

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS  
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA



CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA *IN SITU* DE OJUSHTE (*Brosimum alicastrum* Swartz) Y SU INCIDENCIA EN LA SELECCIÓN DE GERMOPLASMA DE ALTO POTENCIAL NUTRICIONAL EN EL SALVADOR.

POR:

MARVIN ORLANDO MOLINA ESCALANTE

LINDO OMAR CASTILLO GUERRA

REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

CIUDAD UNIVERSITARIA, AGOSTO DE 2014

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**RECTOR:**

**ING. MARIO ROBERTO NIETO LOVO**

**SECRETARIA GENERAL:**

**Dra. ANA LETICIA ZA VALETA DE AMAYA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**

**DECANO:**

**Ing.Agr. M.sc. JUAN ROSA QUINTANILLA QUINTANILLA**

**SECRETARIO:**

**Ing.Agr. M.sc. LUIS FERNANDO CASTANEDA ROMERO**

**JEFE DEL DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA**

F: \_\_\_\_\_

**Ing. Agr. BALMORE MARTÍNEZ SIERRA**

**DOCENTES DIRECTORES**

F: \_\_\_\_\_

**Ing. Agr. M.sc. FIDEL ÁNGEL PARADA BERRIOS**

F: \_\_\_\_\_

**Dr. FRANCISCO LARA ASCENCIO**

F: \_\_\_\_\_

**Lic. M.sc. ADA YANIRA ARIAS DE LINARES**

**COORDINADOR GENERAL DE LOS PROCESOS DE GRADUACIÓN EN FUNCIÓN**

F: \_\_\_\_\_

**Ing. Agr. MARÍO ANTONIO BERMÚDEZ MÁRQUEZ**

## RESUMEN

Con el objetivo de identificar y caracterizar morfológicamente *in situ* árboles de ojushte, a fin de seleccionar germoplasma de alto potencial nutricional, se ejecuto la investigación de febrero 2013 a febrero de 2014, realizando giras a lugares que existen poblaciones naturales de esta especie, distribuidos en diferentes departamentos de El Salvador, entre ellos: San Pedro, Chirilagua, San Miguel; Área Natural Protegida Nancuchiname, San Marcos Lempa, Usulután; La Bermuda, Suchitoto, Cuscatlán; San Laureano, Ciudad Delgado y Universidad de El Salvador, San Salvador; San Isidro y Área Natural Protegida Plan de Amayo, Caluco, Sonsonate y Upatoro Chalatenango; caracterizando un total de 30 árboles de ojushte productivos, de los cuales 23 fueron encontrados con semilla; de éstos se tomo muestra para realizar el análisis bromatológicos correspondiente. Para la caracterización de los árboles se tomaron en cuenta caracteres cualitativos, tales como: habito de crecimiento, forma de gamba, color de tallo, color de fruto, época de floración, época de cosecha, forma de hoja, forma de ápice, tipo de borde de la hoja, color de hoja y pubescencia en el envés; mientras que para los caracteres cuantitativos: edad del árbol, diámetro del tronco a la altura del pecho (DAP), diámetro de copa, altura del árbol, longitud y ancho de lamina foliar, área foliar, diámetro polar y ecuatorial de fruto y semilla, peso de fruto y semilla; asimismo análisis bromatológico donde se determino: proteína cruda, fibra cruda, grasa, hierro y zinc. Para la interpretación de datos se utilizó: estadística descriptiva: promedios, desviación estándar y coeficiente de variación; y análisis multivariado, análisis de correlación, análisis de componentes principales y análisis de conglomerados. Como resultado de esta investigación, se cuenta con 23 árboles con atributos sobresalientes, en proteína, mencionándose entre ellos: San Isidro 2, con 14.89% y Plan de Amayo, con 14.55%; hierro, los siguientes: La Bermuda 1, con 111.13 mg.l<sup>-1</sup> y Zunsal 2, con 96.01 mg.l<sup>-1</sup>; y zinc: Plan de Amayo 1, 23.72 mg.l<sup>-1</sup>, que pueden ser utilizados en programas de producción, alimentación y mejoramiento genético. Por otra parte la variabilidad genética cuantitativa de los árboles muestreados, estuvo determinada por el 42% de los descriptores, en donde mostraron coeficientes de variación mayores del 23%. Asimismo el método multivariado, permitió agrupar en seis componentes, los árboles de ojushte identificados; dando lugar a llamar a esos componentes, poblaciones de ojushte, ya que cada una de ellas se caracteriza en mostrar caracteres muy afines entre si y diferentes entre los grupos.

## **AGRADECIMIENTOS.**

A nuestro padre celestial Jesucristo, por darnos la bendición de terminar nuestros estudios y cuidar a lo largo de la carrera.

A nuestros padres y familiares, por darnos el apoyo en todo momento y permitir que los sueños de alcanzar la meta de culminar la carrera se hicieran realidad.

A nuestros asesores Ing. Agr. Msc. Fidel Ángel Parada Berrios, Dr. Francisco Lara Ascencio y Lic. Msc. Ada Yanira Arias de Linares; por su vocación de enseñanza, por el tiempo invertido en cada asesoría y por la voluntad de guiar la investigación.

Al Programa Regional de Seguridad Alimentaria y Nutricional para Centroamérica (PRESANCA II), de la Unión Europea y la Secretaría General del Consejo Superior Universitario Centroamericano (SG CSUCA), por su apoyo económico.

A la Ing. Nidia Lara, por apoyarnos en la ubicación de áreas con poblaciones de ojushte y establecer contactos con instituciones que trabajan con ojushte e involucrarnos en cursos sobre el aprovechamiento sostenible del ojushte.

A las instituciones MANAOJUSHTE Y PROOJUSHTE, por abrirnos sus puertas y colaborar para realizar la investigación.

A los guarda parque de las Áreas Naturales Protegidas Plan de Amayo y Nancuchiname, por permitirnos ingresar a las aéreas y apoyarnos a la recolección de material vegetal e información necesaria.

A Sara Raquel Flores, y Fredy Noe Ortiz Mejía, por brindarnos su tiempo y apoyo en la identificación de áreas con ojushte.

A nuestros amigos David Alirio Barrera Santos, Fredy Noe Ortiz, José Alexander López y Mauricio Alvarado, quienes nos apoyaron desde el inicio de la investigación.

A nuestra Universidad de El Salvador por permitirnos formar como profesionales de las ciencias agrícolas.

Marvin Orlando Molina Escalante  
Lindo Omar Castillo Guerra

## **DEDICATORIA.**

A dios todo poderoso, por darnos la vida, la perseverancia y la fuerza de lograr y alcanzar las metas fijadas.

A mis padres y hermanos, por apoyarme y enseñarme que las metas se alcanzan con esfuerzo y dedicación.

A mis tías y primos, por apoyarme siempre cuando los he necesitado.

A mi novia, por estar siempre atenta, brindándome su apoyo, amor, cariño y fortaleza, en los momentos que más la he necesitado.

A mis asesores de tesis, por el apoyo y haber puesto sus conocimientos en el desarrollo de la investigación.

A mis amigos, por su apoyo en las buenas y malas.

Marvin Orlando Molina Escalante.

## **DEDICATORIA.**

A dios, por ayudarme en todo y por darme fuerzas para terminar mis estudios.

A mis padres, por estar siempre apoyándome y darme fuerzas.

A mi esposa por entenderme, comprenderme, apoyarme y estar pendiente de mi en todo momento.

A mi hija e hijo, quienes han sido mi fuerza todo este tiempo y mi apoyo en salir a delante.

A mis amigos, quienes me apoyaron siempre.

A mis asesores, por su apoyo incondicional.

A la Universidad que permitió el ingreso y alcanzar mi meta.

Lindo Omar Castillo Guerra.

## ÍNDICE GENERAL

### RESUMEN

### ÍNDICE GENERAL

### ÍNDICE DE CUADROS

### ÍNDICE DE FIGURAS

### ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

### ÍNDICE DE ANEXOS

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>2. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>2</b>
2.1. Descripción general del ojushte.....	2
2.1.1. Origen y distribución geográfica.....	2
2.1.2. Clasificación taxonómica.....	2
2.1.3. Ecología.....	2
2.1.4. Nombres comunes.....	3
2.1.5. Características morfológicas y fenológicas del árbol.....	3
2.1.5.1. Forma.....	3
2.1.5.2. Copa y hojas.....	3
2.1.5.3. Tronco y ramas.....	4
2.1.5.4. Flor.....	4
2.1.5.5. El fruto y semilla.....	4
2.1.5.5.1. Fruto.....	4
2.1.5.5.2. Semilla.....	5
2.1.5.6. La corteza.....	5
2.1.5.7. Épocas de floración y cosecha.....	5
2.1.5.7.1. Floración.....	5
2.1.5.7.2. Cosecha.....	5
2.1.6. Adaptabilidad.....	6
2.1.7. Usos.....	6
2.1.8. Valor nutricional de la semilla.....	7
2.2. Caracterización morfológica.....	9



