fina, de excelente durabilidad, usada extensamente para construcción rural (puntales, travesaños). Es apreciada como leña, ya que el poder calorífico es muy alto y arde aún fresca. Tiene excelentes cualidades para carpintería y moldurado. En años recientes, su demanda para la producción de parquet a nivel nacional e internacional es creciente.

2.3 ANTECEDENTES DE LA ENFERMEDAD EN LA ZONA DE ESTUDIO

En una plantación de *Calycophyllum spruceanum* ubicada en el Codo del Pozuzo, provincia de Puerto Inca, departamento de Huánuco, se ha presentado el ataque de *Phytophthora sp.* En el terreno de la plantación forestal, anteriormente se había instalado el cultivo de maíz y posteriormente la instalación de pastos para ganado. Desde el año 2007 se empezó con la reforestación de Capirona (*Calycophyllum spruceanum*) y Shaina (*Colubrina glandulosa*), llegando a abarcar una extensión aproximada de 41 hectáreas, dividida en 4 zonas de diferentes edades y extensiones.

En febrero del 2011 se presentaron los primeros síntomas causados por la enfermedad, tales como canchros en el fuste y marchitez de la copa. Es así que en abril del 2011 se remiten muestras de tejido a la Clínica de Diagnóstico de Fitopatología y Nematología de la Universidad Nacional Agraria La Molina, lográndose identificar a *Phytophthora sp.* como agente causal del cancro (ver Anexo 1).

Ante la aparición de la enfermedad, el propietario de la plantación decidió aplicar un tratamiento curativo pero sólo en una pequeña extensión y sólo a unos cuantos árboles ubicados en la reforestación instalada en el 2008.

2.4 EL CANCRO O CHANCRO

Rivera (1991) menciona que el cancro es una lesión necrótica que forma depresiones en los tejidos corticales de los tallos, tubérculos y raíces. Generalmente tiene un área bien delimitada y bordes definidos. Algunas veces presentan fisuras que exponen el tejido leñoso y se forma una cicatriz alrededor de la parte muerta.

Wegulo y Gleason (2001) mencionan que el cancro es el problema más destructivo y difícil de manejar que afectan a las plantas leñosas. El cancro se localiza en áreas muertas de la corteza del tallo y ramas de diferentes tipos de árboles y arbustos. Además, deja la puerta abierta para que otros agentes como hongos, bacterias e insectos puedan atacar al árbol y causarle la muerte.

2.4.1 PATOGENIA DEL CANCRO

Según Tisserat (2004), la corteza externa impide la entrada de patógenos, pero estos suelen **penetrar e infectar** la corteza a través de heridas en el tronco (ramas rotas, cicatrices, cortes por malas podas, daño por insectos), cicatrices en las hojas y por las lenticelas. La corteza dañada puede ser susceptible de infectarse solo por un corto periodo de tiempo después de la lesión, debido a los cambios químicos y físicos que ocurren para suprimir el desarrollo de los agentes patógenos. Una vez que el patógeno superó la barrera de la corteza, puede infectar otros tejidos reduciendo el vigor del árbol, debilitando la madera alrededor de la zona afectada y en última instancia, puede causar la muerte del árbol, ya que en esta etapa consume los nutrientes del árbol. El cancro puede dañar el floema interrumpiendo el movimiento de nutrientes; además, puede dañar el cambium vascular impidiendo, de esta manera, el

movimiento de agua y nutrientes reduciendo así el crecimiento del diámetro en las zonas afectadas.

El mismo autor menciona que la **colonización** es poco conocida, aunque el patógeno forma estructuras de fructificación en la corteza muerta.

Manta (2011) informa que el periodo de **incubación** es poco conocido especialmente en los cultivos forestales, sin embargo, puede ser tan violenta que puede causar la muerte en forma rápida dependiendo de la edad y especie forestal del cultivo.

Wegulo y Gleason (2001) y Tisserat (2004), coinciden en indicar que la aparición de los primeros **síntomas** dependen del patógeno y de la especie del árbol. En árboles de corteza delgada, el cancro puede aparecer como zonas hundidas con bordes definidos. El tejido dañado presenta coloraciones en tonos rojos, marrones o negros. En la corteza enferma, se observa la presencia de resinas o exudaciones de savia de mal olor. El cancro es más difícil de observar en árboles frondosos de corteza gruesa y solo pueden ser vistos mediante corte en la corteza externa. Esta enfermedad coloniza y se expande más rápido a lo largo del eje principal del árbol por lo que tiende a presentar forma ovalada o elongadas.

Tisserat (2004) identifica 3 tipos de cancro: cancro anual, cancro difuso y cancro perenne. El cancro anual es aquel que coloniza la corteza durante un corto periodo de tiempo, cuando no hay crecimiento activo y desaparece cuando la planta reanuda su crecimiento; el difuso se da cuando el patógeno coloniza la corteza tan rápidamente que el árbol no puede desarrollar la barrera defensiva adecuada, este ataque puede matar al árbol; finalmente, el cancro perenne es aquel que coloniza la corteza y persiste por más de 1 año.

2.4.2 MICROORGANISMOS ASOCIADOS A LA APARICIÓN DEL CANCRO

Arauz (1998), menciona que los hongos constituyen el grupo más numeroso de fitopatógenos. Atacan todos los cultivos y todas las partes de la planta, los síntomas pueden ser clorosis (pérdida del color verde), necrosis (muerte de tejido, tizon, pudrición, cancro y muerte descendente), marchitez y alteraciones del crecimiento (hiperplasia, hipertrofia, escoba de bruja y enanismo).

Gonzalez (1981), agrega que alrededor de dos tercios de las enfermedades de las plantas son causados por hongos. Se conocen cerca de 100 000 especies, de las cuales la mayoría son saprófitos obligados, pero alrededor de 8 000 son fitoparasitos.

Manta (2007 a), menciona que como varias especies del Reino Fungy han pasado al Reino Chromista, se afirma que hongos y chromistas son los causantes de las enfermedades forestales.

Según Tisserat (2004), señala que alguno de los patógenos asociados a la aparición del cancro son aquellos del género *Cytospora*, *Nectria*, *Botryosphaeria* y *Phomopsis*. Wegulo y Gleason (2001) además mencionan los géneros *Thyronectria*, *Sphaeropsis* y *Hypoxylon*. Gonzalez (1981), Arauz (1998) y Webber (2006) mencionan al género *Phytophthora*.

2.5 DESCRIPCIÓN DEL PATÓGENO

2.5.1 CLASIFICACIÓN SISTEMÁTICA Y DESCRIPCIÓN

Catalogue of life (2011), clasifica al género en:

Reino: *Chromista*

División: *Oomycota*

Clase: *Oomycete*

Orden: *Peronosporales*

Familia: *Peronosporaceae*

Género: *Phytophthora*

Especie: *Phytophthora sp.*

Cardillo y Acedo (2009) mencionan que *Phytophthora sp.* es un microorganismo originario del sudeste asiático. Un investigador llamado Rands lo aisló por primera vez en la isla de Sumatra en 1922 y se piensa que procede de Papúa Nueva Guinea, hoy en día se encuentra distribuido por todo el Mundo. Su aspecto es similar a un hongo aunque en realidad se trata de

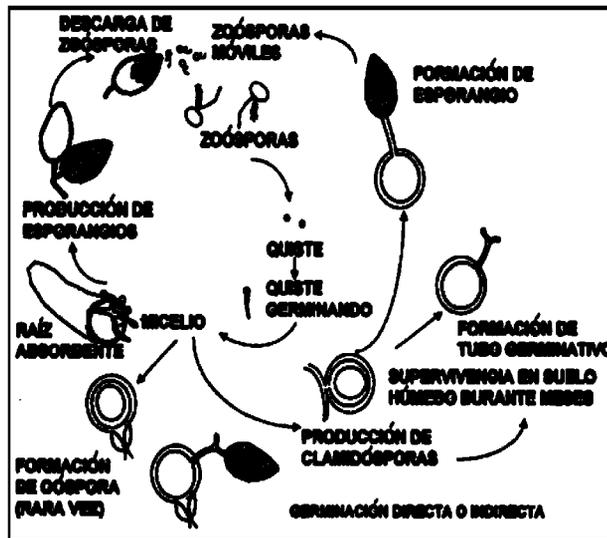
un oomicete, un grupo biológico algo diferente a los hongos y más relacionado con las algas. *Phytophthora* pertenece a un género compuesto por una gran cantidad de especies dañinas para las plantas.

Arauz (1998), indica que la *Phytophthora sp.* pertenece a la clase Oomicetes³, clase responsable de atacar una gran variedad de cultivos, causando enfermedades tanto en la parte aérea como en raíces. Los oomicetes son flagelados por lo que son muy dependientes de la presencia de agua libre en la superficie del hospedante, de ahí que sea prevalentes en suelos mal drenados en el caso de las especies que infectan las partes subterráneas, o bajo condiciones de alta humedad atmosférica en las especies que infectan las partes aéreas del hospedante.

El mismo autor señalana que estudios basados en el análisis del ARN ribosomal demuestran que los oomicetes se encuentran filogenéticamente mas relacionados con las algas doradas que con los hongos no flagelados o los quitridiomicetes. Es asi que desde el año 1995 se reconoce y separa a los oomicetes de los hongos, incluyendolos en el Reino Chromista. Por tanto, se debe aclarar que el grupo de organismos tradicionalmente conocidos como hongos constituye una clasificacion artificial que no necesariamente corresponde a criterios filogenéticos.

Arauz (1998) menciona que los oomicetes producen zoósporas biflageladas, estas zoósporas son diploides y producidas dentro de los esporangios, los cuales se desarrollan sobre hifas especializadas llamadas esporangioforos. Una vez liberadas, las zoósporas nadan hasta la superficie del hospedante, donde se enquistan y germinan. El tubo germinativo penetra los tejidos del hospedante, y dentro de él se forma un micelio cenótico, el cual eventualmnte dará origen a una nueva generación de esporangios. Este ciclo asexual se puede repetir varias veces durante el desarrollo del hospedante. El ciclo sexual involucra la formación de estructuras sexuales o gametangios, los masculinos se denominan anteridios y los femeninos oogonios. Luego de la unión de los anteridios y oogonios se produce la plasmogamia y la cariogamia. Dentro del oogonio fertilizado se forma la oóspora, la cual actua como estructura de resistencia hasta que se den las concidiones favorables para la oóspora germine dando lugar a un esporangio, iniciandose de nuevo el ciclo (Figura 2).

³ González (1981) señala que la clase es Ficomycetes.



Fuente: Arauz (1998)

Figura 2 Ciclo de vida de *Phytophthora cinnamomi* en Aguacate.

Echemendia (s.f.), menciona que para la reproducción asexual, existen factores que afectan la producción y el desarrollo de los esporangios como son: la humedad, la tensión de oxígeno, la luz, la temperatura y la nutrición. La presencia de humedad es fundamental para la formación de esporangios, aunque la cantidad necesaria de la misma varía para cada especie. En la mayoría de las especies los esporangios se producen más abundantemente en presencia de luz, aunque el efecto de la misma es muy variable, llegando a estimularla en algunos casos e inhibiéndola en otros. El factor temperatura, ejerce una gran influencia en el desarrollo vegetativo de *Phytophthora*, también influye grandemente en el desarrollo y formación del esporangio. La temperatura óptima para la producción de esporangios es diferente y específica para cada especie, las mismas están comprendidas entre los 20 y los 28 °C. La zoóspora se forma dentro del esporangio, para lo cual es necesaria la presencia de agua libre. En cuanto al pH, el crecimiento óptimo específico para la mayoría de las especies se encuentra en un rango de entre 4,5 y 5,5. Generalmente, los valores de pH que permiten el mejor desarrollo del micelio, también son favorables para la producción de esporangios, clamidósporas y oósporas

El mismo autor menciona que para la reproducción sexual, entre otros factores que también influyen en la formación de la oóspora se puede citar la tensión de oxígeno y CO₂, la presencia de luz, la temperatura cuyo óptimo está entre 20 - 22 °C, así como también los cultivos

asociados de diferentes especies y razas que facilitan la producción de oósporas entre las especies heterotálicas (especies auto estériles).

Erwin y Ribeiro (1996) mencionan que en ausencia de planta hospedera, la mayoría de las especies de *Phytophthora* no sobreviven de igual manera que los hongos saprófitos tales como los del género *Fusarium sp.* o especies del género *Pythium sp.* el cual está más estrechamente relacionado con *Phytophthora*.

Los mismos autores mencionan que a pesar que los tiempos de supervivencia sean cortos para muchas especies de *Phytophthora*, algunos propágulos tienen la habilidad de incrementar su número de manera rápida cuando el suelo es inundado, por lo que se podría contrarrestar de manera significativa el aparente corto tiempo de supervivencia. Un rápido incremento de la densidad poblacional de las especies de *Phytophthora* en el suelo es una característica única de la epidemiología de las enfermedades causadas por este patógeno. Es así que en el cuadro 1 se puede observar algunos ejemplos de incremento de la enfermedad debido al incremento de la población del patógeno.

Cuadro 1 Ejemplos del incremento de la enfermedad asociados con el incremento de la población del patógeno para varias especies de *Phytophthora*

Especies	Infección inicial o densidad del inóculo	Enfermedad final o población del patógeno	Unidad de dispersión	Referencia
<i>P. infestans</i>	Una infección en 10 ³ tubérculos de papa	enfermedad epidémica	Esporangio, zoóspora	Newhook (1982)
<i>P. palmivora</i>	0,5 clamidósporas por gramo de suelo	50 % de infección	Clamidósporas	Ramirez y Mitchell (1975)
	10 clamidósporas por gramo de suelo	95 % de infección	Clamidósporas	
	10 ³ zoósporas por planta	75 % de infección	Zoóspora	
	Una infección por vaina de cacao	5 - 10 x 10 ⁶ esporangios por vaina	Esporangio	P. Turner (1974)
<i>P. parasitica</i> var. <i>Nicotianae</i>	10 ³ esporas por planta de tabaco	100% de infección de la planta	Esporangio	Gooding y Lucas (1959b)
<i>P. cinnamomi</i>	1 esporangio por semillero	100 esporangios por semillero	Esporangio	Byrt y Holland (1978)

Fuente: Erwin y Ribeiro (1996)

2.5.2 SÍNTOMAS DE LA ENFERMEDAD PRODUCIDA POR *Phytophthora sp.*

Iannamico y Rossini (2004), mencionan que se observan dos tipos fundamentales de síntomas: uno en la parte aérea y otro en el cuello y raíces de las plantas, mientras Arauz (1998) y

Webber (2006) mencionan que *Phytophthora sp.* puede ocasionar cancro. Iannamico y Rossini (2004) reportan canchros en el “Nogal” (*Juglans hindsii* y *Juglans regia*), Webber (2006) en la “Castaña de las indias” (*Aesculus hippocastanum*) y Arauz (1998) lo hace en el “Aguacate” (*Persea spp.*).

Iannamico y Rossini (2004), mencionan que los síntomas de la parte aérea comienzan con un decaimiento de la planta, follaje amarillento y caída prematura de hojas, principalmente de las terminales del brote. Paralelamente hay un menor vigor y una detención en el crecimiento del año. Estos síntomas pueden desarrollarse en una o varias temporadas, pudiendo haber ataques muy severos que matan al árbol en pocas semanas a ataques más leves que debilitan a la planta durante tres o cuatro años, terminando luego con su muerte. Los síntomas distintivos de las podredumbres producidas por *Phytophthora* se observan en el cuello y/o en las raíces de las plantas, según la especie presente. Así, *P. cinnamomi* y *P. cryptogea*, por ejemplo, generalmente afectan el sistema radical y sólo en determinadas ocasiones al cuello radicular. En cambio, *P. cactorum*, *P. citrophthora*, *P. parasitica* y *P. citricola* causan podredumbre del cuello radicular y cancro en el tronco. Las especies que penetran las raíces, lo hacen principalmente por las más delgadas y desde allí comienza la destrucción del sistema radical, tomando raíces cada vez más gruesas. Otras especies penetran directamente por el cuello radicular y/o tronco de las plantas, produciendo típicos canchros que pueden subir por el tronco hasta alcanzar las ramas primarias. En todos los casos, el chomista infecta a la corteza y el cambium, sin penetrar en el leño, por lo que si se raspa o corta el tallo atacado se verá que la podredumbre no profundiza hacia el centro de la madera. Sin embargo, la podredumbre de la corteza puede avanzar hasta “rodear” el cuello, produciendo la muerte del árbol.