2.2.1. Objetivo de caracterizar.....	9
2.3. Descriptor.....	10
2.3.1. De pasaporte.....	10
2.3.2. De manejo.....	10
2.3.3. Del sitio y el medio ambiente.....	10
2.3.4. De caracterización.....	10
2.3.5. De evaluación.....	11
2.4. Estado y uso de descriptores.....	11
2.5. Toma de datos.....	11
2.6. Uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG).....	11
2.6.1. Sistema de Posicionamiento Global (GPS).....	12
2.7. Áreas Naturales protegidas.....	12
2.7.1. Área natural Protegida Plan de Amayo.....	12
2.7.2. Área Natural Protegida Nancuchiname.....	12
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>13</b>
3.1. Localización del estudio.....	13
3.2. Características climatológicas del lugar.....	14
3.3. Material experimental.....	14
3.4. Herramienta para la caracterización.....	14
3.5. Datos de pasaporte y codificación.....	15
3.6. Georeferenciación del material encontrado.....	15
3.7. Evaluación del material.....	15
3.7.1. Variables cualitativas.....	17
3.7.1.1. Habito de crecimiento.....	17
3.7.1.2. Forma de gamba.....	17
3.7.1.3. Color de tallo.....	17
3.7.1.4. Color de fruto.....	17
3.7.1.5. Época de floración y cosecha.....	17
3.7.1.6. Duración de cosecha.....	18
3.7.1.7. Disposición de fruto en rama.....	18
3.7.1.8. Forma de fruto y semilla.....	18
3.7.1.9. Forma de hoja.....	19
3.7.1.10. Forma del ápice de hoja.....	19
3.7.1.11. Tipo de borde.....	20

3.7.1.12. Color de hoja.....	20
3.7.1.13. Pubescencia.....	20
3.7.2. Variables cuantitativas.....	20
3.7.2.1. Edad del árbol.....	20
3.7.2.2. Diámetro del tronco a la altura del pecho (DAP).....	21
3.7.2.3. Diámetro de copa.....	21
3.7.2.4. Altura.....	21
3.7.2.5. Longitud de lámina foliar.....	21
3.7.2.6. Ancho de lámina foliar.....	22
3.7.2.7. Área foliar.....	22
3.7.2.8. Diámetro polar y ecuatorial de fruto.....	22
3.7.2.9. Peso de fruto.....	22
3.7.2.10. Diámetro polar y ecuatorial de semilla.....	22
3.7.2.11. Peso de semilla.....	22
3.7.2.12. Análisis bromatológico.....	23
3.7.2.12.1. Humedad.....	23
3.7.2.12.2. Proteína cruda.....	23
3.7.2.12.3. Fibra cruda.....	24
3.7.2.12.4. Hierro y zinc.....	24
3.7.2.12.5. Ceniza.....	24
3.8. Metodología estadística.....	24
3.8.1. Estadística simple.....	24
3.8.2. Análisis multivariado.....	25
3.8.3. Análisis de correlación.....	25
3.8.4. Análisis de componentes principales.....	25
3.8.5. Análisis de conglomerado para casos.....	26
3.8.6. Elaboración de catálogo de selecciones de ojushte.....	26
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>27</b>
4.1. Análisis descriptivo de variables cualitativas.....	27
4.1.1. Ubicación de árboles y datos altitudinales.....	27
4.1.2. Habito de crecimiento de los arboles.....	27
4.1.3. Forma de gambas.....	28
4.1.4. Color de tallo.....	28

4.1.5. Color de fruto.....	28
4.1.6. Época de floración.....	29
4.1.7. Época de cosecha.....	29
4.1.8. Duración de cosecha en un árbol de ojushte.....	30
4.1.9. Disposición de fruto en rama.....	33
4.1.10. Forma de fruto y semilla.....	33
4.1.10.1. Forma de fruto.....	33
4.1.10.2. Forma de semilla .....	33
4.1.11. Forma de hoja.....	33
4.1.12. Forma del ápice de hoja y tipo de borde.....	33
4.1.13. Color de hoja.....	34
4.1.14. Pubescencia en el envés.....	34
4.2. Análisis descriptivo de variables cuantitativas.....	37
4.2.1. Edad de arboles.....	37
4.2.2. Diámetro del tronco a la altura del pecho (DAP).....	37
4.2.3. Diámetro de copa.....	37
4.2.4. Altura de árbol.....	38
4.2.5. Longitud y ancho de lámina foliar.....	41
4.2.6. Área foliar.....	41
4.2.7. Diámetro polar y ecuatorial de fruto.....	44
4.2.8. Peso de fruto.....	44
4.2.9. Diámetro polar y ecuatorial de semilla.....	46
4.2.10. Peso de semilla.....	47
4.2.11. Análisis bromatológico.....	49
4.2.11.1. Humedad parcial y total.....	49
4.2.11.2. Proteína cruda.....	49
4.2.11.3. Fibra cruda.....	50
4.2.11.4. Grasa.....	52
4.2.11.5. Hierro.....	53
4.2.11.6. Zinc.....	53
4.2.11.7. Ceniza.....	53
4.3. Estimación de variabilidad genética, a través de media, a través de estadística simple.....	56
4.4. Análisis de correlación.....	58

4.5. Componente principales.....	60
4.5.1. Identificación de las variables de mayor influencia para la formación de grupos o componentes .....	60
4.5.2. Análisis de componentes principales y variables que influyeron en la formación de estos.....	61
4.6. Análisis de conglomerados.....	65
4.7. Catálogo de selecciones de ojushte.....	71
5. CONCLUSIONES.....	98
6. RECOMENDACIONES.....	101
7. BIBLIOGRAFÍA.....	102
8. ANEXOS.....	105

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Clasificación botánica del ojushte.....	2
Cuadro 2. Valor nutricional de la semilla.....	8
Cuadro 3. Aminoácidos y micronutrientes presentes en la harina de ojushte, comparada con otras fuentes alimenticias.....	8
Cuadro 4. Lugares y ubicación geográfica de los materiales de ojushte caracterizados.....	13
Cuadro 5. Características climáticas de los lugares visitados.....	14
Cuadro 6. Acceso y códigos de los materiales de ojushte.....	16
Cuadro 7. Época de cosecha y floración de ojushte.....	18
Cuadro 8. Características morfológicas y fenológicas de materiales de ojushte.....	30
Cuadro 9. Frecuencia absoluta y relativa para caracteres cualitativos.....	31
Cuadro 10. Cronograma de floración y cosecha de ojushte.....	32
Cuadro 11. Morfología de fruto, semilla y hoja.....	35
Cuadro 12. Frecuencia absoluta y relativa para caracteres cuantitativos.....	36
Cuadro 13. Características cuantitativas de los árboles.....	40
Cuadro 14. Características cuantitativas de la hoja.....	43
Cuadro 15. Peso y diámetros de frutos.....	46
Cuadro 16. Pesos y diámetros de semillas.....	48
Cuadro 17. Contenido nutricional de semilla de ojushte.....	51
Cuadro 18. Contenido nutricional de semilla de ojushte.....	55
Cuadro 19. Estimación de la variabilidad genética de la semilla.....	57
Cuadro 20. Estimación de la variabilidad genética de características morfológicas.....	58
Cuadro 21. Coeficiente de correlación y nivel de significancia para variables cuantitativas de ojushte.....	59

Cuadro 22. Comunalidad de variables.....	60
Cuadro 23. Proporción de la varianza explicada en el análisis de los componentes principales.....	62
Cuadro 24. Matriz de componente principales.....	63
Cuadro 25. Variables cuantitativas del conglomerado 1.....	65
Cuadro 26. Variables cuantitativas del conglomerado 2.....	66
Cuadro 27. Variables cuantitativas del conglomerado 3.....	67
Cuadro 28. Variables cuantitativas del conglomerado 4.....	68
Cuadro 29. Variables cuantitativas del conglomerado 5.....	69
Cuadro 30. Variables cuantitativas del conglomerado 6.....	69
Cuadro 31. Contenido nutricionales de la semilla del árbol Plan de Amayo 1.....	71
Cuadro 32. Contenido nutricionales de la semilla del árbol plan de Amayo 2.....	72
Cuadro 33. Contenido nutricional de la semilla del árbol Zunsal 1.....	73
Cuadro 34. Contenido nutricional de la semilla del árbol Zunsal 2.....	74
Cuadro 35. Contenido nutricional de semilla del árbol Plan de Amayo 3.....	77
Cuadro 36. Contenido nutricional de semilla del árbol San Isidro 1.....	78
Cuadro 37. Contenido nutricional de semilla del árbol San Isidro 2.....	79
Cuadro 38. Contenido nutricional de semilla del árbol San Isidro 3.....	80
Cuadro 39. Contenido nutricional de semilla del árbol Plan de Amayo 4.....	81
Cuadro 40. Contenido nutricional de semilla del árbol Plan de Amayo 5.....	82
Cuadro 41. Contenido nutricional de semilla del árbol Plan de Amayo 6.....	83
Cuadro 42. Contenido nutricional de semillas del árbol Villa Belén 1.....	84
Cuadro 43. Contenido nutricional de semilla del árbol San Pedro 1.....	85
Cuadro 44. Contenido nutricional de semilla del árbol La Bermuda 1.....	86

Cuadro 45. Contenido nutricional de semillas del árbol San Pedro 2.....	87
Cuadro 46. Contenido nutricional de semillas del árbol San Pedro 3.....	88
Cuadro 47. Contenido nutricional de semilla del árbol La Bermuda 2.....	89
Cuadro 48. Contenido nutricional de semilla del árbol La Bermuda 3.....	90
Cuadro 49. Contenido nutricional de semillas del árbol La Bermuda 4.....	91
Cuadro 50. Contenido nutricional de semilla del árbol Nancuchiname 1.....	92
Cuadro 51. Contenido nutricional de semilla del árbol Nancuchiname 2.....	93
Cuadro 52. Contenido nutricional de semillas del árbol San Laureano 1.....	95
Cuadro 53. Contenido nutricional de semillas del árbol San Laureano 2.....	96