2.5.3 CONTROL CULTURAL Y BIOLÓGICO

Erwin y Ribeiro (1996) mencionan que la manipulación de los factores que causan un incremento o supresión del inóculo, pueden ser usados como medidas de control cultural. Estos métodos incluyen: alargar el tiempo entre riegos, disminuir la duración del riego, plantar en camas altas, plantar en suelos permeables y bien drenados y prevenir que el agua de inundaciones tengan contacto con los troncos o tallos de los árboles. El saneamiento mediante el trasplante de plantas no infectadas a terrenos limpios y no infestados no siempre es práctico, debido a la amplia dispersión de las especies de *Phytophthora*.

Los mismos autores señalan que el uso de vapor para matar a *Phytophthora* en el suelo es un método efectivo pero muy costoso. El calentamiento solar (solarización), mediante el tendido de lonas de polietileno incrementa la temperatura del suelo por encima de los 45 °C, condición no favorable para la supervivencia de *Phytophthora*; este método ha resultado eficiente en áreas con pocos días nublados. La termo-terapia de los tejidos infectados puede ser usada para liberar a las plantas de la infección, siempre y cuando el individuo o tejidos a tratarse sean capaces de soportar estas condiciones más que las especies de *Phytophthora*.

Además, los mismos autores mencionan que otro tipo de método de control cultural incluye el uso de fertilizantes orgánicos con niveles altos de nitrógeno, los cuales liberaran amoníaco y ácidos nitrosos. La fertilización y la enmienda para reducir el pH del suelo, puede tener efectos marcados en el control del patógeno. Adicionalmente el uso de compost a base de corteza de maderas duras incrementa el grado de control sobre la *Phytophthora*, ya que el compost no solo aumenta la porosidad del suelo sino que también tiene un efecto positivo en el desarrollo de los organismos antagonistas del patógeno. Si bien muchas especies de *Phytophthora* son sensibles a varios organismos del suelo, tales como: bacterias, hongos y amebas; la experimentación en la identificación de los antagonistas específicos, son escasos.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

3.1.1 UBICACIÓN POLÍTICA

El trabajo de investigación se desarrolló en la finca Islas Bonitas, en el centro poblado de Independencia, distrito del Codo del Pozuzo, de la provincia de Puerto Inca, en el departamento de Huánuco, Región Huánuco (Figura 3).

3.1.2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA Y CARACTERÍSTICAS

La zona de estudio, se ubica entre los paralelos 9°35'2" y 9°35'36" latitud sur y los meridianos 75°28'12" y 75°28'26" longitud oeste, con una altitud aproximada de 400 m.s.n.m. El área total de la plantación ocupa una superficie aproximada de 41 ha (Figura 3).

La zona presenta una temperatura promedio de 25 °C y una precipitación aproximada de 2000 mm (Anexo 2), además el suelo es franco arenoso (Anexo 3).

Las especies indicadoras en la zona son: *Hura crepitans*, *Terminalia oblonga* y *Terminalia amazonica*, *Cordia alliodora*, *Cedrela odorata*, *Clarisia racemosa*, *Micropholis guyanensis*, *Bixa Orellana*, *Croton draconoides*, *Campomanesia speciosa*, *Mangifera indica*, *Mammea americana* también existe las palmeras *Phytelephas macrocarpa* y *Astrocarium huicungo*.

Figura 3 Mapa de ubicación de la zona de estudio

Fuente: Elaboración propia

3.1.3 ANTECEDENTES DEL CULTIVO FORESTAL

Se levantó la información en terreno según el formato “antecedentes del cultivo forestal” (Anexo 4). El formato recaba información sobre el área de estudio, datos generales de la plantación, información sobre la enfermedad y aplicación de plaguicidas.

Con la información recabada, se determinó que previamente a la instalación de la plantación hubo un cultivo de maíz y se practicó la ganadería, estas prácticas eran realizadas por el dueño anterior. Es decir, el cultivo se hizo en suelos forestales degradados por la agricultura y ganadería.

Se aplicó herbicida, en una dosis de 4 litros por hectárea, como práctica de limpieza del terreno previa a la instalación de las plántulas de Capirona, esta práctica además se repitió cada 4 a 6 meses como medida de mantenimiento.

Las semillas de Capirona fueron proporcionadas por PROCEMA. Para las diferentes campañas, en vivero no se registró presencia de la enfermedad, y las tasas de germinación estuvieron dentro de los márgenes esperados para esta especie. El sustrato utilizado provino de la misma finca, era de buena fertilidad ya que fue tierra negra.

La plantación forestal está dividida en 4 zonas las cuales se puede observar en el cuadro 2.

Cuadro 2 Áreas reforestadas en la finca

	Especie	Año de instalación	Superficie reforestada (m²)	Densidad de plantas por hectárea	Arreglo
Shaina	<i>Colubrina glandulosa</i>	2007	39832,50	1200	Tresbolillo 3 x 3
Capirona	<i>Calycophyllum spruceanum</i>	2008	49244,50	1200	Tresbolillo 3 x 3
Capirona	<i>Calycophyllum spruceanum</i>	2009	168822,50	1200	Tresbolillo 3 x 3
Capirona	<i>Calycophyllum spruceanum</i>	2010	160229,50	1200	Tresbolillo 3 x 3

Fuente: Elaboración propia.

Es importante mencionar que el riego del cultivo se hizo a través de la lluvia, además el terreno es atravesado por una serie de quebradas y riachuelos los cuales aumentaban su caudal en época de lluvia.

La enfermedad se presentó por primera vez en febrero del 2011. Ante la aparición de la enfermedad, el propietario optó por aplicar Fosetil Aluminio (Aliette) en mayo del 2011, este producto se aplicó en una pequeña extensión y solo a unos cuantos árboles dentro de la reforestación del 2008. De manera que la evaluación se hizo casi en su totalidad en árboles que no fueron tratados, es por esto que los síntomas aun eran evidentes en enero del 2012.

3.2 SELECCIÓN DEL ÁREA ESTUDIADA

El área de la investigación fue determinada luego de hacer un recorrido por las diferentes áreas reforestadas, eligiéndose 6 hectáreas correspondientes a una reforestación establecida en octubre del 2008, porque la acción de *Phytophthora sp.* era evidente.

3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

El estudio comprendió el área reforestada en el año 2008, la cual cuenta con una extensión aproximada de 6 ha y posee alrededor de 1200 árboles/ha.

A través de la utilización de la Norma Técnica Peruana NTP-ISO 2859-1 (Procedimientos de muestreo para inspección por atributos) se determinó la muestra en función al tamaño del lote y el tipo de inspección, esto es, 80 individuos por hectárea según un Nivel de Inspección General II con un plan de muestreo simple para inspección normal. Cabe señalar que cada hectárea es vista como un lote de producto a extraer, por lo tanto este debe cumplir un nivel de aceptación para asegurar la calidad del mismo. En campo se observó que el área plantada efectiva era menos de 6 hectáreas por lo que la muestra del estudio estuvo constituida por 442 árboles.

3.4 EVALUACIÓN DE LOS SÍNTOMAS

La evaluación de la plantación se realizó en enero del 2012, aproximadamente un 1 año después de presentarse por primera vez los síntomas en la reforestación. Como se mencionó anteriormente, había una pequeña extensión de unos cuantos individuos que fueron tratados con Fosetil Aluminio.

3.4.1 DESCRIPCIÓN CUALITATIVA DE LA ENFERMEDAD

La descripción cualitativa de la enfermedad consistió en el reconocimiento de los síntomas causados por el ataque de *Phytophthora sp.* en los individuos de *Calycophyllum spruceanum*.

En el fuste, la descripción consistió en identificar la presencia de secreciones o exudaciones anormales, olores particulares, color y profundidad de las heridas además de la forma y dimensión de estas, altura hasta donde llegaban las heridas, presencia de raíces podridas y presencia de otros organismos como: líquenes, hormigas y enredaderas.

En la copa, la descripción consistió en la identificación visual de la presencia de marchitamiento, además de determinar la calidad de la copa de los individuos evaluados.

3.4.2 DESCRIPCIÓN CUANTITATIVA DE LA ENFERMEDAD

El cálculo de la incidencia y la severidad, de acuerdo a las fórmulas planteadas por Agrios (2005) y modificado por Manta (2007 a).

Incidencia (I):

$$I = \frac{n}{N}$$

Donde:

I: Incidencia del daño o enfermedad.

n: Número de árboles enfermos.

N: Número total de árboles evaluados.

Severidad (S):

$$S = \frac{1n_1 + 2n_2 + 3n_3 + 4n_4 + 5n_5}{N}$$

Donde:

S: Severidad (grado del daño)

1, 2, 3, 4, 5: Grados del daño en base a promedios de un porcentaje o una proporción del daño (escala a fijar por el investigador según el agente causal, especie forestal, parte del árbol, arbusto o vegetal)

n_1, n_2, n_3, n_n : Número de árboles o de partes del árbol con el grado del daño.

N : Número total de árboles o número total de partes observadas.

En caso del presente estudio cuando el valor obtenido fue mayor de 0,5 se aproximó a la unidad inmediatamente superior.

Se realizó un recorrido exploratorio de la plantación con el fin de calibrar las escalas de ataque del chomista. Agrios (2005) recomienda una escala para medir el nivel de ataque de la enfermedad, sin embargo, en el presente estudio se vio por conveniente modificarlo, para lo cual se procedió a calibrar las escalas en función a la sintomatología, observada en campo tal como se muestra en el cuadro 3.

La evaluación de la presencia del cancro se realizó a hasta una altura de 1,5 m desde el suelo. Para su evaluación se empleó el formato de medición de la incidencia y severidad (Anexo 5).

Cuadro 3 Grados de severidad del cancro en el área estudiada

Grado del ataque	% del ataque	Categoría	Descripción
0	0%	Sin daño	Individuo presenta fuste sano.
1	1 - 15%	Bajo	Daños perceptibles, Herida (1 ó 2) menor del 30% de la circunferencia del fuste, además de estar completamente cicatrizada.
2	16 - 35%	Mediano	Daños evidentes, Herida (1 ó 2) mayor del 30% de la circunferencia y con presencia de tejido necrotizado.
3	36 - 70%	Alto	Daños notorios, Herida o grupo de heridas necróticas (con o sin presencia del patógeno) que afecten al árbol de manera severa, heridas mayores del 50% de la circunferencia del fuste.
4	71 - 100%	Muy alto	Daño causa la muerte del individuo.

Fuente: Modificado de Agrios (2005)

En la figura 4, se presenta la escala gráfica de la severidad del cancro elaborada para el presente estudio.



Figura 4 Escala gráfica de la severidad del cancro. A. Severidad 0, B. severidad 1, C. Severidad 2, D. Severidad 3, E. Severidad 4.

Fuente: Elaboración propia

La misma metodología se siguió para evaluar la marchitez de la copa. Para medir cuantitativamente la severidad del marchitamiento de la copa, se utilizaron los criterios empleados por Manta (1988), que mide la calidad de la copa.

Cuadro 4 Grados de severidad del marchitamiento de la copa en el área estudiada

Grado	Forma	Descripción
1	Perfecta	Circulo entero, con ramas vigorosas y cuyas hojas realizan bien la fotosíntesis
2	Buena	Circulo irregular, solamente $\frac{3}{4}$ de la copa realiza bien la fotosíntesis y las ramas están vigorosas
3	Tolerable	Medio circulo, solamente el 50% es funcional
4	Pobre	Menos de medio circulo, menos de $\frac{3}{4}$ partes de la copa es funcional
5	Muy pobre	Solamente pocas ramas, árbol que difícilmente logra hacer fotosíntesis o sin copa, ya que $\frac{1}{4}$ de su copa o menos está viva

Fuente: Hutchinson modificado por Manta (1988)

Para el recojo de la información se utilizó el formato de medición de incidencia y severidad del marchitamiento de la copa (Anexo 6).

En la figura 5, se presenta la escala gráfica de la calidad de copa elaborada para el presente estudio.

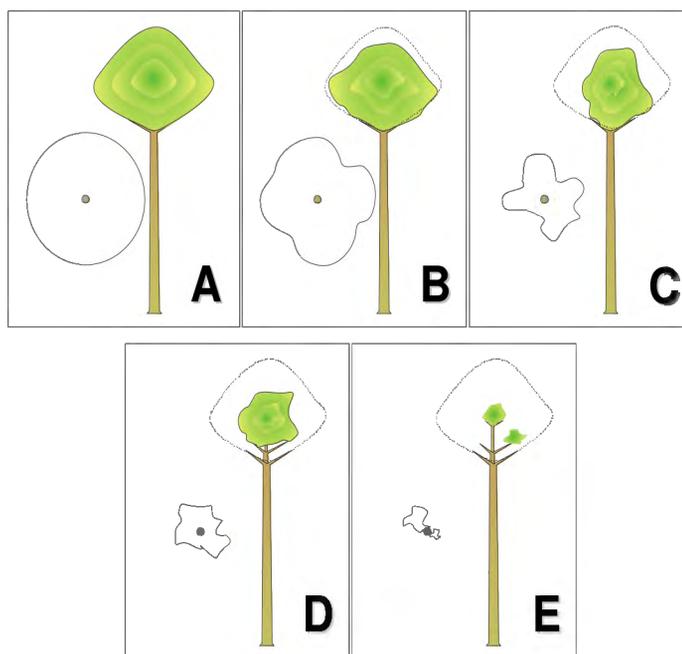


Figura 5 Escala gráfica de la severidad del marchitamiento. A. Severidad 1, B. Severidad 2, C. Severidad 3, D. Severidad 4, E. Severidad 5.

Fuente: Elaboración propia

3.4.3 EVALUACIÓN DEL EFECTO DE *Phytophthora sp.* EN EL CRECIMIENTO DE *Calycophyllum spruceanum*

Se evaluó las características dasométricas: d.a.p (cm) y altura total (m) de los individuos (Anexo 7), con la finalidad de evaluar el efecto de *Phytophthora sp.* en el crecimiento de los árboles.

Se realizó un análisis de igualdad de medias entre árboles enfermos y sanos, tanto para el diámetro del fuste como para la altura total. Se utilizó el programa SPSS, y mediante la prueba de T de Student, se determinó la significancia estadística que había entre árboles enfermos y sanos en cuanto a su crecimiento.

La prueba de hipótesis planteada para la variable diámetro fue la siguiente:

Ho: No existen diferencias significativas entre los diámetros de los árboles enfermos y los árboles sanos. $p \geq 0,05$

Ha: Existen diferencias significativas entre los diámetros de los árboles enfermos y los árboles sanos. $p < 0,05$

La prueba de hipótesis planteada para la variable altura fue la siguiente:

Ho: No existen diferencias significativas entre las alturas de los árboles enfermos y los árboles sanos. $p \geq 0,05$

Ha: Existen diferencias significativas entre las alturas de los árboles enfermos y los árboles sanos. $p < 0,05$

3.5 DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL CULTIVO Y METEOROLÓGICAS SOBRE LA APARICIÓN DE LA ENFERMEDAD

Las características del cultivo se determinaron a través de una encuesta al propietario de la plantación. Estas preguntas fueron hechas a través de una encuesta con preguntas de tipo abierta y fueron complementarias a las elaboradas en el formato de “antecedentes del cultivo forestal” desarrollado por Manta (2007 b).

Se recopiló toda la información técnica relacionada a las características físicas y químicas del suelo, para lo cual se contaba con un estudio previo de análisis del suelo de la zona de estudio (Anexo 3).

Se elaboró un mapa de distribución espacial de la enfermedad en el área seleccionada para la investigación. Para ello se utilizó un GPS Garmin – GPSMAP 76CSx con el que complementariamente se tomaron datos del perímetro del área plantada y se identificó características resaltantes en el terreno como: quebradas y ríos. Los datos recopilados en campo se pueden ver en el Anexo 8.

Los datos recopilados en el muestreo de campo se trasladaron a una computadora y mediante el software ARCGIS 10, se procedió a plotear los datos de la ubicación de los árboles evaluados. De esta forma se elaboró un mapa con los individuos enfermos y como estos se distribuían en el terreno.

Las características meteorológicas del área de estudio se obtuvieron a través de la recopilación de datos meteorológicos de 3 estaciones: Tournavista, Puerto Inca y Aguaytia para el periodo 2007 al 2011, con la finalidad de analizar una posible alteración en los principales parámetros: temperatura promedio mensual, precipitación mensual y humedad relativa promedio mensual, que pudiera influir en la acción del chomista. Se debe mencionar que las 3 estaciones se encuentran en localidades cercanas a la zona de estudio, debido a que el Codo del Pozuzo no cuenta con una estación meteorológica. Los datos meteorológicos fueron proporcionados por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI - Perú). La información sobre los datos meteorológicos está contenida en el Anexo 2.

Se elaboró curvas de distribución anuales de los principales parámetros para cada estación, realizándose un análisis comparativo tanto por año como por estación meteorológica.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se describe cualitativa y cuantitativamente los síntomas producidos por *Phytophthora sp.* Es importante destacar que *Phytophthora sp.* es un patógeno conocido de los cultivos agronómicos y en países de otras latitudes ataca a otras especies de árboles. Sin embargo, es la primera vez que se informa sobre su ataque en *Calycophyllum spruceanum*. Es decir, que *Phytophthora sp.* estaría también atacando a los cultivos forestales en el Perú.

4.1 DESCRIPCIÓN CUALITATIVA DE LA ENFERMEDAD

En la figura 6 se observa como el ritidoma que normalmente se desprende de la base del fuste de *Calycophyllum spruceanum* en condiciones soleadas, en el caso de la plantación estudiada este no se desprende del todo, lo que evidenciaría las condiciones de humedad y presencia de agua acumulada. El anillo que se forma en la zona radicular hace la función de un receptor o almacenador de agua, ya que durante y después de una precipitación, el agua que escurre por el fuste se deposita en la base de este.



Figura 6 Base del fuste de individuo de *Calycophyllum spruceanum*

Es importante mencionar que en algunos individuos de Capirona se observó la presencia de líquenes en el fuste, indicando una mayor cantidad de humedad. Los líquenes en el peor de los casos se encontraban en gran parte del árbol. En la figura 7 se observa un fuste de Capirona con una gran superficie de líquenes (caso raro); estos organismos absorben el agua que escurre por los troncos y por lo tanto los mantienen húmedos por más tiempo, generando condiciones favorables para el desarrollo de *Phytophthora sp.* La mayoría de los individuos afectados por el cancro solo presentaban superficies de líquenes con un tamaño promedio inferior a 2 cm de diámetro.



Figura 7 Fuste de Capirona con gran superficie de líquenes

En cuanto a la marchitez, se observó que la copa presentaba pérdida de vigor en las hojas, además de presentarse ramas con escasez o, en algunos casos, casi ninguna cobertura. Otra característica de la marchitez, es que presentaba una copa más rala y/o menos densa en comparación a un árbol con copa vigorosa. En la figura 8, en A y B se puede observar presencia de ramas sin hojas, siendo A el caso más severo; entre B y C se observa que la primera presenta una copa mas rala y menos densa en comparación a la segunda, que es una copa sana y vigorosa.

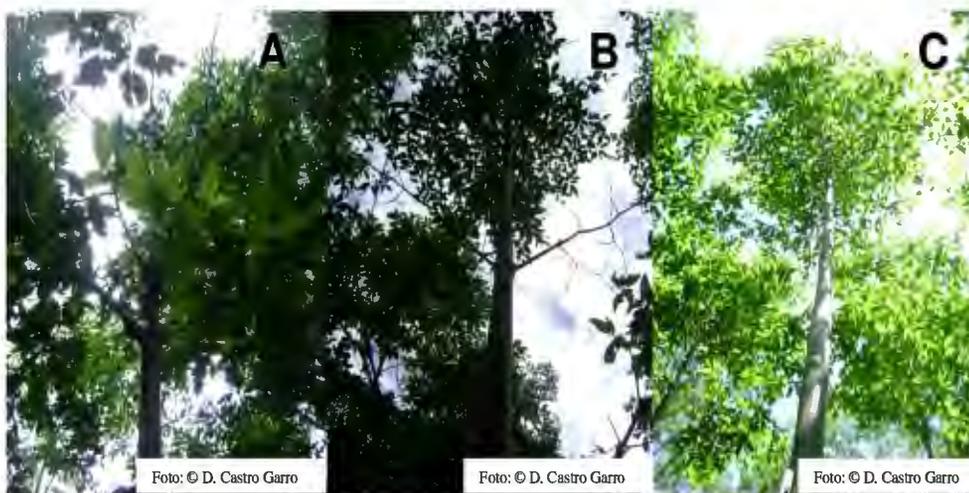


Figura 8 Marchitamiento en la copa. A. Ramas desprovistas de hojas, B. Copa con algunas ramas desprovistas de hojas, C. Copa vigorosa y sana.

4.2 DESCRIPCIÓN CUANTITATIVA DE LA ENFERMEDAD

4.2.1 INCIDENCIA

En el cuadro 5 se muestra el porcentaje de daño tanto para el cancro, así como para la marchitez de las copas.

Cuadro 5 Incidencia del cancro y marchitez de copa

Reforestación	Incidencia (%)					
	Cancro			Marchitez		
	Árboles evaluados (N)	Árboles con cancro	%	Árboles evaluados (N)	Árboles con marchitez	%
2008	442	73	16,52	442	117	26,47

Fuente: elaboración propia

La incidencia del cancro encontrada en la reforestación del 2008 presenta un valor de 16,52 %. El impacto económico de este 16,52 % es alto, ya que 16 de cada 100 árboles presenta el síntoma y si consideramos 1200 árboles por hectárea, en las aproximadamente 5 ha de la reforestación evaluada, habrían alrededor de 960 individuos afectados por cancro, generando pérdidas al inversor.

En cuanto a la marchitez de la copa, se encontró una incidencia del 26,47%, es decir que 26 de cada 100 árboles presentaba marchitez de la copa con los grados de severidad 2, 3, 4 y 5. Siguiendo el mismo análisis realizado para el cancro, 1560 árboles en las casi 5 ha no estarían realizando bien la fotosíntesis por lo que el grado de crecimiento se reduciría especialmente si consideramos que la especie es una heliófita y necesita de una copa vigorosa que contribuya a un crecimiento rápido.

Dado que la investigación fue de tipo descriptivo transversal y que no se conoce la patogenia de la enfermedad en esta especie forestal, no se puede afirmar cual de los síntomas aparece primero, si la marchitez o el cancro. Así mismo, es necesario explicar que el mayor porcentaje de individuos con marchitez en la copa se puede deber no solamente a la presencia del cancro, tal como se verá en el acápite 4.3, sino que esta puede ser explicada por otras características ambientales como: la degradación del suelo, las condiciones auto-ecológicas de la especie y su carácter heliófita, las condiciones de requerimiento de luz (ya que fue plantada en un densidad que generó mayor sombreado) y condiciones de humedad relativa en el cultivo, lo que puede influir en el resultado encontrado.

Además, Erwin y Ribeiro (1996) mencionan que las condiciones ambientales afectan a los individuos, este efecto puede expresarse como marchitez de copa y, esta expresión predispone a los individuos a ser más susceptibles a contraer una enfermedad, en este caso el cancro.

4.2.2 SEVERIDAD

El nivel de severidad promedio obtenida para el ataque del cancro en el fuste fue 2 (Cuadro 6), lo que significa que los árboles tienen entre el 16 y 35% del fuste afectado por el cancro, además presentan daños evidentes con 1 ó 2 heridas que cubren más del 30% de la circunferencia del fuste y hay presencia de tejido necrotizado o en proceso de curación, el cual se puede deber a la pérdida de condiciones de humedad favorable para el desarrollo de la enfermedad.

Cuadro 6 Severidad del ataque del cancro en el fuste y marchitez de la copa

Reforestación	Severidad	
	Cancro	Marchitez
2008	2	3

Fuente: elaboración propia

El nivel de severidad encontrado para la marchitez de la copa fue 3, lo que significa que los individuos en promedio presentan menos de la mitad de una copa completa (círculo). Esto genera que haya una menor superficie de copa y por lo tanto disminuyen la tasa de actividad fotosintética disminuyendo consecuentemente el crecimiento.

En la figura 9 se puede observar el tipo de daño que causa el ataque del chromista en el fuste. Se puede observar que la lesión causada por el chromista es localizada, presentando una forma circular y alargada en función del eje principal del árbol. En esta figura dicho ataque está en proceso de cicatrización por lo que no se observa presencia de tejido necrótico, generalmente de color negro. Sin embargo, no deja de ser un cancro perenne de acuerdo a Tisserat (2004).



Figura 9 Cancro en fuste de Capirona

Las figura 10 muestra la distribución de frecuencias de los diferentes grados de severidad para cada parámetro evaluado.

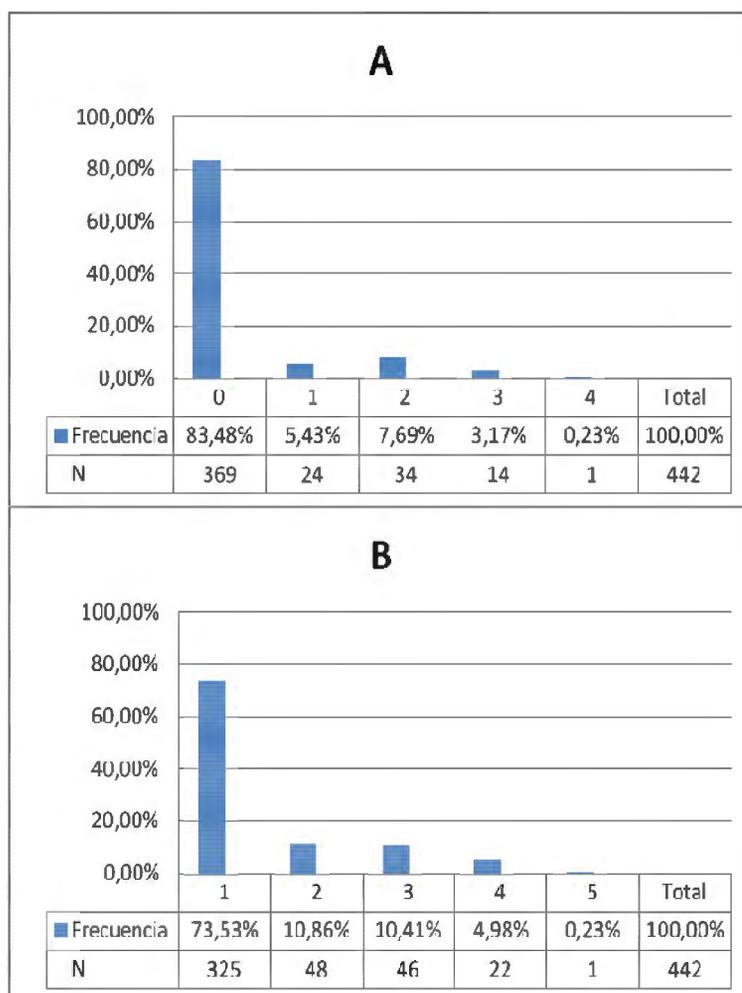


Figura 10 Distribución de frecuencia de la: A. Severidad del cancro, B. Severidad del marchitamiento de copa

En la figura 10 A se observa que el 11,09 % de los individuos evaluados presentan un nivel de ataque mayor a 2, lo que significa que los árboles presentan daños evidentes, notorios e incluso han causado la muerte de un individuo de la muestra.

En la figura 10 B se observa que el 15,62 % de los individuos evaluados presentan copas con los mayores grados de marchitamiento, es decir que poseen menos de la mitad de una copa normal y vigorosa, característica indeseable para un cultivo forestal ya que afectaría el crecimiento y rendimiento de la plantación.

De acuerdo a los resultados cualitativos y cuantitativos, es importante resaltar que *Phytophthora sp.* es un patógeno común en cultivos agronómicos, ya está presente en cultivos forestales.

4.3 EFECTO DE *Phytophthora sp.* EN EL CRECIMIENTO DE LOS ÁRBOLES DE *Calycophyllum spruceanum*

En el cuadro 7 se muestra los valores de diámetro y altura promedio de los árboles sanos y enfermos de *Calycophyllum spruceanum*.

Cuadro 7 Diámetro y altura de los árboles sanos y enfermos

Edad de la plantación (años)	3,3	Diámetro (cm)		Diferencia		IMA (cm)	
		Sanos	Enfermos	(cm)	%	Sanos	Enfermos
		9,566	8,411	1,155	12,07	2,899	2,549
Número de árboles evaluados	442	Altura (m)		Diferencia		IMA (m)	
		Sanos	Enfermos	(m)	%	Sanos	Enfermos
		9,230	7,973	1,257	13,62	2,797	2,416

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 7 se observa que el diámetro de los árboles enfermos es inferior al de los árboles sanos (12,07 % menos). Esto puede deberse a que el cancro dañaría el floema e interrumpiría el paso de nutrientes y agua reduciendo así el crecimiento diamétrico, tal como manifiesta Tisserat (2004). También puede deberse a que la marchitez de copa predominante en los árboles enfermos no permite realizar una buena fotosíntesis y así un crecimiento normal.

En el cuadro 7 se puede observar que la altura de los árboles sanos es mayor al de los enfermos. De la misma manera que para el diámetro, la reducción en crecimiento de la altura (13,62 % menos) puede estar ligado al estrés causado por la *Phytophthora sp.* debido a la marchitez de copa, la cual no permite que los árboles de Capirona tengan un crecimiento normal en altura tal y como lo menciona Schoenweiss (1975) citado por Erwin y Ribeiro (1996).

Se encontró que el IMA (incremento medio anual), tanto del diámetro como de la altura, del área estudiada es mayor a los crecimientos reportados por Gutierrez (2000) y Ricse (2004), sin embargo, los autores antes mencionados no informan sobre el diseño, arreglo y densidad del

cultivo de Capirona. Por otra parte, si se compara el IMA, del diámetro y altura, del cultivo estudiado con los hallados por Reynel *et al.* (2003), se observa que los individuos del área donde se presentó el ataque del chromista tienen un crecimiento inferior, como consecuencia, posiblemente, de la enfermedad.

Para la prueba estadística de la diferencia de los diámetros de los árboles sanos y enfermos (Cuadro 8), se obtuvo como resultado un valor “p” menor a 0,05 por lo que se rechaza la hipótesis nula. Por lo tanto, existe evidencia estadística significativa para afirmar que los diámetros entre los individuos sanos y enfermos no son iguales.

Hay que resaltar que por el gran número de individuos evaluados, la afirmación de decir que los diámetros no son iguales es aun más fuerte, esto se ve reflejado en el alto valor adquieren los “t”.

Cuadro 8 Diferencia de medias del diámetro entre árboles sanos y enfermos de *Calycophyllum spruceanum*

Plantación de 3,3 años de edad	gl	Diámetro promedio	t	95% Intervalo de confianza para la diferencia		Significación bilateral (p)
				Inferior	Superior	
Árboles sanos	368	9,566	111,220	9,397257	9,735534	,000
Árboles enfermos	72	8,411	43,592	8,026328	8,795590	,000

Fuente: Elaboración propia

Para la prueba estadística de la diferencia de alturas de los árboles sanos y enfermos (Cuadro 9), se obtuvo como resultado un valor de “p” menor a 0,05 por lo que se rechaza la hipótesis nula. Por lo tanto, existe evidencia estadística significativa para afirmar que las alturas entre los individuos sanos y enfermos no son iguales.

De la misma manera que con el diámetro, el tamaño de muestra tiene impacto en el valor que toma “t” y por lo tanto en el valor de la significancia.

Cuadro 9 Diferencia de medias de la altura entre árboles sanos y enfermos de *Calycophyllum spruceanum*

Plantación de 3,3 años de edad	gl	Altura promedio	t	95% Intervalo de confianza para la diferencia		Significación bilateral (p)
				Inferior	Superior	
Árboles sanos	368	9,230	79,830	9,00	9,46	,000
Árboles enfermos	72	7,973	28,617	7,42	8,53	,000

Fuente: elaboración propia

Con la finalidad de determinar la relación entre la presencia del cancro y la marchitez de la copa, se seleccionó el coeficiente de Tau-b de Kendall para hallar la significancia estadística entre ambas variables, dado que las variables cancro y marchitez fueron evaluados en la muestra de 442 individuos en pares, siendo (1) presencia de cualquiera de ambos síntomas y (0) ausencia de cualquiera de ambos síntomas.