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Formas de arboles.....	17
Figura 2. Formas de fruto y semilla.....	19
Figura 3. Formas de hoja.....	19
Figura 4. Formas del ápice de hojas.....	20
Figura 5. Tipos de bordes de hoja.....	20
Figura 6. Método de unidades, para la determinación de altura de árboles.....	21
Figura 7. Edad de 30 árboles de ojushte.....	38
Figura 8. Diámetro a la altura del pecho (DAP), de 30 árboles de ojushte.....	39
Figura 9. Diámetro de copa de 30 árboles de ojushte.....	39
Figura 10. Altura de 30 árboles de ojushte.....	39
Figura 11. Largo y ancho de lamina foliar de 30 árboles.....	42
Figura 12. Área foliar de 30 árboles de ojushte.....	42
Figura 13. Diámetro polar y ecuatorial de frutos de 14 árboles.....	45
Figura 14. Peso de frutos de 14 árboles.....	45
Figura 15. Diámetro polar y ecuatorial de semilla de 23 árboles.....	47
Figura 16. Peso de semilla de 23 árboles de ojushte.....	47
Figura 17. Contenido de humedad parcial en semillas de 23 árboles de ojushte.....	50
Figura 18. Contenido de humedad total en semillas de 23 materiales de ojushte.....	50
Figura 19. Contenido de proteína y fibra en semillas de 23 árboles de ojushte.....	51
Figura 20. Contenido de grasa en semilla de 23 árboles de ojushte.....	53
Figura 21. Contenido de hierro en semilla de 23 árboles de ojushte.....	53
Figura 22. Contenido de zinc en semilla de 23 materiales de ojushte.....	54
Figura 23. Contenido de ceniza en semilla de 23 materiales de ojushte.....	54
Figura 24. Proporción de la varianza explicada por cada componente principal en la caracterización de ojushte.....	64



Figura 25. Dendrograma de distancias entre 23 materiales de germoplasma

de ojushte..... 70

**ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS**

Fotografía 1. Sistema de Posicionamiento Global (GPS).....	18
Fotografía 2. Tabla de Munsell.....	18
Fotografía 3. Cinta diamétrica.....	22
Fotografía 4. Medición de las dimensiones de la hoja.....	22
Fotografía 5. Integrador de área foliar.....	23
Fotografía 6. Pie de rey.....	23
Fotografía 7. Balanza semianalítica.....	23

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Clave para el descriptor de ojushte, propuesto por la FAO.....	105
Anexo 2. Descriptor usado para la caracterización de ojushte.....	106
Anexo 3. Tipos de gamba o contrafuertes.....	111
Anexo 4. Mapa de ubicación de los árboles de ojushte.....	112
Anexo 5. Posición de fruto en rama.....	113

## 1. INTRODUCCIÓN

El Salvador se ubica dentro de la región mesoamericana, la cual es un centro de diversidad fitogenética, encontrando plantas y árboles silvestres, que producen frutos y semillas comestibles de buena calidad nutricional, como es el caso del ojushte (*Brosimum alicastrum*); el cual a pesar de su calidad, no ha sido tomado en cuenta por organismos o instituciones encargadas en rescate y conservación de éstos. En consecuencia, se tiene la pérdida de la variabilidad genética de las especies, cuando ocurren deforestaciones masivas; por otra parte, se tienen paradigmas por parte de muchos investigadores y personas relacionadas a las ciencias agronómicas, sobre las especies silvestres, y más en árboles como el ojushte, debido a que hacen mención, a su gran tamaño, producción tardía, especie poco atractiva para la alimentación, entre otras.

Por lo que, la conservación de especies importantes para la alimentación, enfrentan severos retos, especialmente cuando existen muchas limitaciones técnicas y financieras. Sin embargo, la conservación de especies de importancia alimenticia, debe ser una responsabilidad compartida de las instituciones nacionales e internacionales, junto a los actores locales (centros de investigación, alcaldías, comunidades, entre otros); e involucrar decisiones de políticas que garanticen la conservación permanente de los cultivos promisorios para la agricultura y la alimentación (Henríquez s.f).

Por lo que el presente trabajo, consistió en caracterizar morfológicamente *in situ* material genético de ojushte, considerado como promisorio para alimentación humana; con la finalidad de seleccionar germoplasma de alto potencial nutricional.

Con los resultados generados, la Universidad de El Salvador, CENTA, Organizaciones no Gubernamentales y personas particulares, podrán contar con información base sobre las selecciones caracterizadas.

## 2. MARCO TEÓRICO

### 8.1. Descripción general del ojushte

#### 2.1.1 Origen y distribución geográfica

Según Alvarado Guinac *et al.* (2006) el árbol de ojushte es originario del norte de Sur América y Mesoamérica; asimismo Pellicer, citado por Alvarado *et al.* (2006) menciona que en Guatemala puede encontrarse en los departamentos de Escuintla, Retahuleu, Baja y Alta Verapaz, Huehuetenango, Quiché, Izabal y, sobre todo, en Petén.

El ojushte (*Brosimum alicastrum* Swartz) pertenece a la familia Moraceae, se distribuye desde México hasta Costa Rica, siendo propio de alturas que oscilan de 0 – 1000 metros sobre el nivel del mar (BOSTIC, citado por Linares e Ibáñez, 1992).

El árbol se encuentra en las regiones tropicales húmedas de Mesoamérica, en la parte norte de Guatemala, en las colinas boscosas de El Salvador y en la zona del Canal de Panamá y muy pocos se encuentran en la región del Pacífico (FAO, citado por Alvarado Guinac *et al.* 2006).

#### 2.1.2. Clasificación taxonómica

Según el Instituto Nacional de Biodiversidad, citado por Alvarado Guinac *et al.* (2006) la clasificación botánica del ojushte es la que se describe a continuación en el cuadro 1.

Cuadro 1. Clasificación botánica del ojushte.

clasificación botánica del ojushte ( <i>Brosimum alicastrum</i> )			
<b>Reino</b>	Plantae	<b>Familia</b>	Moraceae
<b>División</b>	Magnoliophyta	<b>Género</b>	Brosimum
<b>Clase</b>	Magnoliopsida	<b>Especie</b>	alicastrum Sw.
<b>Orden</b>	Urticales		

#### 2.1.3. Ecología

La especie pertenece a bosques perennifolios húmedos o lluviosos y bosques semicaducifolios premontanos, así como en riberas en zonas semiáridas. Puede resistir vientos huracanados o fríos y húmedos del norte. En bosques con climas estacionales forma

a veces rodales densos, casi puros (Centro Agronómico Tropical de Investigaciones y Enseñanza [CATIE] 2003).

#### **2.1.4. Nombres comunes**

A continuación se presentan los diferentes nombres comunes con los que es conocido el *Brosimum alicastrum* en la región Centroamericana, según CATIE (2003).

ajusté (NI); berba (PA); breadnut (BE, HO); capomo (HO, BE); freguo (CR); hichoso (CR, HO); lechero (CR); lechoso (CR); masica (HO); masicarán (GU); masicarón (HO); masico (GU, HO); masiquilla (HO); mastate (CR); mesica (NI); ojoche (CR, NI); ojote (Managua-NI); ojushte (ES); ojuste (HO); ox (maya-GU); pisba wainka (Moskitia-HO); ramón (CR, Petén-GU, HO); ramón blanco (CR, Petén-GU); ujushte (ES); ujuxte; (GU); vaco (CR); ramon (ME, GU); Mojote (MX).

Para Witsberguer (1982) el ojushte en El Salvador, recibe los siguientes nombres: ojushte, ujushte de invierno y jujushte.

#### **2.1.5. Características morfológicas y fenológicas del árbol**

##### **2.1.5.1. Forma**

El *Brosimum alicastrum* es un árbol perennifolio o subperennifolio, de 20 a 30 m (hasta 45 m) de altura, con un diámetro a la altura del pecho de 0.50 a 0.90 m y hasta 1,5 m (Peters, citado por Mendoza y Ceballos, 2012).

El ojushte es un árbol mediano a grande, siempre verde, que alcanza una altura de 34 m o más y un diámetro a la altura del pecho de 1 m. Los árboles grandes muestran contrafuertes. La corteza es algo lisa, de color gris oscuro, con grietas finas verticales y arrugas verrugosas verticales (Witsberguer *et al*, 1982).

##### **2.1.5.2. Copa y hojas**

Su copa es piramidal, densa o abierta e irregular. Posee hojas alternas, simples, cortamente pecioladas; con láminas de 4 a 18 cm de largo por 2 a 7.5 cm de ancho, de ovado-lanceoladas a ovadas o elípticas, con el margen entero; son de color verde brillantes en el haz, verde grisáceas en el envés (Peters, citado por Mendoza y Santillana, 2012).

Las hojas simples alternas, están en 2 hileras a lo largo de la ramita y tienen peciolo de 0.3 a 1 cm de largo. La lámina es de forma elíptica a ovada, de 6 a 26 cm de largo y de 3 a 11

cm de ancho, borde liso y ligeramente ondulado. El haz es verde oscuro, lustroso y glabro, el envés es verde mate y glabro o escasamente pubescente (Witsberguer *et al*, 1982).

### **2.1.5.3. Tronco y ramas**

Su tronco es recto a cilíndrico con contrafuertes grandes y bien formados que van de 1.5 a 4 m de alto y un número de 6 a 10 por tronco, redondeados a ligeramente tubulares, aplanados. Sus ramas son ascendentes y luego colgantes (Peters, citado por Mendoza y Santillana, 2012).

Ramas ascendentes y luego colgantes; las jóvenes, a veces ovaladas, con cicatrices de estípulas caídas, verde grisáceas a glabras; numerosas lenticelas pequeñas, redondas, protuberantes y pardas (Alvarado *et al*, 2006).

### **2.1.5.4. Flor**

Especie monoica, flores en cabezuelas axilares de 1 cm de diámetro, pedúnculos de 0.1 a 0.5 cm de largo, glabros; cada cabezuela verdosa consiste de muchas flores masculinas y una sola flor femenina; la superficie de la cabezuela está cubierta por numerosas escamas peltadas persistentes en el fruto; las flores masculinas consisten en un perianto rudimentario y un solo estambre de 0.2 cm de largo, con la antera parda y peltada; la flor femenina está hundida en la cabezuela, con el estilo exerto y está formada por un perianto hinchado de 0.1 cm de largo, unido con el ovario ínfero con un solo lóculo uniovular; estilo de 0.2 a 0.3 cm de largo, proyectándose fuera del receptáculo, terminando en 2 lóbulos recurvados (Alvarado *et al*, 2006).

Inflorescencia en cabezas, con múltiples flores masculinas y una sola flor femenina, generalmente opuesta al pedúnculo, de ella sobresale un estilo largo, bifurcado en dos estigmas; color verde al inicio, luego blanca al ocurrir la polinización y después amarilla (Aragón, 1990).

### **2.1.5.5. El fruto y semilla**

#### **2.1.5.5.1. Fruto**

Los frutos son bayas de 2.0 a 3 cm de diámetro, globosas con pericarpio carnoso, presenta coloración verde cuando esta inmaduro y verde amarillento a anaranjado rojizo al madurar, con sabor y olor dulces, cubierta en la superficie de numerosas escamas blancas; conteniendo 1 a 3 semillas por fruto (Morales y Herrera 2009, Mendoza y Santillana 2012).

#### **2.1.5.5.2. Semilla**

Cada fruto contiene una semilla de 0.9 a 1.3 cm de largo por 1.6 a 2 cm de ancho, esféricas y aplanadas en ambos extremos, cubiertas de una testa papirácea de color café – blanquecino, al secar desprende sola, dejando una semilla de dos cotiledones asimétricos, de coloración verdusca, montados uno sobre el otro de sabor dulce; cuando fresca emana abundante látex al partirlo; la consistencia del endospermo crudo es semejante al de una zanahoria (Aragón 1990, Mendoza y Santillana 2012, Morales y Herrera, 2009).

#### **2.1.5.6. La corteza**

Corteza externa lisa en árboles jóvenes, y en adultos es áspera, frecuentemente escamosa en piezas grandes y cuadradas, de color gris clara a parda. Corteza interna de color crema amarillento, fibrosa a granulosa, con abundante exudado lechoso, ligeramente dulce (Morales y Herrera, 2009).

#### **2.1.5.7. Épocas de floración y cosecha**

##### **2.1.5.7.1. Floración**

La floración ocurre en varios momentos del año que van de noviembre a mayo, y en algunas áreas de Honduras puede continuar durante todo el año (CATIE, 2003).

En el estado de Yucatán, México, se ha observado que esta especie florece de noviembre a febrero. Siendo la región sur donde empiezan a florecer algunos individuos desde el mes de noviembre y en la región centro y norte se inicia la floración en los meses de enero y febrero (Morales y Herrera, 2009).

##### **2.1.5.7.2. Cosecha**

Como resultado de la floración se pueden encontrar frutos en casi todo el año, sin embargo el período de mayor abundancia es en los meses de enero – junio (Morales y Herrera, 2009).

La fructificación varía de febrero a octubre en América Central. En ciertas áreas puede haber dos picos de producción (ejemplo en Honduras de febrero a abril y de agosto a octubre) (CATIE, 2003).



### 2.1.6. Adaptabilidad

El ojushte se adapta a suelos muy arcillosos, profundos e inundables durante la época de lluvia, así como a suelos someros y altamente pedregosos (Rico-Gray, citado por Ayala y Sandoval, 1995).

Es un árbol que está adaptado a crecer y regenerarse en situaciones de bosque cerrado, presentando las plántulas una fuerte tolerancia al sombreado (Peters y Overgaard, citados por Ayala y Sandoval, 1995).

### 2.1.7. Usos

Sosa, citado por Aragón (1990) menciona que en la costa sur de Guatemala y región central de Petén, la semilla es bastante apetecida por las comunidades nativas, como complemento de su dieta diaria.

Puleston, citado por Turcios y Castañeda (2010), menciona que la cultura maya hacía uso del *Brosimum alicastrum* cuando la productividad de sus cultivos era baja, convirtiéndose en un excelente suplente del maíz.

En Yucatán, México, el ojushte es muy apreciado por ser un árbol forrajero. Se reporta que las hojas son altamente digestibles (> 60%) y contienen hasta el 13% de proteína. Este forraje se le da como alimento al ganado vacuno, caprino y porcino principalmente. También se le considera medicinal ya que el látex se usa diluido con agua para el asma y la bronquitis. Otro uso importante en la región es como árbol de sombra y ornato. La madera no ha sido aprovechada con fines domésticos o comerciales (Morales y Herrera, 2009).

La Academia de Ciencias de Estados Unidos en 1975, incluyó al ojushte en la lista de plantas tropicales subexplotadas con promisorio valor económico, pues a cada una de sus partes se le puede dar un uso práctico. La semilla tostada y molida se utiliza como un sustituto de café sin cafeína o hervida y molida, se usa como masa muy nutritiva para hacer tortillas, al látex y corteza se le atribuyen propiedades medicinales y su madera es utilizada para múltiples fines como la elaboración de muebles y artesanías (Meiners *et al*, 2009).

En el norte de la Península de Yucatán, México, es uno de los principales alimentos para el ganado durante la época seca (National Academy of Science, citado por Ayala y Sandoval 1995).

El ojushte es un árbol frondoso y de hermosa simetría; en Yucatán, México, es ampliamente usado como planta de ornato y sombra; en el sur de Veracruz como cerca viva y como árbol de sombra en las plantaciones de café (Peters y Pardo-Tejeda, citados por Ayala y Sandoval 1995).

Según la Asociación de Alimentos Nutrinaturales de mujeres de Flores el Petén, citado por Arévalo (2010), el ojushte, es uno de los árboles del cual se aprovechan todas sus partes (follaje, ramas, frutos, semillas, látex y madera) y sus usos incluyen:

- Follaje, corteza y ramas: como forraje para ganado bovino y equino
- Fruto y semilla: para el consumo humano y animal
- Madera: para construcción, chapas, contrachapas, ebanistería, muebles y leña.
- Látex: Puede ser bebido como sustituto de la leche de vaca (aunque no igual de nutritivo), ya que su sabor y apariencia son semejantes (Aragón, 1990).

#### **2.1.8. Valor nutricional de la semilla**

Puleston, citado por Turcios y Castañeda (2010) menciona que la calidad nutricional de la semilla de *Brosimum alicastrum* es alta y su composición nutricional puede ser comparada con la del maíz, siendo una fuente proteica de mayor calidad, debido a que posee niveles significativos de aminoácidos esenciales como lisina, arginina, triptófano y valina en comparación al maíz.

El contenido y tipo de aminoácidos presentes en la semilla de ojushte no han sido ampliamente estudiados por lo que la información que brinda la literatura parece ser controvertible ya que Asenjo *et al*, citado por Arévalo Salguero (2010) indica que la semilla de ojushte se caracteriza por un alto contenido de proteína el cual va desde un 10% hasta un 16%, mientras que en otros estudios no se presenta este elevado contenido de proteína (cuadro 2).

El ojushte es considerado por diversos autores como un alimento complemento de los aminoácidos deficientes en los alimentos base de la alimentación centroamericana, tales aminoácidos son la lisina y triptófano (cuadro 3) los cuales se encuentran en cantidades bajas en el maíz y frijol (Asenjo, citado por Arévalo, 2010).

Cuadro 2. Valor nutricional de la semilla (Contenido de macronutrientes, en 100g).

Nutriente / fuente	FAO (1961)	Peters <i>et.al</i> (1982)	Leung <i>et.al.</i> (1961)	The Equilibrium Fund (2007)	Media
Energía (kcal)	363.00	361.00	363.00	350.00	359.00
Humedad %	6.50	40-50	6.50	10.90	28.00
Carbohidratos (g)	76.10	NR	76.10	76.20	76.10
Fibra cruda (g)	6.20	4.60	6.20	19.00	9.00
Proteína (g)	11.40	12.80	11.40	9.00	11.20
Lípidos (g)	1.60	NR	1.60	0.44	1.20

Fuente: Arévalo, 2010.

Cuadro 3. Aminoácidos y macronutrientes presentes en la harina de ojushte, comparada con otras fuentes de alimento (en 100 g).