La prueba de hipótesis planteada para el caso de la correlación fue:

Ho: No existe relación entre la variable de presencia de cancro en el fuste con la marchitez de la copa. $p \geq 0,05$

Ha: Existe relación entre la variable de presencia de cancro en el fuste con la marchitez de la copa. $p < 0,05$

Cuadro 10 Correlación entre el cancro y la marchitez de la copa de *Calycophyllum spruceanum*

			Cancro	Marchitez
Tau_b de Kendall	Cancro	Coeficiente de correlación	1,000	,355**
		Significación bilateral (p)	.	,000
		N	442	442
	Marchitez	Coeficiente de correlación	,355**	1,000
		Significación bilateral (p)	,000	.
		N	442	442

Fuente: Elaborado con SPSS 12

En el cuadro 10 se puede observar que el “p” calculado es menor que 0,05; por lo que se rechaza la hipótesis nula. Entonces, existe evidencia estadística significativa para afirmar que el cancro en el fuste y la marchitez de la copa están relacionados. Además esto se puede comprobar con el valor del coeficiente de correlación (0,335), que para el tamaño de muestra evaluada indica que la relación es significativa incluso para un valor “p” de 0,01.

Esta prueba apoya a los resultados obtenidos en el efecto de *Phytophthora sp.* sobre el crecimiento de *Calycophyllum spruceanum* donde se determinó que el cancro afecta el crecimiento de los árboles, es decir que es probable que los individuos con cancro además presenten marchitez de copa, entonces el vigor del individuo se ve disminuido significativamente, por esta razón el crecimiento se ve inerrumpido. De la misma manera se sustenta que la marchitez de la copa puede incrementarse ante la presencia del cancro ya que están correlacionados con un nivel de significancia alto.

4.4 ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL CULTIVO Y LAS METEOROLÓGICAS CON LA ACCIÓN DE *Phytophthora sp.*

4.4.1 CARACTERÍSTICAS DEL CULTIVO

En la figura 11 se observa la distribución de los individuos enfermos (color rojo) y los árboles sanos (color verde). Existe una quebrada que divide el área evaluada en 2 zonas y otra quebrada al sur del área que es el límite de la plantación. Esta situación induce a pensar que en la época lluviosa el terreno está sobre expuesto al agua.

En el mapa de la distribución de la enfermedad en el área estudiada (Figura 11), se observa que las áreas planas tienen menor número de individuos afectados en relación a las áreas con relieve colinoso (área al norte), donde se formaban pequeños riachuelos cuando había precipitaciones y al término de este evento, el agua quedaba empozada lo cual favoreció el desarrollo del patógeno. También se observa que los individuos enfermos se ubican en su mayoría en el perímetro de la reforestación, posiblemente debido al exceso de humedad en el suelo.

Figura 11 Mapa de distribución de la enfermedad en el área de estudio.

Fuente: Elaboración propia

Otra causa predisponente de la acción de *Phytophthora sp.* sería la inundación que se presentó en el área estudiada (enero – marzo) tal como se detalla en el Anexo 4, ya que si bien es cierto que la especie puede tolerar la inundación, pero no en tantos meses como lo que ocurrió en el 2011.

Así mismo, queda por discutir las características nutricionales del suelo. La especie *Calycophyllum spruceanum* en su distribución natural requiere de suelos fértiles (aluviales), sin embargo, el cultivo forestal se estableció en un suelo degradado donde posiblemente la distribución y disponibilidad de nutrientes no era óptima.

El análisis de suelo (Anexo 3) indica que la especie se encuentra dentro del rango de pH mencionado por Palomino y Barra (2003), entre 4,5-6,5, además de encontrarse en suelos de textura media (franco arenoso). Sin embargo, el pH del análisis (4,94) estaría por debajo de lo que menciona MINAG (2010) y muy cercano al pH donde no prospera la especie (4 a 4,5) más aun, el pH del suelo de la finca se encuentra dentro del rango óptimo para el desarrollo de la *Phytophthora* tal y como lo menciona Echemendia (sf). En lo que se refiere al porcentaje de saturación de aluminio, el suelo de la finca se encuentra por debajo del 30 %, es decir que esta dentro del valor adecuado para el crecimiento de *Calycophyllum spruceanum*. Entonces la característica del suelo que tiene un mayor impacto en la especie es el pH, el cual podría predisponer a la especie a contraer la enfermedad si se dan las condiciones adecuadas.

Otra condiciones que podrían explicar la acción de *Phytophthora sp.* sobre el cultivo forestal, sería la aplicación de los herbicidas que posiblemente eliminara a los antagonistas del patógeno, todo ello asociado al cambio de uso del suelo forestal a actividades agropecuarias lo cual afecta las propiedades biológicas naturales del suelo forestal, propiciando la aparición de la enfermedad.

Si bien PROCEMA es un centro especializado además de pedir estudios de análisis de suelo para poder proveer las semillas, quizás el germoplasma no estuvo adaptado a las condiciones donde se llevo a cabo el cultivo, haciéndolas más susceptibles, ya que venían de otras procedencia distinta al lugar donde se llevo a cabo la plantación.

4.4.2 CARACTERÍSTICAS METEOROLÓGICAS

En las figura 12 (A, B y C) se observa que el periodo de lluvias inicia en el mes de noviembre y continúa hasta el mes de marzo, presentando el pico en el mes de febrero.

Para las 3 estaciones meteorológicas, se puede observar que la precipitación para el mes de febrero del año 2011 fue mayor al resto. Alcanzando su máximo y llegando a una precipitación máxima de alrededor de los 900 mm para la estación de Aguaytia.

De las 3 estaciones, la que presenta niveles más altos de precipitación es la de Aguaytia, esto debido a que se encuentra más cerca a la cordillera en comparación con las estaciones de Puerto Inca y Tournavista, que se encuentran más hacia el este. La alta precipitación también se puede explicar debido a que Aguaytia se encuentra más al norte y presenta condiciones de relieve diferentes en comparación a las otras estaciones.

Lo que se debe resaltar es que la zona del Codo del Pozuzo se encuentra a mayor altitud que las 3 estaciones y aun más cerca a la cordillera, por lo que la precipitación que ocurrió en esta zona en el periodo 2007 – 2011 sería mayor en cantidad y distribución, situación que habría afectado al cultivo forestal.

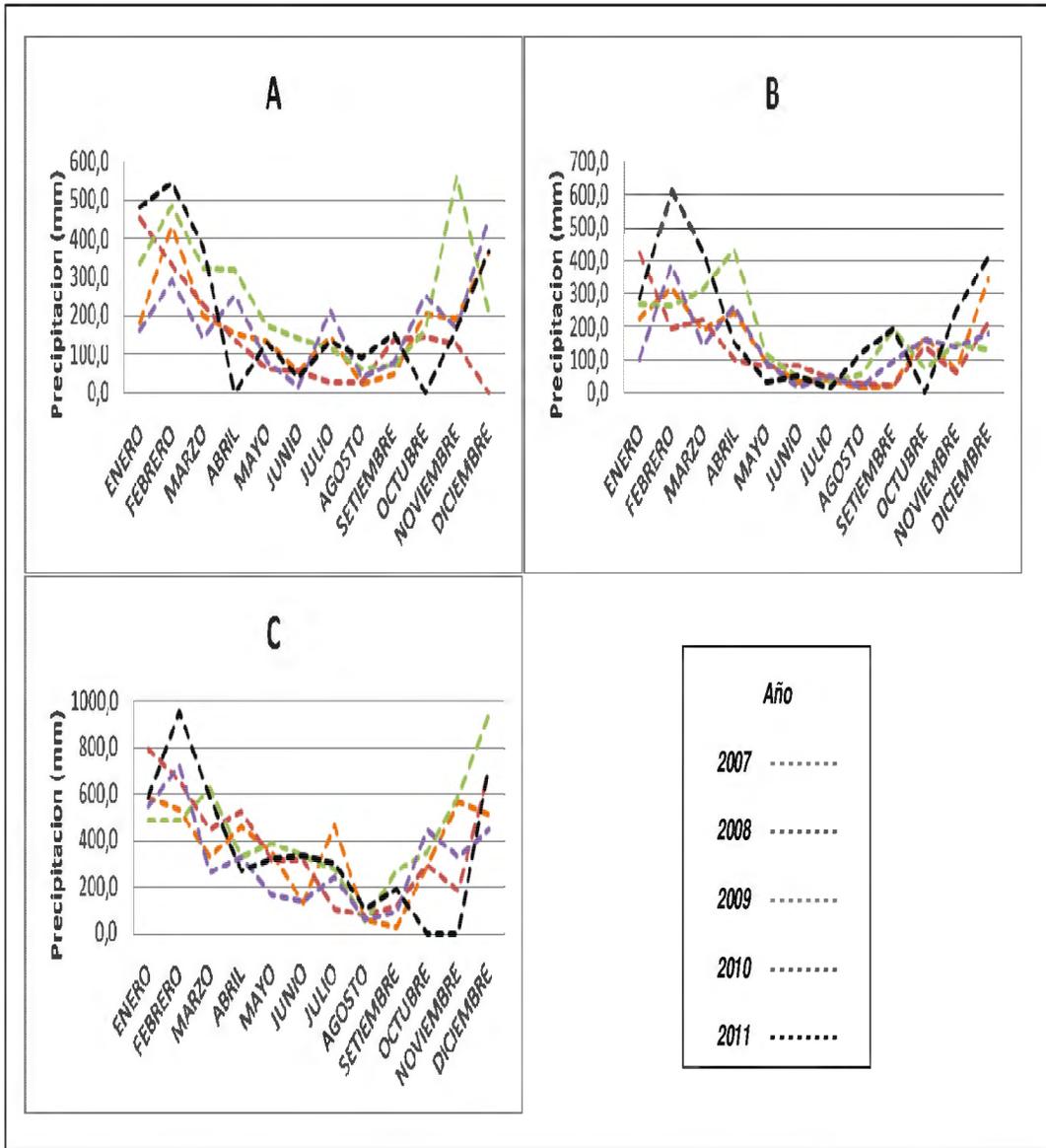


Figura 12 Distribución mensual de la precipitación en 3 estaciones. A. Puerto Inca, B Tournavista, C. Aguaytia

Fuente: Elaboración propia

En la figura 13 A y B, se observa que para las estaciones de Puerto Inca y Tournavista, el año 2011 presentó un aumento en la humedad relativa en los meses de enero y febrero y el resto del año siguió la tendencia de años anteriores. Esto no ocurre en Aguaytia, en donde el año 2011 se registró una baja de la humedad relativa, incluso en muchos meses fue inferior al resto de los años. Se debe resaltar que las 3 estaciones presentan una humedad relativa por encima del 75% a lo largo del año, además de presentar un rango de variación de alrededor de 6% entre el año 2007 y 2011.

La estación que presenta menos variación entre curvas es la de Puerto Inca, donde se puede observar que en general las curvas son muy similares. La curva de humedad relativa de las tres estaciones nos permite tener una referencia de cuál fue el promedio de humedad en el Codo del Pozuzo, indicándonos que es una zona con condiciones de alta humedad, favorables para el desarrollo del patógeno.

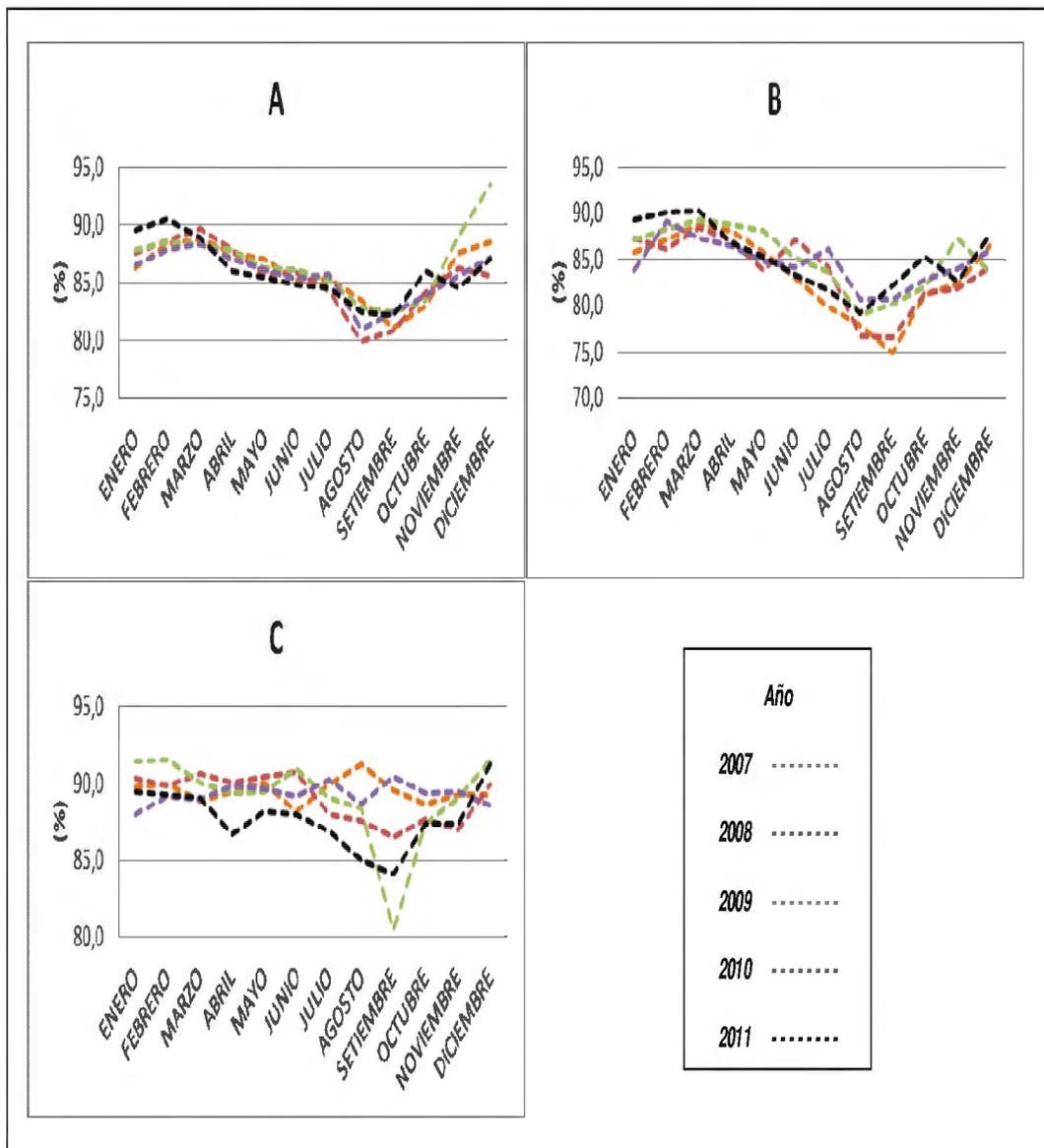


Figura 13 Distribución mensual de la humedad relativa promedio en 3 estaciones. A. Puerto Inca, B. Tournavista, C. Aguaytia

Fuente: Elaboración propia

En la figura 14 (A, B y C) se observa que el año 2011 se presentó menores temperaturas para los periodos enero – febrero y setiembre – diciembre, en comparación a los mismos periodos de años anteriores. También en el 2011 las estaciones de Puerto Inca y Tournavista registraron temperaturas que difieren de la tendencia de años anteriores, siendo esta curva más constante a lo largo del año y con tendencia ascendente hasta el mes de noviembre; cosa que no ocurre con la estación de Aguaytia, donde la curva presenta un comportamiento similar todos los años.

También se observa que en promedio la variación de la temperatura anual en las 3 estaciones se encuentra dentro de un rango similar (entre 24°C y 28°C), condiciones favorables para el desarrollo de *Phytophthora sp.* ya que estas temperaturas unidas a la humedad relativa por encima de 75%, son el caldo de cultivo apropiado para cromistas y hongos.