Aminoácidos y micronutrientes	Harina de ojushte	Harina de maíz	Avena	Frijoles pintos	Harina de arroz
Lisina (g)	0.22	0.23	0.70	1.35	0.27
Arginina (g)	0.49	0.41	1.19	1.09	0.54
Triptófano (g)	1.12	0.06	0.23	0.24	0.09
Valina (g)	0.37	0.41	0.93	0.99	0.42
Ácido fólico (µg)	26.90	25.00	56.00	525.00	11.00
Ácido pantoténico (mg)	0.70	0.42	1.35	0.78	1.59
Calcio (mg)	140.00	6.00	54.00	0.89	0.23
Hierro (mg)	1.20	3.45	4.72	5.07	1.98
Niacina (mg)	1.40	3.36	0.96	1.17	6.34
Riboflavina (mg)	0.07	0.20	0.13	0.21	0.08
Tiamina (mg)	0.11	0.385	0.76	0.71	0.44
Vitamina A (µg)	44.40	128.40	0	0	0
Vitamina B6 (mg)	0.23	0.30	0.12	0.47	0.73
Zinc (mg)	1.40	1.82	3.97	2.28	2.45

Fuente: *Brosimum alicastrum*, adaptado por Turcios y Castañeda , 2010.

## **2.2. Caracterización morfológica.**

La caracterización consiste en determinar los atributos peculiares que existen en determinados materiales que forman una colección de germoplasma, con el objetivo de que se distingan claramente de los demás. En una caracterización morfológica se deben considerar principalmente aquellos materiales con alto potencial productivo y comercial, con el fin de utilizarlos posteriormente en programas de mejoramiento genético (Arce, citado por Torres, 2007).

Cruz, citado por Torres (2007) opina que con la caracterización se extrae una serie de características cuantitativas y cualitativas, que permiten la selección de materiales y posterior utilización en programas de investigación o de otra naturaleza. Es importante tomar en cuenta las características de interés agronómico que estén influidas por las condiciones del medioambiente, como la precocidad, contenidos de proteína, resistencia a plagas y enfermedades.

Una característica es un atributo de un organismo y es el producto de la interacción de uno o más genes con el ambiente. A su vez las características se dividen en cualitativas y cuantitativas (Engels, citado por Navarro *et al*, 2008).

La caracterización de germoplasmas considerados con potencial Fitogenético en un banco de germoplasma es de mucha importancia, puesto que permite la selección y posterior utilización de los mismos en programas de mejoramiento genético o de otra naturaleza (Arce, citado por Navarro *et al*, 2008).

La caracterización es la descripción de la variación que existe en una colección de germoplasma, en términos de características morfológicas y fenológicas de alta heredabilidad es decir características cuya expresión es poco influenciada por el ambiente (IPGRI y Tabarés, citados por Navarro *et al*, 2008).

La caracterización tiene sobre todo, el objetivo de identificar entradas y se refiere principalmente a atributos cualitativos que pueden considerarse invariables (color de la flor, forma de la semilla, forma del fruto) (Martínez, citado por Orellana, 2005).

### **2.2.1. Objetivo de caracterizar**

Chang, citado por Orellana (2005) afirma que los objetivos que se persiguen al describir plantas de determinada especie o grupos de especie son los siguientes:

- Identificar líneas para el mejoramiento.
- Diferenciar entre varias entradas con nombres semejantes o idénticos.
- Identificar entradas con características deseables.
- Clasificar variedades, clones y otros, tomando en cuenta criterios relevantes.
- Establecer afinidades entre las características de un cultivo y entre grupos geográficos de variedades.
- Hacer una estimación del grado de variación dentro de una colección varietal.

### 2.3. Descriptores.

Según Cruz, citado por Navarro *et al*, (2008) un descriptor es el nombre que se le asigna a una característica o a una parte de la planta, fruto o semilla el cual se quiere medir.

El IPGRI y Morera, citados por Alvarado *et al*, (2006) indican que un descriptor es una variable o atributo que se observa en un conjunto de elementos, ejemplo: altura de planta, color de la flor, entre otros. Además hace notar que la preparación de una lista de descriptores a menudo es un proceso repetitivo.

Según IPGRI, citado por Torres (2007) los descriptores pueden ser:

- 2.3.1. De pasaporte:** Son los que proporcionan la información básica que se utiliza para el manejo general de la accesión y describen los parámetros que se deberían observar cuando se recolecta originalmente la accesión.
- 2.3.2. De manejo:** Proporcionan las bases para el manejo de las accesiones en el banco de germoplasma y ayudan durante su multiplicación y regeneración.
- 2.3.3. Del sitio y el medio ambiente:** En estos se describen los parámetros específicos del sitio y del medio ambiente que son importantes cuando se realizan pruebas de caracterización y evaluación. Se incluyen también en esta categoría los descriptores del sitio de recolección del germoplasma.
- 2.3.4. De caracterización:** Son los que permiten una discriminación fácil y rápida entre fenotipos. Generalmente son caracteres altamente heredables, pueden ser fácilmente detectados a simple vista y se expresan igualmente en todos los ambientes.

**2.3.5. De evaluación:** La expresión de muchos de los descriptores de esta categoría depende del medio ambiente y, en consecuencia, se necesitan métodos experimentales especiales para evaluarlos. Su evaluación puede también involucrar métodos complejos de caracterización molecular o bioquímica. Este tipo de descriptores incluye caracteres tales como rendimiento, productividad agronómica, susceptibilidad al estrés y caracteres bioquímicos y citológicos. Generalmente, éstas son las características más interesantes en la mejora de cultivos.

#### **2.4. Estado y uso de descriptores**

A cada característica se le asigna una escala de valores que se conocen con el nombre de "Grados de características". Así, si el descriptor se refiere a una característica cuantitativa como la longitud del fruto o el rendimiento. El estado del descriptor se debe expresar en la unidad de medida usada  $\text{cm}$ ,  $\text{ton}\cdot\text{ha}^{-1}$ , o bien, la medida puede codificarse para facilitar el almacenamiento de datos con una escala de 1 a 10, estableciendo límites para cada grado. Cuando el descriptor se refiere a una característica cualitativa como el color o la forma, los respectivos estados se pueden expresar basándose en un estándar de colores o en definición geométricas respectivamente (IPGRI, citado por Navarro *et al.* 2008).

#### **2.5. Toma de datos**

Arce, citado por Alvarado *et al.* (2006) señala que la toma y presentación de datos para el manejo electrónico, requiere de un conocimiento detallado de los requisitos establecidos por las secciones de documentación.

Según Alvarado *et al.* (2006) durante la recolección activa de datos, o sea durante la caracterización, siempre se tiene que decidir en qué forma se quieren registrar los datos, puesto que éstos se pueden presentar como medidas ó como datos clasificados. Sin embargo, las medidas reales en general no causan problemas si el órgano por medir está bien definido y el equipo es adecuado; por tanto la clasificación de la expresión fenotípica de características cualitativas resulta ser mucho más difícil y subjetiva.

#### **2.6. Uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG)**

El Sistema de Información Geográfica es una herramienta esencial para el análisis de variables agroecológicas y socioeconómicas que determinan el comportamiento de las especies vegetales de los territorios; respalda y fortalece con fundamento científico la toma de decisiones, mediante la descripción previa de un lugar o la simulación de un fenómeno

con tendencias esperadas. Además, es un instrumento de desarrollo sostenible porque facilita la gestión de los recursos naturales mediante el ingreso, manipulación, análisis y presentación de información de carácter multidisciplinario (Hernández, citado por Flores, 2011).

### **2.6.1. Sistema de Posicionamiento Global (GPS)**

Este sistema, facilita identificar con precisión localidades sobre la superficie de la tierra a partir de la medida de la distancia de los satélites al receptor en la tierra. El impacto del GPS en los SIG, se debe a la facilidad de coleccionar datos geográficos y atributos no espaciales que caracterizan a los datos, además; son utilizados también para las verificaciones de uso de suelo en el campo, inventarios de recursos hídricos, agrimensura, otros (Hernández, citado por Flores, 2011).

## **2.7. Áreas Naturales Protegidas**

### **2.7.1. Área natural Protegida Plan de Amayo**

El área natural protegida Plan de Amayo se localiza en el municipio de Caluco, departamento de Sonsonate y cuenta con una extensión de 184 hectáreas. Sus principales atractivos es un bosque natural y los farallones, vistosas formaciones rocosas que la rodean. Esta valiosa porción de nuestro patrimonio natural actualmente es manejada por la Asociación AGAPE de El Salvador, en coordinación con el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, con el apoyo financiero del Fondo de la Iniciativa para las Américas FIAES (FIAES, 2008).

### **2.7.2. Área Natural Protegida Nancuchiname**

Este bosque está situado en 11 comunidades del Bajo Lempa, departamento de Usulután, el cual tiene un aproximado de 797.30 hectáreas de bosque. Este es un bosque aluvial que significa que es nutrido por pequeñas inundaciones, sus árboles son frondosos y de raíces anchas. Los güisoyales son propios de la zona, los animales protegidos en este bosque son: los cusucos, los venados de cola blanca, los cocodrilos. Para el año 2008 se le declaró como área protegida por el Ministerio de medio Ambiente, y hoy trabajan para cuidar más de ella (Diario el Mundo, 2014).

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Localización del estudio.

La caracterización morfológica de ojushte (*Brosimum alicastrum*) se realizó en el período comprendido entre febrero del 2013 y febrero 2014, siguiendo una ruta dirigida de los 0 – 850 metros sobre el nivel del mar, en las zona occidental, central, paracentral y oriental de El Salvador (cuadro 4). Debido a que no se conocían lugares de producción, se trazo la ruta con ayuda de AGAPE, PROOJUSHTE Y MANAOJUSHTE ya que tienen identificados poblaciones productivas de la especie y árboles que para el criterio de los recolectores presentan características sobre salientes dentro de la población, como: mayor tamaño de semilla, altamente productores y no adhesión de pulpa a semilla.

Cuadro 4. Lugares y ubicación geográfica de los materiales de ojushte caracterizados.

Numero correlativo	Código	Lugar donde se colecto el material	Longitud (x)	Latitud (y)	Altura msnm
1	Plan de Amayo 1	Área Protegida Plan de Amayo, Caluco, Sonsonate	89°38'44.6"	13°41'29.7"	329
2	Plan de Amayo 2	Área Protegida Plan de Amayo, Caluco, Sonsonate	89°38'13.3"	13°40'55.6"	339
3	Zunsal 1	Área Protegida Plan de Amayo, Caluco, Sonsonate	89°37'50.3"	13°41'42.7"	419
4	Zunsal 2	Área Protegida Plan de Amayo, Caluco, Sonsonate	89°37'51.9"	13°41'47.7"	407
9	Plan de Amayo 3	Área Protegida Plan de Amayo, Caluco, Sonsonate	89°38'57.0"	13°41'27.5"	362
13	Plan de Amayo 4	Área Protegida Plan de Amayo, Caluco, Sonsonate	89°38'29.31"	13°41'05.3"	295
14	Plan de Amayo 5	Área Protegida Plan de Amayo, Caluco, Sonsonate	89°38'13.3"	13°41'08.53"	304
15	Plan de Amayo 6	Área Protegida Plan de Amayo, Caluco, Sonsonate	89°38'13.23"	13°41'09.83"	299
5	Upatoro 1	Upatoro, Chalatenango	88°56'47.3"	14°03'28.8"	514
6	Upatoro 2	Upatoro, Chalatenango	88°56'46.7"	14°03'30.5"	515
7	Upatoro 3	Upatoro, Chalatenango	88°56'46.7"	14°03'30.5"	518
8	Upatoro 4	Upatoro, Chalatenango	88°56'43.5"	14°03'32.1"	521
10	San Isidro 1	San Isidro, Izalco, Sonsonate	89°33'56.7"	13°47'54.1"	705
11	San Isidro 2	El Guayabo, Armenia, Sonsonate	89°32'30.8"	13°47'07.2"	466
12	San Isidro 3	El Guayabo, Armenia, Sonsonate	89°32'30.6"	13°47'07.0"	464
16	Villa Belén 1	Villa Belén, Apopa, San Salvador	89°08'57.58"	13°49'40.47"	472
17	San Pedro 1	Chirilagua, San Miguel	88°08'07.4"	13°17'46.3"	146
19	San Pedro 2	Chirilagua, San Miguel	88°08'06.6"	13°18'01.2"	121
20	San Pedro 3	Chirilagua, San Miguel	88°08'03.1"	13°18'06.9"	169
18	La Bermuda 1	Cantón la bermuda, Suchitoto, Cuscatlán	89°02'28.6"	13°52'25.1"	533
21	La Bermuda 2	Cantón la bermuda, Suchitoto, Cuscatlán	89°02'27.7"	13°52'26.3"	545
22	La Bermuda 3	Cantón la bermuda, Suchitoto, Cuscatlán	89°02'27.3"	13°52'25.6"	556
23	La Bermuda 4	Cantón la bermuda, Suchitoto, Cuscatlán	89°02'43.2"	13°52'23.3"	540
24	Nancuchiname 1	Nancuchiname, San Marcos Lempa, Usulután	88°43'11.9"	13°20'13.3"	3
25	Nancuchiname 2	Nancuchiname, San Marcos Lempa, Usulután	88°43'21.1"	13°20'03.7"	9
26	Nancuchiname 3	Nancuchiname, San Marcos Lempa, Usulután	88°43'00.7"	13°20'13.8"	8
27	San Laureano 1	San Laureano, Ciudad Delgado, San Salvador	89°08'51.18"	13°45'50.9"	574
28	San Laureano 2	San Laureano, Ciudad Delgado, San Salvador	89°08'50.7"	13°45'50.9"	623
29	San Laureano 3	San Laureano, Ciudad Delgado, San Salvador	89°09'05.86"	13°46'10.23"	561
30	UES 1	Universidad de El Salvador, San Salvador	89°12'17.38"	13°43'14.8"	750

#### 3.2. Características climatológicas de los lugares.



Las características climáticas que se citan en el cuadro 5, han sido tomadas del Sistema Nacional Estudios Territoriales (SNET), de las estaciones principales que están ubicadas en las cabeceras departamentales.

Cuadro 5. Características climatológicas, según estaciones meteorológicas de las cabeceras departamentales.

Departamento	Precipitación (mm anual)	Radiación calórica cm <sup>2</sup> día	Humedad relativa %	Temperatura promedio °C
Ahuachapán	1538	-	73	23
Sonsonate	1877	-	76	26.9
La Libertad	1675	-	-	26.4
La Paz	1763	-	73	26.8
Usulután	2019	434.2	-	26.4
La Unión	1775	442	66	27.8

Fuente: SNET, 2012.

### 3.3. Material experimental.

Se caracterizaron 30 árboles productivos de ojushte, tres en San Pedro Chirilagua, San Miguel; tres en el Área Natural Protegida de Nancuchiname, bajo Lempa, Usulután; cinco en el departamento de San Salvador; cuatro en Suchitoto, Cuscatlán; ocho en Área Natural Protegida Plan de Amayo, Caluco Sonsonate; uno en San Isidro, Sonsonate; dos en Armenia, Sonsonate; cuatro en Upatoro Chalatenango. Para la obtención de muestras, fue necesario utilizar equipo de seguridad y herramientas tales como: arnés, lazo, corta yemas y escalera.

Es necesario mencionar que 23 árboles fueron encontrados con semilla, a los cuales se les realizó análisis bromatológico, de esos 23 árboles 14 presentaron frutos; por otra parte siete de los 30 árboles no se les encontró fruto ni semilla, debido a que los árboles habían finalizado la cosecha, en la época que se visitó el lugar.

### 3.4. Herramienta para la caracterización.

Para la caracterización de los arboles de ojushte, fue elaborado un descriptor específico, tomando como referencia o base el descriptor de mamey usado por Torres Calderón en (2007) que fue adaptado del descriptor establecido para frutas tropicales del Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI, 2001); el descriptor de aguacate, usado por Rodríguez y Gutiérrez (2012); como también la clave para el descriptor de ojushte, propuesto por la FAO, usada por Aragón (1990) (Anexo 1), usado por Alvarado (2006), retomando los

siguientes parámetros: arquitectura de árbol, forma de hoja, color de fruto, formas de fruto, forma de semilla y análisis bromatológico a semillas.

El motivo por el cual se tomaron como referencia los descriptores antes citados, fue por la inexistencia de un descriptor y poca o escasa información sobre caracterización de la especie. El descriptor que se elaboró (Anexo 2), es una propuesta para la toma de datos, el cual puede ser utilizado en futuras investigaciones y a la vez incluir nuevos parámetros de medición para la especie, si fuera necesario.

### **3.5. Datos de pasaporte y codificación**

La toma de datos de pasaporte, se realizó de la manera siguiente: nombre del propietario; nombre de la comunidad, municipio, departamento, año de la investigación. Para identificar adecuadamente cada árbol caracterizado, se asignó un código, el cual está estructurado como se menciona a continuación: primer nombre del lugar de recolección (finca, comunidad, parque o Área Natural Protegida) y el número con base al orden de encontrado en el lugar (Cuadro 6).

### **3.6. Georeferenciación del material encontrado.**

Cada árbol del cual se obtuvo material e información, fue georeferenciado, con el fin de ubicarlo con mayor facilidad en futuras expediciones, para ello se utilizó el sistema de posicionamiento global (GPS) de navegación marca GARMIN, modelo GPSMAP 60 CSx, con precisión de 6 m configurado con los datos: Datum WGS 84 y sistema de coordenadas geográficas. Con este aparato, se registró la altitud, longitud y latitud en que se encuentran ubicados los árboles (Fotografía 1).

### **3.7. Evaluación del material.**

El material recolectado (hojas, ramas, semillas y frutos), fue depositado al interior de bolsas plásticas de cinco libras y posteriormente en una hielera, con el fin de preservarlos frescos durante el transporte al laboratorio.

Cuadro 6. Adquisición y códigos de los materiales de ojushte.