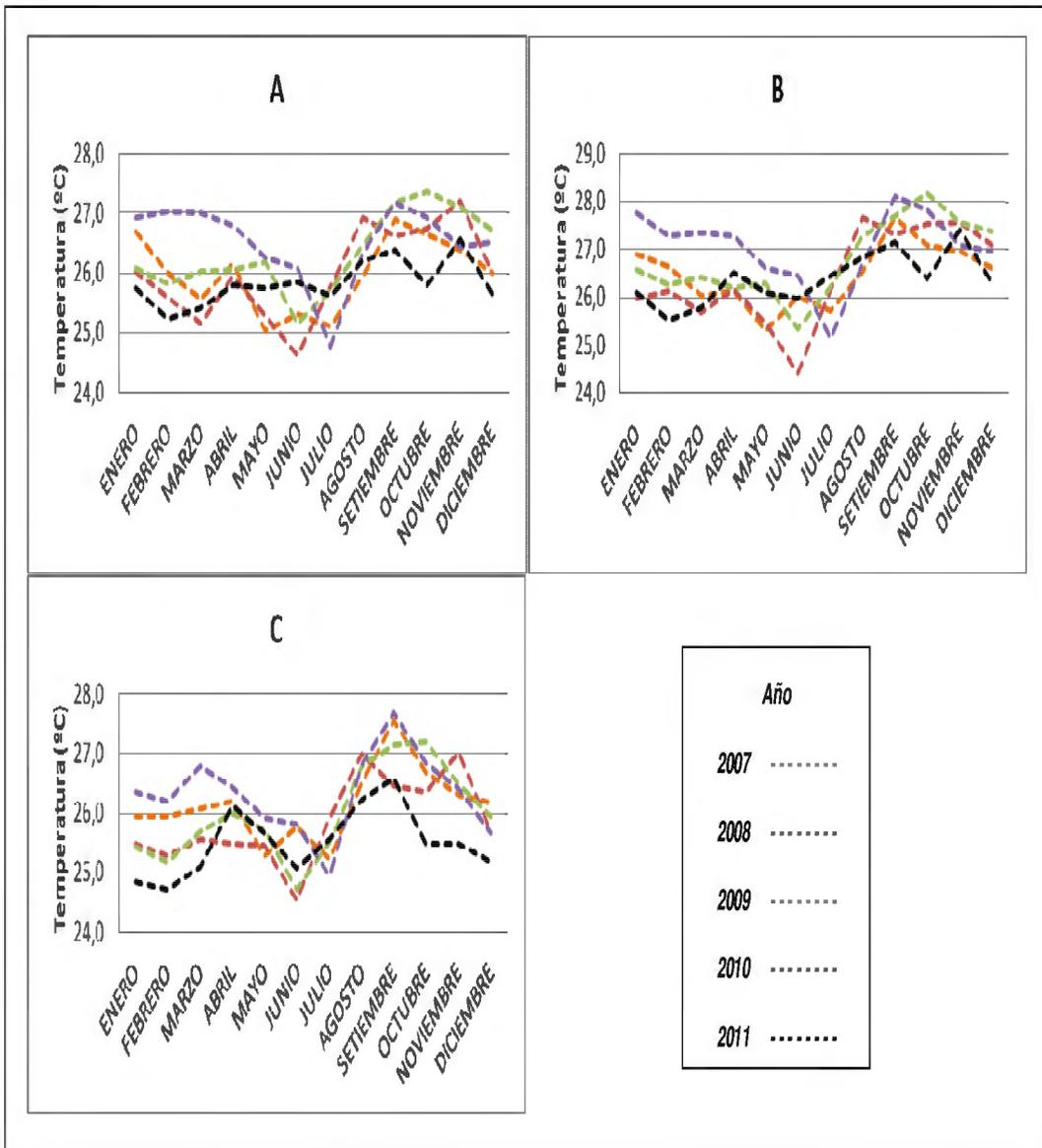


Figura 14 Distribución mensual de la temperatura promedio en 3 estaciones. A. Puerto Inca, B. Tournavista, C. Aguaytia

Fuente: Elaboración propia

A continuación se analiza el efecto conjunto de la precipitación, humedad relativa y temperatura. El análisis se centrara en el año 2011, año en el cual los síntomas fueron extremadamente evidentes, especialmente en los meses de enero a marzo.

Los meses de enero y febrero del 2011 son los que presentaron una mayor precipitación, y humedad relativa, así mismo una menor temperatura. Es decir que estos meses el agua que precipitaba se quedaba más tiempo en el suelo como agua libre, debido a la baja tasa de evaporación. Esta variación pudo haber predispuerto a los árboles de Capirona a adquirir la enfermedad; ya que las condiciones climáticas pudieron favorecer el desarrollo de *Phytophthora* aumentando su población y severidad de ataque. Esta afirmación es también mencionada por Erwin y Ribeiro (1996), cuando hablan de la habilidad de algunos propágulos para incrementar su número de manera rápida cuando se presentan condiciones adecuadas de humedad.

El ambiente, aparte de predisponer a la planta o brindar condiciones favorables para el establecimiento de la infección, por si solo puede originar enfermedades de tipo no infeccioso, causando desordenes en el funcionamiento de la planta.

En cuanto al periodo abril – noviembre, debido a la tendencia creciente de la temperatura, la disminución de la precipitación y la humedad relativa, la tasa de evaporación aumentó, incluso se podría decir que fue mayor a los años anteriores. Este cambio entre periodos de baja evaporación y alta precipitación versus alta evaporación y baja precipitación, pudo haber causado un estrés en los árboles de Capirona y por lo tanto propiciar el ataque de *Phytophthora*. Sin embargo, el aumento en la evaporación (abril – noviembre), pudo haber afectado también a *Phytophthora* ya que este necesita de agua libre para poder completar su ciclo biológico y permanecer activo en el suelo, disminuyendo la severidad de su ataque y permitiéndole a la Capirona el superar la enfermedad. Si bien el dueño aplico Fosetil Aluminio, no lo hizo en toda la plantación (solo lo aplicó en algunos árboles), por lo que se podría discutir su efecto en la recuperación de los individuos, siendo más bien las condiciones meteorológicas las que tuvieron mayor influencia sobre la recuperación.

5. CONCLUSIONES

Phytophthora sp. es el agente causal de la enfermedad presentada en la plantación de *Calycophyllum spruceanum*; esta enfermedad se manifiesta a través de la aparición de canchros perennes en el fuste y la marchitez de la copa.

La incidencia y la severidad de los síntomas presentados por *Calycophyllum spruceanum* son significativos en el área y época de estudio.

La presencia de *Phytophthora sp.* disminuye el crecimiento en diámetro y altura de los árboles de *Calycophyllum spruceanum* y causa la muerte de los árboles de la especie estudiada.

Existe una relación significativa entre el canchro y la marchitez lo cual acentúa el efecto nocivo de *Phytophthora sp.* Sobre el cultivo de *Calycophyllum spruceanum*.

El sitio de plantación, las inadecuadas labores culturales, la inundación del terreno, la degradación de suelos forestales, la escasez de nutrimentos así como la escasa iluminación del cultivo debido a la falta de un raleo oportuno, permitieron el ataque de *Phytophthora sp.*

Las condiciones de precipitación, humedad relativa y temperatura del año 2011 contribuyeron a la presencia y severidad del ataque de *Phytophthora sp.* sobre los individuos de *Calycophyllum spruceanum* en el área y época de estudiado.

6. RECOMENDACIONES

Para realizar el cultivo de *Calycophyllum spruceanum* es recomendable su establecimiento en terrenos bien drenados y adecuados suelos forestales; así como realizar los tratamientos silviculturales posteriores al establecimiento.

Investigar el efecto de los siguientes tratamientos silviculturales para controlar la enfermedad:

Desmalezado del terreno para evitar la existencia de hospederos.

Raleos de liberación oportunos para permitir más luz en los estratos inferiores de la plantación.

Remoción del ritidoma, en aquellos individuos que no lo pueden expeler, a través de una limpieza manual que puede ser efectuado cada 4 meses.

Tratamiento de solarización en el sustrato de las camas de almácigos o de las bolsas, para asegurar que las plántulas que se instalen estén libres del patógeno, evitando de esta manera que terrenos limpios se infecten.

Realizar estudio sobre la rentabilidad de una plantación forestal de Capirona, considerando los gastos del mantenimiento de su estado sanitario y el perjuicio económico que causa la enfermedad.

Los instrumentos utilizados en las practicas silviculturales (tijeras de podas, machete y otros) deben estar correctamente desinfectados con una solución de Amonio cuaternal, como medida preventiva.

Reducir el transito en la plantación, para evitar la contaminación cruzada e infectar a zonas libres del patógeno, para esto se deben establecer trochas o senderos de uso exclusivo para el tránsito y así evitar el inicio y ocurrencia de epidemias.

Realizar estudios más precisos sobre la patogenia de la enfermedad causada por *Phytophthora sp.* especialmente la fase de colonización y el periodo de incubación, para poder prescribir de manera precisa los tratamientos preventivos y curativos.

BIBLIOGRAFÍA

- Agrios, G. N.** 2005. Plant Pathology (en línea). 5 ed. Burlington, US, Academic Press. 922 p. Consultado 8 ago. 2011. Disponible en http://books.google.com/books?id=CnzbGZgby60C&printsec=frontcover&hl=es&source=gbg_summary_r&cad=0#v=onepage&q=incidence&f=false
- Arauz, L. F.** 1998. Fitopatología: un enfoque agroecológico (en línea). 1 ed. San José, CR, Editorial de la Universidad de Costa Rica. 471 p. Consultado 10 ago. 2011. Disponible en http://books.google.com/books?id=I6jDW5HI9BAC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbg_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Cardillo, E.; Acedo A.** 2009. Fitoftora: la pudrición de raíces que seca alcornoques y encinas (en línea). Mérida, España, Instituto del Corcho, la Madera y el Carbón vegetal. 10 p. Consultado 8 ago. 2011. Disponible en <http://www.iprocor.org/docs/files/766images.pdf>
- Castillo, A.; Nalvarte, W.** 2007. Descripción dendrológica de 26 especies forestales de importancia comercial: zonas de Tahuamanu y Alto Huallaga. Lima, PE, Cámara Nacional Foresta. 75 p.
- Catalogue of life.** 2011. Annual checklist. Base de datos (en línea). Consultado 10 ago. 2011. Disponible en <http://www.catalogueoflife.org/annual-checklist/2011/details/species/id/8178946>
- Cornellius, J. P.; Ugarte-Guerra, L. J.; Simons, A. J.** 2004. El papel de la domesticación de árboles agroforestales en el “desarrollo con protección ambiental” (en línea). Lima, PE, ICRAF. 3 p. Consultado 10 ago. 2011. Disponible en http://www.asb.cgiar.org/PDFwebdocs/Cornelius_2004_PapelDomestica.pdf
- De Campos, M.** 2004. Pau-mulato-da-varzea (*Calycophyllum spruceanum*) (en línea). Informativo técnico rede de Semetes da Amazônia, Nro 6, 2004. Universidade federal do Acre. Rio Branco, Brasil. Consultado 8 ago. 2011. Disponible en <http://leonet.com/sementesrsa/sementes/pdf/doc6.pdf>

- Echemendia, Y.** s.f. Phytophthora: Características, diagnóstico y daños que provoca en algunos cultivos tropicales. Medidas de control (en línea). Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical. Cuba, FAO. 30 p. Consultado 9 abr. 2012. Disponible en <http://www.fao.org/docs/eims/upload/cuba/1060/cuf0022s.pdf>
- Erwin, D.; Ribeiro, O.** 1996. Phytophthora. Diseases Worldwide. American Phytopathological Society Press. St. Paul, Minnesota. 562 p.
- Flores, Y.** 2004. Guía para el reconocimiento de regeneración natural de especies forestales de la Región Ucayali. Pucallpa, PE, INIA. 80 p.
- González, L. C.** 1981. Introducción a la fitopatología (en línea). 1 ed. 3.a. reimposición. San José, CR, IICA. 148 p. Consultado ago. 2011. Disponible en http://books.google.com/books?id=yZ_A3mS7sXgC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Gutiérrez, F.** 2000. Evaluación de crecimiento de altura y diámetro de la Capirona *Calycophyllum spruceanum* (Benth) para uso en construcciones rurales en Tingo María. VII congreso nacional y forestal y III asamblea de capítulos de ingeniería forestal. Pucallpa, PE, CIP. 280 p.
- Iannamico, L.; Rossini, M.** 2004. Phytophthora, un enemigo peligroso. Revista Rompecabezas Tecnológico 10(41):41-48. Alto Valle, AR, INTA. 8p.
- Manta, M.** 1988. Análisis silvicultural de 2 tipos de bosque húmedo de Bajura en la vertiente atlántica de Costa Rica. Tesis (Mag. Sc). Turrialba, Costa Rica, CATIE. 150 p.
- Manta, M.** 2007 a. Protección Forestal. Curso de Pre-Grado de la Facultad de Ciencias Forestales. Departamento de Manejo Forestal. Universidad Nacional Agraria La Molina. 1000 diapositivas.
- Manta, M.** 2007 b. Formato para la evaluación de los antecedentes del cultivo forestal o el bosque natural. Lima, PE, UNALM. 1 p.
- Manta, M.** 2011. Capirona y Phytophthora (entrevista). Lima, PE, UNALM. (E-mail: mmanta@lamolina.edu.pe)
- MINAG.** 2010. Capirona (en línea). 2p. Consultado 10 ago. 2011. Disponible en <http://www.infobosques.com/descargas/biblioteca/109.pdf>

- MINAG.** 2011. Perú Forestal 2010 - versión preliminar. Base de datos (en línea). Lima, PE. Consultado 10 ago. 2011. Disponible en <http://sinia.minam.gob.pe/index.php?idElementoInformacion=1151>
- Norma Técnica Peruana.** 2009. PROCEDIMIENTO DE MUESTREO PARA INSPECCION POR ATRIBUTO. Parte 1: Esquema de muestreos clasificados por limite de calidad aceptable (LCA) para inspección lote por lote. NTP-ISO 2859-1 3 ed. Lima, PE, INDECOPI. 115 p.
- Palomino, J.; Barra, M.** 2003. Especies forestales nativas con potencial para la reforestación en la provincia de Oxapampa y fichas técnicas de las especies de mayor prioridad (en línea). Oxapampa, PE, Pro Naturaleza. Consultado 10 ago. 2011. Disponible en <http://www.ibcperu.org/doc/isis/9763.pdf>
- Programa APGEP-SENREM convenio USAID-CONAM.** 2001. Proyecto Piloto Demostrativo Ambiental. Enriquecimiento de bosques en formación. Lima, PE. 112p.
- Reátegui, A.** s.f. Prospección de las plagas del Aliso *Alnus acuminata* h.b.k. y de la Guinda *Prunus serotina* ehr. en el valle del río Mantaro. Tesis Ing. Forestal. Lima, PE. Universidad Nacional Agraria La Molina. Sin publicar
- Reynel, C.; Pennington R. T.; Pennington T. D.; Flores, C.; Daza, A.** 2003. Árboles útiles de la Amazonia peruana y sus usos. Lima, PE, Darwin initiative – ICRAF. 509 p.
- Ricse, A.** 2004. Métodos de rehabilitación de “purmas” y tierras degradadas en la Región Ucayali, Amazonia Peruana. Adaptabilidad inicial de seis especies forestales nativas en áreas degradadas por la agricultura. Pucallpa, PE, CIFOR. 20 diapositivas.
- Rivera, G.** 1991. Conceptos introductorios a la fitopatología. Reimpresión de la 1era edición San José, CR, EUNED. 346 p. consultado 10 ago. 2011. Disponible en http://books.google.com/books?id=xpTHXEWG_t8C&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Ruiz, N.** 2010. Análisis etiológico de la “muerte regresiva” del *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden y *Eucalyptus grandis x urophylla* en Oxapampa, Pasco. Tesis para optar el título de Ingeniero Forestal. Lima, PE, UNALM. 147 p.

- SENAMHI.** 2012. Datos meteorológicos de 3 estaciones: base de datos (correo electrónico). Lima, PE.
- Tisserat, N. A.** 2004. Canker diseases of tree (en línea). Kansas, US, Kansas State University. 8 p. Consultado 8 ago. 2011. Disponible en <http://www.ksre.ksu.edu/library/plant2/mf2658.pdf>
- Toledo, E.; Rincón, C.** 1999. Utilización Industrial de Nuevas Especies Forestales en el Perú. 2da ed. Lima, PE, ITTO. 240 p.
- Webber J. F.** 2006. Phytophthora Bleeding canker of Horse Chestnut (en línea). Consultado 10 ago. 2011. Disponible en [http://www.forestry.gov.uk/pdf/Bleedingcanker.p/\\$FILE/Bleedingcanker.pdf](http://www.forestry.gov.uk/pdf/Bleedingcanker.p/$FILE/Bleedingcanker.pdf)
- Wegulo, S.; Gleason, M.** 2001. Sustainable Urban Landscapes. Fungal Cankers of Tree (en línea). Iowa, US, Iowa State University. 8 p. Consultado 8 ago. 2011. Disponible en <http://www.extension.iastate.edu/Publications/SUL11.pdf>
- ZIPCODEZOO.** 2011. *Calycophyllum spruceanum*. Base de datos (en línea). Consultado 10 ago. 2011. Disponible en http://zipcodezoo.com/Plants/C/Calycophyllum_spruceanum/

ANEXO 1

IDENTIFICACIÓN DEL PATÓGENO



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

Clinica de Diagnósis de Fitopatología y Nematología

Av. La Universidad s/n - La Molina Apdo. 156
Teléfono: 349-6631 - e-mail: clinica@lamolina.edu.pe



La Molina, 25 de Abril de 2011
FI-AF 122-2011 LAC 085
FT 11B

Sr.
Maurits de Visser
Oxapampa
Presente.-

De mi consideración:

El resultado del análisis fitopatológico de tronco y raíces de Capirona, con síntomas de cancro en tronco y pudrición de raíces, procedente de Oxapampa, Pasco; es el siguiente:

1. ANÁLISIS DEL TEJIDO.

METODO	RESULTADO
PDAA	<i>Lasiodiplodia theobromae</i>
PARB	<i>Phytophthora</i> sp. <i>Pythium</i> sp.

2. DIAGNÓSTICO.

En la muestra remitida por ustedes se ha detectado la presencia del fitopatógeno *Phytophthora* sp., el cual es favorecido por condiciones de alta humedad en el suelo. Los microorganismos *Lasiodiplodia theobromae* y *Pythium* sp se encuentran como secundarios.

3. RECOMENDACIONES.

- ✓ Evitar condiciones de encharcamiento en el suelo, pues favorece la actividad de este patógeno.
- ✓ Realizar la aplicación de Sulfato de cobre pentahidratado, dirigido al cuello de las plantas, a la dosis de 3 por mil. Luego de 15 días, repetir la aplicación.
- ✓ Luego, realizar la aplicación de *Trichoderma harzianum*, a la dosis, según la presentación comercial que elija.

Nos despedimos de ustedes recordándoles que la Clínica de Diagnósis está a su disposición para cualquier consulta.

Atentamente,

ANEXO 2

DATOS METEOROLÓGICOS DE LA ESTACION DE PUERTO INCA

	Altitud 200 m		ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Puerto Inca	HR (%)	2007	86,3	88,4	88,8	87,7	87,1	85,3	85,4	83,5	81,1	83,0	87,6	88,6
Puerto Inca	Precipitación (mm)	2007	183,0	432,5	203,2	153,8	134,3	54,8	147,5	26,3	50,0	204,6	191,7	360,7
Puerto Inca	Temperatura (°C)	2007	26,7	26,0	25,6	26,2	25,0	25,3	25,1	25,9	26,9	26,7	26,4	26,0
Puerto Inca	HR (%)	2008	87,6	88,7	89,8	87,8	85,7	85,8	84,3	80,0	81,0	84,2	86,3	85,6
Puerto Inca	Precipitación (mm)	2008	453,6	332,7	228,7	140,4	65,8	54,6	27,0	27,9	137,5	145,0	125,3	S/D
Puerto Inca	Temperatura (°C)	2008	26,0	25,6	25,2	25,9	25,3	24,6	25,8	26,9	26,6	26,7	27,2	26,0
Puerto Inca	HR (%)	2009	87,9	88,5	88,3	87,8	86,3	86,1	85,2	82,8	82,5	83,6	89,0	103,5
Puerto Inca	Precipitación (mm)	2009	335,3	485,5	322,1	320,7	175,2	142,9	114,6	64,9	70,1	160,2	557,6	210,0
Puerto Inca	Temperatura (°C)	2009	26,1	25,8	26,0	26,1	26,2	25,2	25,7	26,5	27,2	27,4	27,1	26,7
Puerto Inca	HR (%)	2010	86,5	87,8	88,3	87,0	86,2	85,3	85,8	81,0	82,5	83,9	85,6	87,2
Puerto Inca	Precipitación (mm)	2010	161,9	293,4	141,6	252,8	85,0	15,5	213,9	38,5	78,2	252,0	167,0	453,5
Puerto Inca	Temperatura (°C)	2010	26,9	27,0	27,0	26,8	26,3	26,1	24,8	26,3	27,2	26,9	26,4	26,5
Puerto Inca	HR (%)	2011	89,6	90,5	88,9	86,0	85,5	84,8	84,6	82,5	82,2	86,0	84,6	87,1
Puerto Inca	Precipitación (mm)	2011	481,3	541,8	378,3	S/D	131,0	39,6	136,5	93,2	155,7	S/D	168,0	367,9
Puerto Inca	Temperatura (°C)	2011	25,8	25,3	25,4	25,8	25,8	25,9	25,6	26,2	26,4	25,8	26,6	25,7

Fuente: SENAMHI

DATOS METEOROLÓGICOS DE LA ESTACION DE TOURNAVISTA

	Altitud 150 m		ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Toumavista	HR (%)	2007	85,8	87,0	88,8	88,0	85,7	82,9	79,8	77,9	74,9	81,1	82,2	86,4
Toumavista	Precipitación (mm)	2007	225,2	318,8	190,8	244,8	93,8	33,1	43,6	15,9	23,6	168,8	71,7	344,5
Toumavista	Temperatura (°C)	2007	26,9	26,6	26,0	26,1	25,3	26,0	25,7	26,5	27,7	27,1	27,0	26,6
Toumavista	HR (%)	2008	87,3	86,1	88,4	87,1	83,7	87,0	84,2	76,8	76,6	81,4	81,8	84,1
Toumavista	Precipitación (mm)	2008	421,2	193,0	221,1	103,9	78,6	81,5	41,2	27,5	23,3	138,6	60,0	213,2
Toumavista	Temperatura (°C)	2008	26,0	26,1	25,7	26,2	25,5	24,4	26,2	27,7	27,3	27,5	27,6	27,1
Toumavista	HR (%)	2009	87,1	88,3	89,1	88,6	88,0	85,1	83,7	79,0	80,2	81,9	87,2	83,7
Toumavista	Precipitación (mm)	2009	266,4	261,2	314,9	430,5	116,6	46,3	31,2	55,9	193,0	73,3	147,0	130,3
Toumavista	Temperatura (°C)	2009	26,6	26,3	26,4	26,2	26,3	25,3	26,2	27,3	27,7	28,2	27,6	27,4
Toumavista	HR (%)	2010	83,8	89,0	87,3	86,4	84,7	84,1	86,1	80,6	80,6	82,9	83,9	86,0
Toumavista	Precipitación (mm)	2010	101,6	387,8	145,0	262,7	94,8	19,2	51,0	19,0	99,0	161,6	138,2	180,9
Toumavista	Temperatura (°C)	2010	27,8	27,3	27,4	27,3	26,6	26,5	25,1	26,7	28,1	27,8	27,1	27,0
Toumavista	HR (%)	2011	89,3	90,1	90,1	86,7	85,3	83,3	81,6	79,2	82,2	85,3	82,6	87,6
Toumavista	Precipitación (mm)	2011	286,8	610,3	428,9	153,0	33,2	52,7	15,5	122,1	192,7	S/D	246,5	410,4
Toumavista	Temperatura (°C)	2011	26,1	25,5	25,8	26,5	26,1	26,0	26,5	26,8	27,1	26,4	27,4	26,3

Fuente: SENAMHI

DATOS METEOROLÓGICOS DE LA ESTACION DE AGUAYTIA

	Altitud 270 m		ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Aguaytia	HR (%)	2007	89,7	89,9	88,8	89,4	90,0	88,2	89,9	91,2	89,5	88,7	89,3	89,3
Aguaytia	Precipitación (mm)	2007	586,1	534,4	326,3	457,7	351,7	130,1	465,5	61,8	26,2	293,0	566,8	513,9
Aguaytia	Temperatura (°C)	2007	26,0	25,9	26,1	26,2	25,3	25,8	25,3	26,5	27,6	26,7	26,3	26,2
Aguaytia	HR (%)	2008	90,4	89,8	90,6	90,0	90,5	90,7	88,0	87,6	86,5	87,7	87,0	90,0
Aguaytia	Precipitación (mm)	2008	794,1	659,5	449,8	527,0	314,4	315,8	10 ,5	82,2	122,5	297,2	187,6	695,1
Aguaytia	Temperatura (°C)	2008	25,5	25,3	25,6	25,5	25,5	24,5	25,9	27,0	26,5	26,4	27,0	25,7
Aguaytia	HR (%)	2009	91,4	91,5	90,0	89,3	89,5	90,9	89,1	88,4	80,5	87,4	89,1	91,5
Aguaytia	Precipitación (mm)	2009	484,7	487,0	620,9	327,8	387,7	333,5	279,5	51,7	272,3	349,8	591,3	940,4
Aguaytia	Temperatura (°C)	2009	25,4	25,2	25,7	26,0	25,7	24,7	25,5	26,8	27,2	27,2	26,5	26,0
Aguaytia	HR (%)	2010	88,0	89,2	89,0	89,9	89,6	89,2	90,2	88,7	90,5	89,3	89,5	88,6
Aguaytia	Precipitación (mm)	2010	546,7	721,3	265,4	328,9	164,2	139,7	246,2	59,1	91,3	446,4	327,6	446,2
Aguaytia	Temperatura (°C)	2010	26,4	26,2	26,8	26,4	25,9	25,8	25,0	26,8	27,7	26,8	26,4	25,7
Aguaytia	HR (%)	2011	89,4	89,3	89,1	86,7	88,2	88,0	86,9	85,1	84,1	87,4	87,4	91,2
Aguaytia	Precipitación (mm)	2011	581,7	948,9	584,2	268,1	325,0	337,4	301,0	106,6	194,0	S/D	S/D	718,8
Aguaytia	Temperatura (°C)	2011	24,9	24,7	25,1	26,1	25,7	25,1	25,6	26,2	26,6	25,5	25,5	25,2

Fuente: SENAMHI

ANEXO 3

ANÁLISIS DEL SUELO: CARACTERIZACIÓN

Solicitante : MAURICIO DE VISSER

Departamento : HUANUCO

Provincia : PUERTO INCA

Distrito : CODO DE POZUZO

Predio : FUNDO INDEPENDENCIA

Referencia : H.R. 18158-028C-08

Boit: 4936

Fecha : 23-04-08

Número de Muestra		pH (1:1)	C.E. (1:1)		M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
Lab	Campo		CaCO ₃ %	dS/m				Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³ + H ⁺			
2811		4.94	0.09	0.00	3.1	0.6	45	66	28	6	Fr.A.	13.92	9.01	0.93	0.37	0.16	0.60	11.07	10.47	95

A = arena ; A.Fr. = arena franca ; Fr.A. = franco arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = franco limoso ; L = limoso ; Fr.Ar.A. = franco arcillo arenoso ; Fr.Ar. = franco arcilloso ;

Fr.Ar.L. = Franco arcillo limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = arcillo limoso ; Ar. = Arcilloso

Ing. Braulio La Torre Martínez
Jefe del Laboratorio

ANEXO 4

**FORMATO PARA LA EVALUACIÓN DE LOS ANTECEDENTES DEL CULTIVO
FORESTAL**

**FORMATO PARA LA EVALUACIÓN DE LOS ANTECEDENTES DEL CULTIVO
FORESTAL**

ANEXO 5

FORMATO DE EVALUACIÓN DE LA INCIDENCIA Y SEVERIDAD DEL CANCRO EN EL FUSTE

Nº de árbol	Intensidad	Severidad					Memoria descriptiva
		0	1	2	3	4	
1							0: Ningún daño visible (0%) 1: Daño perceptible (1% - 15%) 2: Daños evidentes, que no afectan seriamente al árbol (16% - 35%) 3: Daños notorios, que afectan seriamente al árbol (36% - 70%) 4: Daños muy notorios, parte evaluada inservible (> 71%)
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							
...							
40							

ANEXO 6

FORMATO DE EVALUACIÓN DE LA INCIDENCIA Y SEVERIDAD DEL MARCHITAMIENTO DE COPA

Nº de árbol	Intensidad	Severidad					Memoria descriptiva
		1	2	3	4	5	
1							<p>1: Circulo entero, con ramas vigorosas y cuyas ramas realizan bien la fotosíntesis.</p> <p>2: Circulo irregular, solamente $\frac{3}{4}$ de la copa realiza bien la fotosíntesis y las ramas están vigorosas.</p> <p>3: Medio círculo, solamente el 50 % es funcional.</p> <p>4: Menos de medio círculo, menos de $\frac{3}{4}$ partes de la copa es funcional.</p> <p>5: Solamente pocas ramas, árbol que difícilmente logra hacer fotosíntesis o sin copa, ya que $\frac{1}{4}$ de su copa o menos está viva.</p>
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							
...							
40							

ANEXO 7

FORMATO DE EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DASOMÉTRICAS

Nº de árbol	Diámetro (cm)	Altura (m)	Observaciones
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			
...			
40			

ANEXO 8

DATOS SOBRE LA EVALUACIÓN DE LOS ÁRBOLES DE CAPIRONA

Numero de Árbol	E	N	Altitud	Diámetro (cm)	Altura (m)	Observaciones	(I) cancro	(S) cancro	(I) marchitez	(S) marchitez
1	448230	8939767	399	7,00	7,5	r1	1	2	1	2
2	448287	8939771	407	8,28	8	r2	1	2	0	2
3	448320	8939773	399	11,94	8	r3	1	1	0	1
4	448377	8939774	402	8,59	6	r2	0	0	0	2
5	448403	8939772	403	9,87	8	r3	1	1	0	2
6	448354	8939772	406	10,03	7,5	r2	1	1	0	1
7	448309	8939767	407	9,39	8	r2	0	0	0	1
8	448262	8939771	407	9,07	5,5	r2	0	0	1	3
9	448234	8939765	407	9,23	6,5	r2	0	0	0	2
10	448283	8939761	407	10,35	10	r3	0	0	0	1
11	448320	8939768	406	8,44	8	r2	0	0	0	1
12	448366	8939767	407	9,39	6,5	r2	0	0	1	3
13	448405	8939768	405	7,16	5,5	r2	0	0	1	4
14	448335	8939766	405	10,66	10	r3	0	0	0	2
15	448297	8939763	405	7,00	8	r2	0	0	0	4
16	448251	8939761	406	7,16	8	r2	0	0	0	2
17	448230	8939761	409	9,39	10	r2	1	1	0	2
18	448283	8939759	411	8,28	8	r2	0	0	0	1
19	448324	8939763	407	10,66	7,5	r2	0	0	0	2
20	448369	8939763	409	8,12	7	r2	1	2	0	2
21	448409	8939758	407	10,19	7	r1 b	0	0	0	2
22	448369	8939760	408	11,14	8	r2	1	2	0	2
23	448317	8939750	408	12,57	12	r2	0	0	0	1
24	448263	8939760	408	6,37	8	r2	0	0	1	3
25	448220	8939758		8,44	8	r2 pd	0	0	1	4
26	448264	8939762	409	11,46	10	r2	0	0	0	1
27	448314	8939757	406	9,55	11	r2	0	0	0	1
28	448357	8939762	405	10,19	10	r2 pd	0	0	1	3
29	448403	8939762	404	7,48	7,5	r2	0	0	1	4
30	448371	8939757	403	10,03	7	r2 pd	0	0	1	3
31	448319	8939761	404	10,98	12	r3	0	0	0	1
32	448275	8939755	405	10,98	12	r3	0	0	0	2
33	448234	8939753	406	9,55	8	r2 pd	0	0	1	2
34	448254	8939751	405	8,44	8	r2	1	2	1	2
35	448311	8939753	402	12,10	13	r3	0	0	0	1