Propietario	Adquisición	Código	Lugar de recolección (año 2013)
Ministerio de medio ambiente	1	Plan de Amayo 1	Área Protegida Plan de Amayo, Caluco Sonsonate
	2	Plan de Amayo 2	Área Protegida Plan de Amayo, Caluco Sonsonate
	3	Zunsal 1	Área Protegida Plan de Amayo, Caluco, Sonsonate
	4	Zunsal 2	Área Protegida Plan de Amayo, Caluco Sonsonate
	9	Plan de Amayo 3	Área Protegida Plan de Amayo, Caluco, Sonsonate
	13	Plan de Amayo 4	Área Protegida Plan de Amayo, Caluco, Sonsonate
	14	Plan de Amayo 5	Área Protegida Plan de Amayo, Caluco, Sonsonate
	15	Plan de Amayo 6	Área Protegida Plan de Amayo, Caluco, Sonsonate
	5	Upatoro 1	Upatoro, Chalatenango
	6	Upatoro 2	Upatoro, Chalatenango
	7	Upatoro 3	Upatoro, Chalatenango
	8	Upatoro 4	Upatoro, Chalatenango
	10	San Isidro 1	San Isidro, Izalco, Sonsonate
	11	San Isidro 2	El Guayabo, Armenia, Sonsonate
	12	San Isidro 3	El Guayabo, Armenia, Sonsonate
Comunidad la Bermuda	16	Villa Belén 1	Villa Belén, Apopa, San Salvador
	17	San Pedro 1	San Pedro, Chirilagua, San Miguel
	19	San Pedro 2	San Pedro, Chirilagua, San Miguel
	20	San Pedro 3	San Pedro, Chirilagua, San Miguel
	18	La Bermuda 1	Cantón la Bermuda, Suchitoto, Cuscatlán
	21	La Bermuda 2	Cantón la Bermuda, Suchitoto, Cuscatlán
	22	La Bermuda 3	Cantón la Bermuda, Suchitoto, Cuscatlán
	23	La Bermuda 4	Cantón la Bermuda, Suchitoto, Cuscatlán
	24	Nancuchiname 1	Nancuchiname, San Marcos Lempa, Usulután
	25	Nancuchiname 2	Nancuchiname, San Marcos Lempa, Usulután
Ministerio de medio ambiente	26	Nancuchiname 3	Nancuchiname, San Marcos Lempa, Usulután
	27	San Laureano 1	San Laureano, Ciudad Delgado, San Salvador
	28	San Laureano 2	San Laureano, Ciudad Delgado, San Salvador
Universidad de El Salvador	29	San Laureano 3	San Laureano, Ciudad Delgado, San Salvador
	30	UES 1	Universidad de El Salvador, San Salvador

### 3.7.1. Variables cualitativas

**3.7.1.1. Hábito de crecimiento:** esta variable fue determinada en campo, observando el árbol y comparando con las figuras del descriptor (Figura 1).

1. Columnar, 2. Piramidal, 3. Obobado. 4. Rectangular, 5. Circular, 6. Semicircular, 7. Semi-elíptico, 8. Irregular.

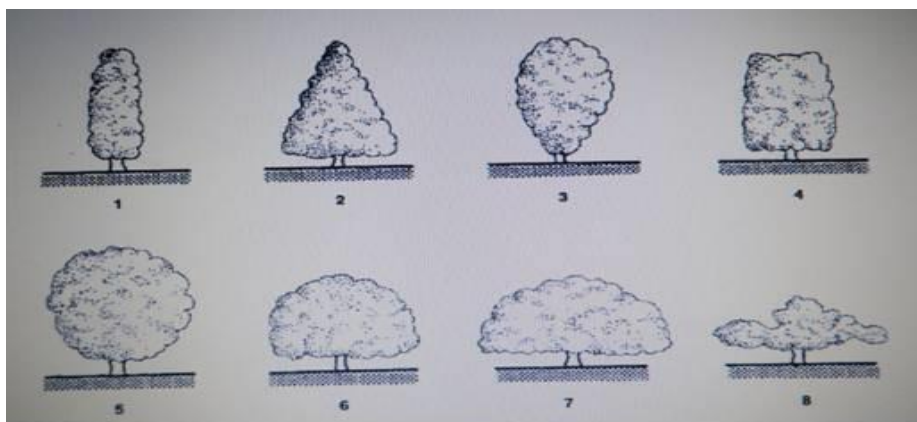


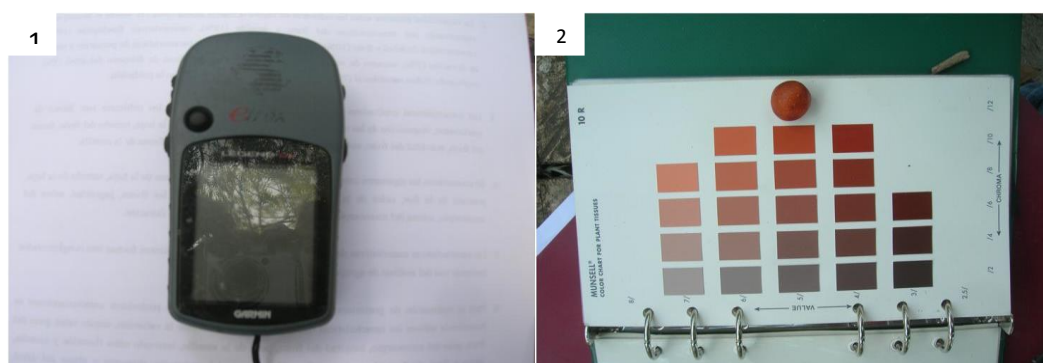
Figura 1. Formas de árboles, tomado del descriptor de aguacate, propuesto por Rodríguez y Gutiérrez 2012

**3.7.1.2. Forma de gamba:** se determinó observando la forma del tronco del árbol y comparando con las figuras del descriptor (Anexo 3).

**3.7.1.3. Color de tallo:** este se determinó observando la coloración del tallo, tomando como parámetros dos coloraciones: café claro – grisáceo y café oscuro grisáceo.

**3.7.1.4. Color de fruto:** se recolectó fruto en campo y luego se determinó la coloración en laboratorio con ayuda de la tabla de Munsell (1977), para frutales (Fotografía 2).

**3.7.1.5. Época de floración y cosecha:** se determinó en base al testimonio de los propietarios y visitando el árbol en el mes que mencionaron. Para facilitar la cosecha de los diferentes árboles, se dividió el año en seis partes: verano temprano, verano intermedio, verano tardío, invierno temprano, invierno intermedio e invierno tardío (Cuadro 7). El propósito de esa división y clasificación de la época seca y lluviosa, es facilitar en el futuro la cosecha a posibles productores de semilla, ya que la gran mayoría de agricultores utilizan la clasificación siguiente: verano (a la época seca) e invierno (a la época lluviosa).



Fotografías. 1) Sistema de posicionamiento global GPS; 2) tabla de Munsell

Cuadro 7. Época de cosecha de ojushte.

Época de cosecha	Meses que comprende la época
Verano intermedio	Enero – febrero
verano tardío	Marzo – abril
Invierno temprano	Mayo – junio
Invierno intermedio	Julio – agosto
Invierno tardío	Septiembre – octubre
Verano temprano	Noviembre – diciembre

- 3.7.1.6. Duración de cosecha:** se determinó observando y monitoreando los árboles en la fecha que fue mencionada por el propietario.
- 3.7.1.7. Disposición de fruto en rama:** se determinó observando la ubicación de la estructura en las ramas del árbol.
- 3.7.1.8. Forma de fruto y semilla:** para esta actividad se observó la forma del fruto y de semilla, y se comparó con las figuras respectivas del descriptor (Figura 2).

1. Elipsoide, 2. Oblicuo, 3. Esferoide, 4. Oblongo, 5. Obloide

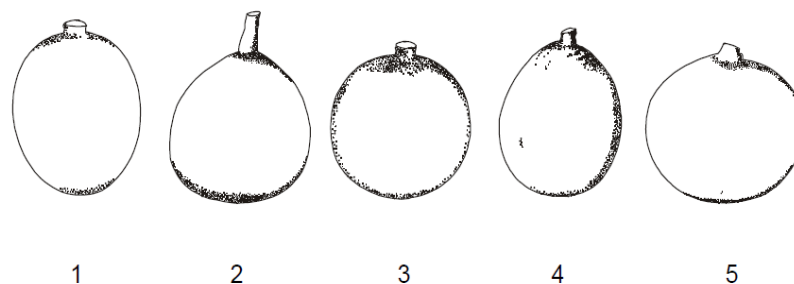


Figura 2. Formas de fruto y semilla, tomado del descriptor de mamey, propuesto por Torres Calderón 2007.

**3.7.1.9. Forma de hoja:** se determinó a partir de la forma del limbo, y comparando con referencias del IPGRI (Figura 3).

1. ovada, 2. Ovada – angosta, 3. Obovada, 4. Oval o elíptica, 5. Redondeada, 6. Cordiforme, 7. Lanceolada, 8. Oblonga, 8. Oblonga – lanceolada.

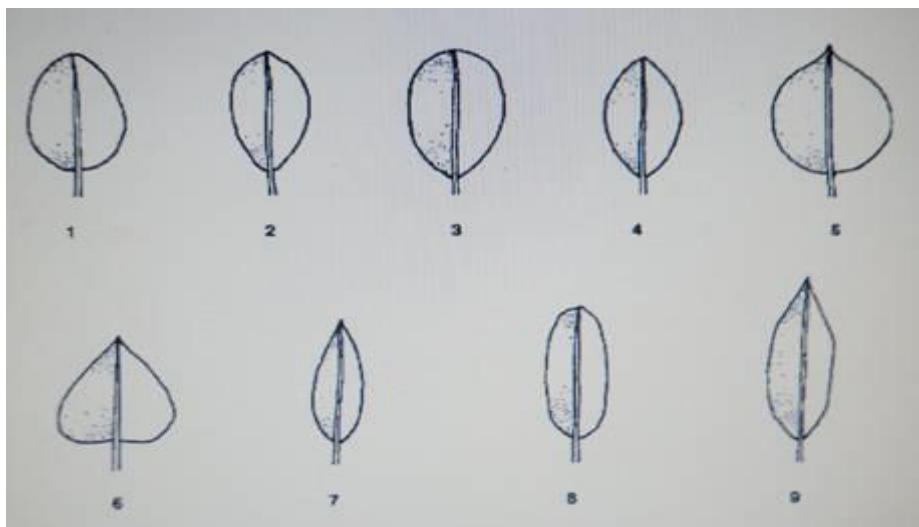


Figura 3. Formas de hoja, tomado del descriptor de aguacate, propuesto por Rodríguez y Gutiérrez (2012).