**DATOS SOBRE LA EVALUACIÓN DE LOS ÁRBOLES DE CAPIRONA
(CONTINUACIÓN)**

Numero de Árbol	E	N	Altitud	Diámetro (cm)	Altura (m)	Observaciones	(I) cancro	(S) cancro	(I) marchitez	(S) marchitez
36	448358	8939752	401	9,07	8	r2 b	1	1	1	2
37	448398	8939755	379	7,00	6	r2	1	1	1	3
38	448370	8939750	379	10,03	9	r2	0	0	0	2
39	448320	8939746	381	9,39	12	r2	0	0	0	2
40	448275	8939743	385	10,35	13	r2	0	0	0	1
41	448229	8939747	387	10,35	11	r2	1	1	1	2
42	448235	8939746	388	11,46	10	r2 pd	0	0	0	1
43	448291	8939745	389	9,71	7	r2 pd	1	1	1	3
44	448337	8939738	394	7,96	8	r3	1	2	1	4
45	448386	8939759	396	10,66	10	r2	0	0	0	1
46	448399	8939745	398	6,68	6	r3	0	0	0	1
47	448351	8939736	400	8,91	8	r1	1	2	1	4
48	448304	8939743	400	9,39	9	r2 pd	0	0	0	2
49	448258	8939741	401	10,03	10	r2 pd	0	0	0	1
50	448224	8939740	402	7,16	6	r1 pd	1	2	1	3
51	448263	8939738	398	10,03	8	r2 b	0	0	0	1
52	448298	8939740	400	10,98	12	r2	1	1	1	2
53	448349	8939743	403	9,55	11	r2	0	0	0	2
54	448386	8939743	418	10,82	12	r2	0	0	0	1
55	448404	8939742	416	10,50	8	r2 pd	0	0	0	1
56	448374	8939738	415	10,50	10	r2 b	0	0	0	2
57	448331	8939737	415	9,55	10	r2	0	0	1	3
58	448276	8939739	414	9,87	10	r2 pd	0	0	0	3
59	448231	8939734	415	8,91	7,5	r2	0	0	1	3
60	448247	8939735	413	11,14	12	r2 pd	0	0	0	2
61	448291	8939736	413	10,19	10	r3	0	0	0	1
62	448318	8939733	412	9,71	9,5	r2	0	0	0	1
63	448221	8939727	393	7,48	7	r2	0	0	0	2
64	448249	8939729	394	9,23	7,5	r2	0	0	1	2
65	448272	8939724	393	5,57	6,5	r2	0	0	1	3
66	448293	8939729	394	7,48	5,5	r2	1	1	0	1
67	448319	8939727	394	11,14	9,5	r2	0	0	0	1
68	448333	8939729	392	10,98	7,5	r2	0	0	0	1
69	448359	8939725	391	10,35	10	r2	0	0	0	1
70	448378	8939732	389	9,71	8,5	r2	0	0	0	1

**DATOS SOBRE LA EVALUACIÓN DE LOS ÁRBOLES DE CAPIRONA
(CONTINUACIÓN)**

Numero de Árbol	E	N	Altitud	Diámetro (cm)	Altura (m)	Observaciones	(I) cancro	(S) cancro	(I) marchitez	(S) marchitez
71	448399	8939725	392	11,14	7,5	r2	0	0	0	1
72	448410	8939724	392	10,35	7	r2	0	0	0	2
73	448393	8939721	394	9,71	8	r2	0	0	0	1
74	448369	8939719	395	12,25	8	r2	1	2	1	3
75	448341	8939726	394	9,23	11	r2	0	0	0	1
76	448323	8939721	396	8,44	7,5	r2	1	1	1	3
77	448302	8939719	397	10,03	9	r2	0	0	0	1
78	448284	8939720	398	11,30	9	r2	0	0	1	2
79	448261	8939722	399	8,12	8,5	r2	0	0	1	2
80	448243	8939718	399	8,59	7,5	r2	0	0	1	2
81	448218	8939719	401	7,32	7,5	r2	1	2	1	2
82	448221	8939715	401	10,50	9,5	r2 b	0	0	0	1
83	448240	8939714	401	9,71	9,5	r2 b	0	0	0	2
84	448250	8939714	402	12,25	10	r2	0	0	0	1
85	448263	8939715	403	12,73	10,5	r2	0	0	0	1
86	448278	8939717	403	9,71	10	r2	0	0	1	2
87	448290	8939717	403	10,03	13	r3	0	0	0	1
88	448319	8939718	405	6,05	7	r3	0	0	1	4
89	448340	8939718	404	8,75	7	r2	1	2	0	2
90	448358	8939718	405	10,82	9	r2	0	0	0	2
91	448390	8939716	405	12,89	10	r2	0	0	0	1
92	448407	8939719	404	10,03	9,5	r2	1	1	0	1
93	448410	8939712	405	6,21	7	r2	0	0	1	3
94	448386	8939715	405	11,94	12	r3	0	0	0	1
95	448364	8939710	405	7,96	7	r2	1	2	1	2
96	448346	8939711	404	8,12	10	r2	0	0	0	1
97	448321	8939712	405	9,71	9	r1	0	0	0	2
98	448298	8939712	405	9,39	9,5	r2 db	0	0	1	4
99	448283	8939706	404	11,62	12	r3	0	0	0	1
100	448220	8939709	408	6,37	7,5	r1	1	2	1	3
101	448233	8939710	406	7,16	10	r2	0	0	0	1
102	448260	8939705	409	9,07	8	r2	0	0	0	2
103	448289	8939708	410	9,87	8,5	r2	0	0	0	1
104	448318	8939706	408	11,46	12	r2	0	0	0	3
105	448358	8939712	406	11,30	10	r2	0	0	0	1

**DATOS SOBRE LA EVALUACIÓN DE LOS ÁRBOLES DE CAPIRONA
(CONTINUACIÓN)**

Numero de Árbol	E	N	Altitud	Diámetro (cm)	Altura (m)	Observaciones	(l) cancro	(S) cancro	(l) marchitez	(S) marchitez
106	448397	8939709	409	10,35	9	r2	0	0	0	1
107	448395	8939703	408	6,05	5	r1	0	0	1	3
108	448378	8939705	409	10,50	11	r2	0	0	0	1
109	448361	8939704	408	11,14	10	r2	0	0	0	1
110	448337	8939705	405	11,78	13	r3	0	0	0	1
111	448320	8939702	410	12,10	11,5	r2	0	0	0	1
112	448300	8939703	410	10,50	9	r2	0	0	0	1
113	448284	8939703	408	12,89	12	r2	0	0	0	1
114	448257	8939703	413	8,91	7	r2	1	2	1	3
115	448234	8939698	413	10,98	12	r2	0	0	0	1
116	448220	8939703	413	8,12	7	r2	0	0	0	1
117	448226	8939696	412	9,71	7,5	r2	0	0	0	1
118	448247	8939701	411	9,71	10	r3	0	0	0	1
119	448267	8939701	409	10,82	10	r2 b pd	0	0	0	1
120	448286	8939700	410	11,62	7,5	r2	0	0	0	1
121	448313	8939698	408	10,66	11	r2	0	0	1	2
122	448331	8939700	408	10,98	10	r2	0	0	0	1
123	448355	8939699	408	12,57	12	r3	0	0	0	1
124	448379	8939703	408	12,57	10	r2	0	0	0	1
125	448403	8939698	407	8,91	7	r2 b pd	1	2	1	3
126	448401	8939689	406	8,44	9	r2	1	2	1	3
127	448377	8939695	406	12,57	10	r2	0	0	0	1
128	448358	8939694	406	11,62	10,5	r3	0	0	0	1
129	448333	8939694	405	12,73	12	r2 b	0	0	0	1
130	448316	8939693	406	10,82	11,5	r2	0	0	0	1
131	448290	8939691	405	9,87	9	r2	0	0	0	1
132	448268	8939690	407	9,71	9,5	r2	1	3	1	3
133	448246	8939693	408	10,19	9	r2 b pd	0	0	0	1
134	448229	8939690	407	9,23	8,5	r2	1	1	1	2
135	448229	8939685	409	9,39	8,5	r3 pd	0	0	0	1
136	448251	8939685	408	8,91	5,5	r2	0	0	0	2
137	448270	8939684	409	10,19	9	r2	0	0	0	1
138	448291	8939685	408	10,82	9,5	r2	0	0	0	1
139	448319	8939687	408	12,10	11,5	r3	0	0	0	1
140	448336	8939690	409	9,87	6,5	r2 pd	0	0	1	3

**DATOS SOBRE LA EVALUACIÓN DE LOS ÁRBOLES DE CAPIRONA
(CONTINUACIÓN)**

Numero de Árbol	E	N	Altitud	Diámetro (cm)	Altura (m)	Observaciones	(I) cancro	(S) cancro	(I) marchitez	(S) marchitez
141	448358	8939688	408	12,41	9	r3 pd	0	0	0	1
142	448382	8939687	409	4,77	3	r1	1	3	1	4
143	448400	8939688		10,82	10	r2	0	0	0	1
144	448227	8939680	406	9,87	8,5	r2	0	0	0	1
145	448241	8939682	406	10,50	10	r3	0	0	0	1
146	448268	8939680	408	10,82	11	r2	0	0	0	1
147	448282	8939685	407	6,84	6,5	r3	0	0	1	4
148	448302	8939679	407	14,01	14,5	r3	0	0	0	1
149	448327	8939684	406	7,96	7,5	r2	0	0	1	2
150	448350	8939681	408	10,19	10	r2	0	0	0	1
151	448368	8939682	407	10,82	8,5	r2	0	0	1	2
152	448396	8939683	407	12,57	8	r1	0	0	0	1
153	448413	8939684	406	10,50	8	r1	1	1	1	2
154	448409	8939677	405	11,30	9,5	r1	1	2	0	1
155	448386	8939683	406	11,62	10	r2	1	2	1	2
156	448372	8939679	407	10,35	10	r2	0	0	0	2
157	448343	8939683	407	9,71	9,5	r2	0	0	0	1
158	448334	8939681	407	9,07	10	r3	0	0	0	1
159	448309	8939678	408	12,41	12	r2	0	0	0	1
160	448281	8939675	409	11,62	11	r2	0	0	0	1
161	448264	8939678	410	10,66	7,5	r3 b	0	0	0	1
162	448249	8939674	409	12,73	13	r3 b	0	0	0	2
163	448222	8939679	408	8,12	7	r3	0	0	1	4
164	448225	8939671	410	8,44	6	r3	0	0	1	3
165	448242	8939668	409	12,89	13	r3	0	0	0	1
166	448265	8939670	409	5,09	5	r1	0	0	1	4
167	448285	8939673	408	13,05	13	r3	0	0	0	1
168	448309	8939670	407	10,98	8,5	r2 b pd	0	0	0	1
169	448327	8939671	407	8,12	6,5	r2	0	0	1	3
170	448353	8939671	406	11,46	10	r3	0	0	0	1
171	448372	8939668	408	9,87	10	r3	0	0	0	1
172	448399	8939668	402	10,19	10	r2	0	0	0	1
173	448412	8939673	406	9,71	7,5	r2	0	0	0	1
174	448413	8939667	405	12,10	10	r2	0	0	1	2
175	448387	8939668	406	10,82	12	r3	0	0	0	1

**DATOS SOBRE LA EVALUACIÓN DE LOS ÁRBOLES DE CAPIRONA
(CONTINUACIÓN)**

Numero de Árbol	E	N	Altitud	Diámetro (cm)	Altura (m)	Observaciones	(I) cancro	(S) cancro	(I) marchitez	(S) marchitez
176	448363	8939666	406	10,98	8	r2	0	0	1	2
177	448339	8939670	407	10,82	8	r2	0	0	0	1
178	448318	8939667	407	9,23	8,5	r2	0	0	0	1
179	448292	8939669	406	11,14	10	r3	0	0	0	1
180	448271	8939663	407	6,53	6,5	r2	1	3	1	4
181	448249	8939665	407	10,82	8	r2 pd	0	0	0	1
182	448233	8939666	406	11,62	10	r3 pd	0	0	0	1
183	448215	8939664	407	8,44	7	r2	0	0	1	2
184	448224	8939660	408	7,96	6,5	r2	0	0	1	3
185	448235	8939660	406	9,07	8	r2 pd	1	2	0	2
186	448280	8939662	405	6,37	6	r2	0	0	1	2
187	448330	8939662	406	10,98	8	r2	0	0	0	1
188	448350	8939661	405	11,62	10,5	r3	0	0	0	1
189	448370	8939662	404	9,39	7,5	r3	0	0	1	2
190	448396	8939666	401	8,44	5	r2	0	0	1	3
191	448411	8939656	405	11,30	9	r2	0	0	0	1
192	448385	8939657	404	10,19	7	r2	0	0	0	1
193	448366	8939653	407	10,98	8	r2	0	0	0	1
194	448347	8939657	405	7,80	6,5	r2	1	3	0	1
195	448333	8939655	407	10,35	10	r2	0	0	0	1
196	448342	8939652	407	10,19	9	r2	0	0	0	1
197	448367	8939649	407	8,28	7	r2	0	0	0	1
198	448388	8939654	406	10,82	12	r3	0	0	0	1
199	448404	8939649	406	8,91	6,5	r2	0	0	0	1
200	448413	8939646	407	10,50	9	r3	0	0	0	1
201	448390	8939644	407	11,14	7,5	r2	0	0	0	1
202	448364	8939643	407	11,78	10	r2	0	0	0	1
203	448383	8939639	406	10,82	9,5	r2	0	0	0	1
204	448414	8939638	405	8,91	7	r2	0	0	0	1
205	448401	8939639	406	5,09	3	r1	1	3	1	4
206	448239	8939655	407	6,68	6,5	r2	1	2	0	3
207	448224	8939654	406	8,59	7	r2	0	0	0	1
208	448301	8939659	403	10,82	7,5	r2	0	0	0	1
209	448281	8939736	398	11,30	10	r2	0	0	0	1
210	448311	8939733	398	10,98	9	r2	1	2	0	1

**DATOS SOBRE LA EVALUACIÓN DE LOS ÁRBOLES DE CAPIRONA
(CONTINUACIÓN)**

Numero de Árbol	E	N	Altitud	Diámetro (cm)	Altura (m)	Observaciones	(I) cancro	(S) cancro	(I) marchitez	(S) marchitez
211	448365	8939732	397	8,12	9	r2	0	0	1	2
212	448391	8939734	398	6,37	6	r2	0	0	1	3
213	448362	8939742	398	10,98	10	r2 b	0	0	0	1
214	448342	8939754	396	9,07	10	r2	1	2	1	2
215	448331	8939755	400	11,46	9	r2	0	0	0	1
216	448336	8939745	401	8,44	7,5	r2	1	3	1	4
217	448405	8939611	404	8,44	9,5	r3	0	0	0	1
218	448388	8939614	406	12,25	12	r2	0	0	0	1
219	448368	8939612	407	7,80	7,5	r3	0	0	1	2
220	448351	8939618	407	7,80	8,5	r2	0	0	0	2
221	448329	8939607	408	9,87	7,5	r2	0	0	1	2
222	448305	8939608	411	10,03	7,5	r3	1	1	0	2
223	448276	8939606	408	9,07	8,5	r2	0	0	1	2
224	448259	8939606	411	7,64	14	r2	1	1	1	3
225	448234	8939604	408	9,39	6,5	r2 b pd	0	0	1	2
226	448224	8939610	412	9,07	8	r2 db	0	0	0	3
227	448249	8939607	409	10,82	9,5	r3	0	0	0	2
228	448268	8939612	407	9,71	12	r2	0	0	0	1
229	448294	8939610	404	10,50	13	r3	1	1	0	2
230	448311	8939617	406	8,12	9,5	r2 pd	1	2	1	2
231	448337	8939614	406	8,44	13	r2	1	3	1	3
232	448359	8939621	405	6,37	5	r1	1	4	1	5
233	448386	8939619	404	9,39	12,5	r3	0	0	0	1
234	448410	8939617	403	7,16	6	r3	0	0	0	2
235	448397	8939625	404	8,59	8	r3 b pd	0	0	1	3
236	448370	8939625	404	7,48	6	r2 pd	0	0	0	2
237	448349	8939624	404	12,57	12	r2 pd	0	0	0	1
238	448326	8939621	405	11,14	11	r3	0	0	1	2
239	448304	8939619	407	7,48	5	r2 pd	0	0	1	3
240	448283	8939621	407	12,41	14	r3	0	0	0	1
241	448261	8939620	407	9,23	13	r3	1	3	1	2
242	448236	8939616	407	11,14	14	r3	0	0	0	1
243	448226	8939619	406	9,71	8	r2 pd	0	0	0	1
244	448243	8939622	405	8,28	8	r2 pd	0	0	0	3
245	448272	8939620	406	9,55	9,5	r2	0	0	0	2

**DATOS SOBRE LA EVALUACIÓN DE LOS ÁRBOLES DE CAPIRONA
(CONTINUACIÓN)**

Numero de Árbol	E	N	Altitud	Diámetro (cm)	Altura (m)	Observaciones	(I) cancro	(S) cancro	(I) marchitez	(S) marchitez
246	448285	8939625	404	10,66	11	r2	0	0	0	1
247	448312	8939628	401	11,30	9,5	r2 b	0	0	0	1
248	448333	8939627	401	11,14	12	r3	0	0	0	1
249	448353	8939625	401	7,80	6,5	r2 db	1	3	1	3
250	448361	8939627	401	4,46	5	r2	0	0	1	3
251	448348	8939634	401	10,35	13	r3	0	0	0	1
252	448324	8939631	401	11,62	13	r3 b	0	0	0	1
253	448305	8939634	402	10,66	13	r3	0	0	0	1
254	448289	8939628	402	10,82	12	r3	0	0	0	1
255	448266	8939631	402	8,59	7,5	r2 b pd	0	0	0	1
256	448244	8939624	405	10,82	8	r2 b	0	0	0	2
257	448222	8939625	404	9,87	7,5	r2	0	0	0	2
258	448234	8939634	405	11,62	10	r2	0	0	0	1
259	448254	8939630	405	9,23	9	r1	0	0	0	1
260	448273	8939634	405	12,57	14,5	r2	0	0	0	1
261	448297	8939633	404	10,66	12	r3	0	0	0	1
262	448309	8939641	404	11,30	9,5	r2 b pd	0	0	0	1
263	448335	8939637	404	10,19	8,5	r2 pd	0	0	0	1
264	448344	8939638	403	10,35	12	r2	0	0	0	2
265	448333	8939643	404	8,59	8	r2	0	0	0	2
266	448316	8939640	402	11,62	11	r3	0	0	0	2
267	448304	8939644	403	10,35	12	r2	0	0	0	1
268	448293	8939636	404	10,98	10,5	r3	0	0	0	2
269	448274	8939639	405	10,98	12	r3	0	0	0	2
270	448265	8939643		8,75	5	r1	0	0	1	3
271	448252	8939636	406	7,64	8,5	r2	0	0	1	2
272	448236	8939638	405	10,03	10	r2	0	0	0	2
273	448229	8939633	405	11,30	11	r2	0	0	0	2
274	448214	8939627	405	7,32	6,5	r2	0	0	1	2
275	448236	8939643	404	11,94	11	r2	0	0	0	1
276	448246	8939642	404	8,44	6,5	r2	0	0	0	1
277	448272	8939641	400	8,75	6,5	r3	0	0	1	3
278	448276	8939648	401	12,57	10	r2 b	0	0	0	2
279	448293	8939643	402	9,07	11	r2	0	0	0	2
280	448314	8939642	401	11,94	10	r2	0	0	0	2

**DATOS SOBRE LA EVALUACIÓN DE LOS ÁRBOLES DE CAPIRONA
(CONTINUACIÓN)**

Numero de Árbol	E	N	Altitud	Diámetro (cm)	Altura (m)	Observaciones	(I) cancro	(S) cancro	(I) marchitez	(S) marchitez
281	448315	8939647	401	9,07	8	r2	0	0	0	2
282	448329	8939642	400	8,91	8	r2	0	0	0	2
283	448276	8939550	405	8,44	7,5	r1	0	0	0	2
284	448256	8939553	407	9,07	8,5	r2 pd	0	0	0	2
285	448226	8939554	408	9,07	10	r3	1	2	1	3
286	448233	8939559	408	8,44	9	r3 db	0	0	0	2
287	448246	8939556	407	10,66	7,5	r2 db	0	0	0	2
288	448262	8939558	408	11,14	10	r2 pd	0	0	0	1
289	448286	8939557	408	8,12	6,5	r3	1	2	1	3
290	448302	8939564	407	11,30	12	r2	0	0	0	1
291	448330	8939559	406	14,16	13	r3	0	0	0	1
292	448353	8939562	407	9,39	7,5	r2	0	0	1	2
293	448374	8939562	408	10,19	11	r2	0	0	0	2
294	448403	8939566	408	11,14	9,5	r2	0	0	0	2
295	448416	8939565	407	8,44	6,5	r1	0	0	0	2
296	448403	8939575	406	5,57	5	r1	0	0	0	3
297	448380	8939571	406	10,66	11	r3	0	0	0	1
298	448360	8939569	407	7,80	7,5	r2	0	0	0	2
299	448334	8939564	407	10,35	10	r2	0	0	0	1
300	448308	8939565	405	11,46	12	r2	0	0	0	1
301	448287	8939562	408	11,78	11	r2	0	0	0	1
302	448268	8939563	409	8,12	7,5	r2 db	0	0	0	2
303	448244	8939559	409	6,53	5	r2 db	0	0	0	3
304	448229	8939563	410	10,03	7,5	r3	1	2	1	2
305	448248	8939568	408	10,66	9	r2	0	0	0	1
306	448276	8939565	406	9,71	6,5	r2	1	1	1	2
307	448295	8939571	409	10,66	12	r2	0	0	0	1
308	448327	8939568	402	11,14	12	r2	0	0	0	1
309	448349	8939571	404	8,75	6,5	r2	0	0	0	2
310	448372	8939571	404	10,98	11	r2	0	0	0	1
311	448393	8939577	404	9,07	5	r2 pd	0	0	1	2
312	448413	8939587	404	8,91	8	r2 db	0	0	0	2
313	448384	8939582	405	10,03	8,5	r2	0	0	0	2
314	448364	8939580	403	10,66	8,5	r2	0	0	0	2
315	448340	8939576	402	9,07	9	r3	0	0	0	2

**DATOS SOBRE LA EVALUACIÓN DE LOS ÁRBOLES DE CAPIRONA
(CONTINUACIÓN)**

Numero de Árbol	E	N	Altitud	Diámetro (cm)	Altura (m)	Observaciones	(I) cancro	(S) cancro	(I) marchitez	(S) marchitez
316	448309	8939582	403	10,19	9,5	r2	0	0	0	1
317	448282	8939568	404	12,41	10	r2	0	0	0	2
318	448259	8939574	405	4,77	3	r2	0	0	1	3
319	448237	8939568	410	9,55	8	r2	0	0	0	2
320	448226	8939570	407	10,98	9	r2 pd	0	0	0	1
321	448241	8939575	407	9,07	7,5	r2	0	0	1	2
322	448261	8939585	406	9,55	11	r2	0	0	0	2
323	448278	8939581	406	8,75	6,5	r2	1	1	1	3
324	448302	8939582	403	8,28	7	r2 db	0	0	0	2
325	448325	8939580	404	10,19	7,5	r2 b pd	0	0	1	2
326	448344	8939585	405	7,32	7,5	r2	0	0	0	1
327	448371	8939585	403	12,57	11	r2 b pd	0	0	0	1
328	448393	8939581	403	8,75	12	r3	0	0	0	2
329	448411	8939589	404	7,96	6,5	r1	1	1	1	3
330	448380	8939591	403	11,62	12	r2	0	0	0	1
331	448362	8939591	405	12,25	12	r2	0	0	0	1
332	448340	8939590	406	10,50	9,5	r2	0	0	0	2
333	448309	8939591	409	7,32	6,5	r2	0	0	1	3
334	448290	8939587	407	9,39	9	r2	0	0	0	1
335	448267	8939588	408	9,23	7,5	r2 b pd	0	0	1	2
336	448246	8939584	409	11,94	12,5	r2	0	0	0	1
337	448235	8939582	409	9,55	8,5	r2	0	0	0	1
338	448237	8939588	409	9,07	6,5	r2	0	0	1	3
339	448248	8939586	409	10,98	11	r2	0	0	0	1
340	448267	8939590	409	6,53	10	r2	0	0	0	1
341	448289	8939591	408	7,96	7	r2	0	0	0	2
342	448315	8939595	407	11,94	13	r2	0	0	0	1
343	448338	8939594	406	12,25	12	r2	0	0	0	1
344	448361	8939598	405	13,53	12	r2 pd	0	0	0	1
345	448381	8939600	405	9,87	12,5	r2	0	0	0	1
346	448412	8939599	402	10,98	12	r2	0	0	0	1
347	448392	8939601	404	13,37	12	r3	0	0	0	1
348	448369	8939601	405	10,66	12,5	r3	0	0	0	1
349	448350	8939598	406	10,82	11	r2 pd	0	0	0	1
350	448327	8939601	406	11,14	12	r2	0	0	0	1

**DATOS SOBRE LA EVALUACIÓN DE LOS ÁRBOLES DE CAPIRONA
(CONTINUACIÓN)**

Numero de Árbol	E	N	Altitud	Diámetro (cm)	Altura (m)	Observaciones	(I) cancro	(S) cancro	(I) marchitez	(S) marchitez
351	448300	8939596	407	10,35	11	r2	0	0	0	1
352	448275	8939596	407	10,98	9,5	r2	0	0	0	1
353	448252	8939599	409	11,46	12	r2 db	0	0	0	1
354	448235	8939594	408	7,32	8,5	r2	0	0	0	3
355	448227	8939603	408	7,64	6,5	r2	1	2	1	4
356	448244	8939598	409	10,19	12	r2	0	0	0	2
357	448265	8939605	408	10,19	10	r2 pd	0	0	0	1
358	448287	8939602	407	10,03	9,5	r2	0	0	0	2
359	448311	8939605	407	7,00	3	r2	1	3	1	4
360	448338	8939606	406	9,71	12	r3	0	0	0	1
361	448359	8939613	406	12,25	11,5	r3	0	0	0	1
362	448383	8939610	405	10,35	9,5	r2	0	0	0	1
363	448248	8939499	404	11,30	10	r2 pd	0	0	0	1
364	448293	8939499	401	11,78	11	r2	0	0	0	1
365	448335	8939509	401	8,59	10	r1	0	0	0	1
366	448379	8939517	401	10,50	12	r2 db	0	0	1	3
367	448399	8939510	401	11,94	11	r2	0	0	0	1
368	448350	8939508	402	11,30	11	r3	0	0	0	2
369	448305	8939506	404	7,32	10	r2	1	1	0	2
370	448268	8939502	404	8,44	9	r2	0	0	0	2
371	448238	8939507	404	11,14	10	r2 pd	0	0	0	1
372	448288	8939505	405	10,98	12	r2	0	0	0	1
373	448330	8939511	403	10,35	12	r1 db	0	0	0	1
374	448376	8939509	403	9,55	8	r2	0	0	1	2
375	448413	8939531	404	7,16	6	r2	1	2	1	2
376	448379	8939515	406	10,66	12	r2	1	1	0	1
377	448338	8939510	406	9,71	7	r2	0	0	0	1
378	448282	8939512	407	10,98	11	r2	1	2	0	1
379	448257	8939507	408	12,57	12	r3 pd	0	0	0	1
380	448245	8939508	409	11,94	12	r3	0	0	0	1
381	448290	8939513	407	10,66	9	r1	1	3	0	1
382	448337	8939518	405	9,07	6,5	r1	0	0	0	2
383	448382	8939518	403	11,94	9	r2	0	0	1	2
384	448401	8939524	403	12,73	13	r2	1	2	0	1
385	448361	8939520	404	8,59	6,5	r2	1	2	0	1

**DATOS SOBRE LA EVALUACIÓN DE LOS ÁRBOLES DE CAPIRONA
(CONTINUACIÓN)**

Numero de Árbol	E	N	Altitud	Diámetro (cm)	Altura (m)	Observaciones	(I) cancro	(S) cancro	(I) marchitez	(S) marchitez
386	448320	8939514	404	13,53	13	r2	0	0	0	1
387	448280	8939515	408	10,03	7,5	r2	0	0	0	2
388	448235	8939507	408	9,07	7,5	r2	0	0	0	2
389	448251	8939517	409	12,41	10	r2	0	0	0	2
390	448285	8939515	409	8,75	7,5	r3	0	0	0	2
391	448297	8939522	408	9,71	10	r2	0	0	0	1
392	448316	8939522	405	11,78	12	r2	0	0	0	1
393	448340	8939526	408	7,64	5	r1	1	3	0	2
394	448361	8939524	407	9,07	7	r1 pd	1	3	1	4
395	448377	8939528	408	10,82	12	r2	0	0	0	2
396	448408	8939528	406	10,50	8	r2	0	0	1	3
397	448422	8939528	406	7,00	6	r2	0	0	1	4
398	448406	8939538	405	10,98	7	r2 db	1	3	1	4
399	448390	8939532	407	10,66	10	r2	1	1	0	1
400	448369	8939534	406	10,66	12	r2 pd	0	0	0	1
401	448354	8939528	409	10,35	9	r2 db	0	0	0	2
402	448329	8939530	408	9,71	10	r2	0	0	0	1
403	448309	8939527	408	13,05	13	r2	0	0	0	1
404	448283	8939529	408	11,14	12	r2	0	0	0	1
405	448266	8939521	409	11,46	11	r2 pd	0	0	0	1
406	448240	8939525	409	10,03	10	r2	0	0	0	2
407	448233	8939523	410	6,53	5	r2	0	0	1	2
408	448233	8939528	408	6,21	6	r2	0	0	0	1
409	448250	8939531	409	5,89	6	r2	1	2	1	2
410	448271	8939538	409	10,98	10	r2 pd	1	2	0	2
411	448292	8939533	409	10,82	13	r2	0	0	0	1
412	448319	8939541	409	9,55	8	r2 pd	0	0	0	1
413	448335	8939541	407	10,50	11	r2	0	0	0	1
414	448352	8939541	407	10,19	7,5	r1	0	0	0	2
415	448377	8939540	407	11,30	12	r1	0	0	0	1
416	448399	8939544	407	8,75	6	r1	0	0	1	4
417	448421	8939545	407	7,96	6,5	r1	0	0	1	4
418	448407	8939550	406	8,91	8	r1	0	0	0	2
419	448391	8939551	408	11,62	9	r2	0	0	0	2
420	448378	8939545	408	9,39	8	r2	0	0	0	1

**DATOS SOBRE LA EVALUACIÓN DE LOS ÁRBOLES DE CAPIRONA
(CONTINUACIÓN)**

Numero de Árbol	E	N	Altitud	Diámetro (cm)	Altura (m)	Observaciones	(I) cancro	(S) cancro	(I) marchitez	(S) marchitez
421	448351	8939546	409	10,98	11	r1	0	0	0	1
422	448336	8939547		10,82	9	r2	0	0	0	1
423	448296	8939541	403	10,35	12	r2	0	0	0	1
424	448273	8939545	406	11,62	12	r3	0	0	0	1
425	448259	8939541	407	10,98	10	r3 b pd	0	0	0	3
426	448234	8939544	408	11,14	9,5	r3	0	0	0	1
427	448235	8939532	410	9,87	6,5	r3 b pd	0	0	0	2
428	448231	8939545	409	9,87	10	r2	1	2	0	1
429	448252	8939548	409	10,98	10	r3	0	0	0	1
430	448281	8939552	406	9,71	9	r2 pd	0	0	0	1
431	448297	8939548	407	9,55	11	r2	1	1	0	1
432	448324	8939550	406	11,30	10,5	r2	0	0	0	1
433	448337	8939551	404	8,91	11	r3	0	0	1	3
434	448361	8939550	406	8,91	10	r2 b pd	0	0	0	2
435	448378	8939554	404	11,94	10,5	r2 b pd	0	0	1	2
436	448405	8939557	404	10,66	12	r2	0	0	0	2
437	448411	8939563	402	8,75	7,5	r2	0	0	1	3
438	448387	8939560	401	6,37	5	r1	0	0	1	4
439	448369	8939558	403	10,03	10,5	r2 pd	0	0	0	2
440	448348	8939558	404	10,98	9,5	r2 pd	0	0	0	1
441	448327	8939553	401	12,10	12	r2	0	0	0	1
442	448297	8939556	404	7,32	6,5	r1	0	0	1	3

(I): incidencia; (S): severidad; r1: ramificación a partir del primer tercio; r2: ramificación a partir del segundo tercio; r3: ramificación a en el último tercio; b: bifurcado; pd: pérdida de dominancia; db: doblado

Fuente: elaboración propia