**3.7.1.10. Forma del ápice de hoja:** se determinó a partir de la forma que toma la hoja en la parte distal y comparado con las figuras pertinentes (Figura 4).

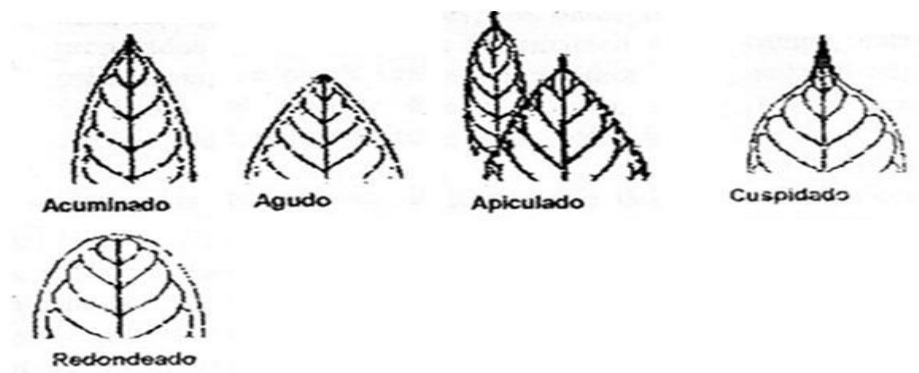


Figura 4. Formas del ápice de hojas, tomado del IPGRI 2001

**3.7.1.11. Tipo de borde:** parámetro que fue determinado comparando la hoja con las figuras correspondientes (figura 5)

1. liso, 2. Acerrado, 3. Crenado



Figura 5. Tipos de bordes de hoja, tomado del IPGRI 2001

**3.7.1.12. Color de hoja:** se recolectó ramas de la parte media del árbol, posteriormente se tomaron hojas de la parte media de esa rama, luego se determinó la coloración comparando fragmentos de la hoja con la tabla de Munsell.

**3.7.1.13. Pubescencia:** se determinó observando tanto el envés como el haz de la hoja, tomando como parámetro, glabro y escasamente pubescente.

### 3.7.2. Variables cuantitativas.

**3.7.2.1. Edad del árbol:** la edad fue estimada según el testimonio de los propietarios o personas que recolectan semilla en dicho árbol.

- 3.7.2.2. Diámetro del tronco a la altura del pecho (DAP):** se determinó en campo, haciendo uso de una cinta diamétrica (Fotografía 3), tomando la medida en la parte más alta de la pendiente del suelo, a una altura de 1.30 m.
- 3.7.2.3. Diámetro de copa:** este dato se determinó en campo, midiendo con una cinta métrica de 20 m, la sombra proyectada por el árbol.
- 3.7.2.4. Altura:** esta variable fue medida a través del método de unidades, el cual se fundamenta en primer lugar en visualizar un objeto con una medida conocida como referencia, colocada al pie del árbol; en segundo lugar, alejarse del árbol a medir, a una distancia que se visualiza la parte más alta del árbol; en tercer lugar, se hace encajar visualmente un objeto con la altura conocida, una vez logrado esto, se eleva el objeto tantas veces sea necesario para cubrir el árbol a medir, de esta forma se calculó la altura (Figura 6)

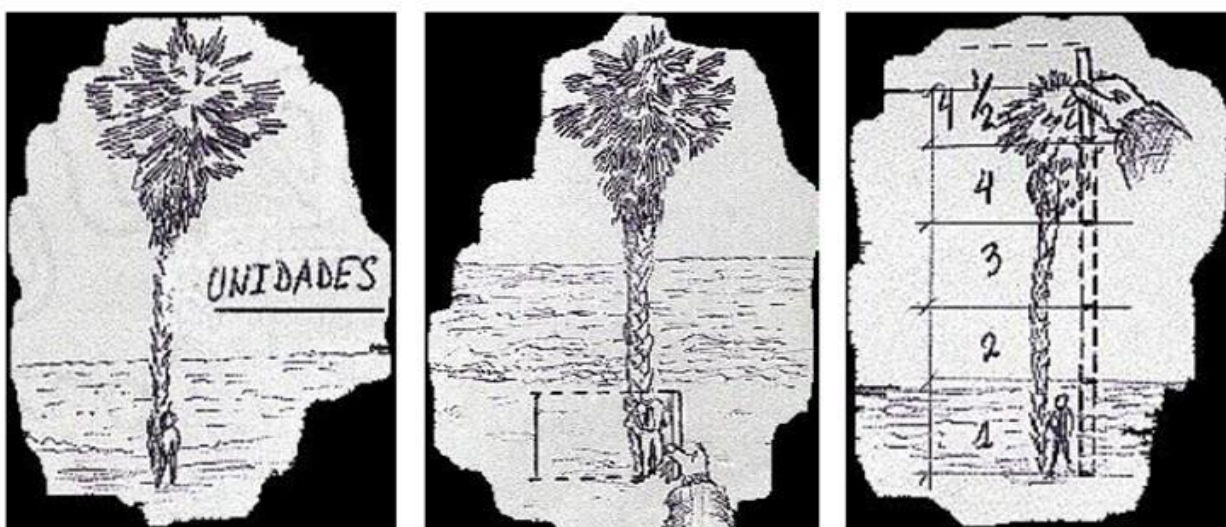


Figura 6. Método de unidades, para determinación de altura en árboles, tomado del descriptor de Mamey, propuesto por Torres 2007.

- 3.7.2.5. Longitud de lámina foliar:** empleando una regla graduada, se tomó medida desde la base hasta la punta de la lámina foliar de 30 hojas desarrolladas y completas, que fueron tomadas de la parte media de la copa del árbol (Fotografía 4).



**3.7.2.6. Ancho de lámina foliar:** utilizando una regla graduada, fue tomada la medida de la parte más ancha de la lámina foliar, tomando 30 hojas desarrolladas y completas como muestra, tomada de la parte media de la copa del árbol (Fotografía 4).



Fotografías. 3) Cinta diamétrica; 4) medición de dimensiones de la hoja

**3.7.2.7. Área foliar:** para esta labor, se usó un integrador de área foliar marca LI - COR, modelo LI – 3100 y dos acetatos nuevos; entre los acetatos se colocó la hoja y se hizo pasar por el integrador, este midió la sombra generada por la hoja al pasar por la lámpara reflectora. Se tomó como promedio 30 hojas desarrolladas y completas (Fotografía 5).

**3.7.2.8. Diámetro polar y ecuatorial de fruto:** para ello, se utilizó un pie de rey (Fotografía 6) con el cual se midieron los extremos (polares) proximal y distal de 30 frutos; posteriormente se despulparon y se tomó la medida de la semilla.

**3.7.2.9. Peso de fruto:** se utilizó una báscula semianalítica (Fotografía 7), tomando como promedio 30 frutos y semillas desarrolladas y completas.

**3.7.2.10. Diámetro polar y ecuatorial de semilla:** utilizando el pie de rey se tomó la medida de la parte más ancha (perpendicular a los polos) de 30 frutos; posteriormente fueron despulpados los frutos y se realizó la medida de la semilla.

**3.7.2.11. Peso de semilla:** para ello se utilizó una báscula semianalítica (Fotografía 7), tomando como promedio 30 frutos y semillas desarrolladas y completas.



Fotografías. 5) integrador de área foliar; 6) pie de rey; 7) báscula semianalítica

### 3.7.2.12. Análisis bromatológico

El análisis de la semilla se realizó en crudo (únicamente a 23 árboles ya que el resto de árboles no fueron encontrados con semilla), en los Laboratorios de Química Agrícola Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador, a 100 gramos de semilla por árbol caracterizado. Los métodos usados para cada análisis fueron los propuestos por la Association of Official Analytical Chemists [AOAC] (1990), que se mencionan a continuación:

#### 3.7.2.12.1. Humedad de la semilla

**Humedad parcial:** se colocó una porción de muestra finamente picada en una estufa de aire forzado, a una temperatura de 70°C durante 24 horas y se llevó a humedad de equilibrio ó secado constante, con el propósito de eliminar la humedad externa de la semilla; mientras que para determinar la **Humedad total:** la muestra fue secada en estufa a temperatura de 105 °C por 12 horas mas hasta que perdió toda la humedad interna, luego fue colocada en un desecador y posteriormente se molió para procesar la base seca y proceder a los análisis siguientes.

#### 3.7.2.12.2. Proteína cruda

Se realizó mediante el método de Kjeldahl, el cual consiste en emplear dos procesos (digestión y destilación) que llevan a la destrucción oxidativa de los componentes de la muestra por calentamiento con ácido sulfúrico concentrado y formación de anhídrido carbónico (CO<sub>2</sub>) y anhídrido sulfuroso (SO<sub>2</sub>), mientras que el nitrógeno queda retenido como sulfato de amonio (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; posteriormente se transforma en amoníaco el cual se destila sobre un ácido estándar débil para formar la respectiva sal amoníaca, que al final se titula con una solución ácida estandarizada. Finalmente fue calculado el % de nitrógeno empleando las siguientes formulas:

$\% \text{ de Nitrógeno} = ((\text{ml HCL muestra} - \text{ml HCL testigo}) * \text{N}0.014 * 100) / \text{peso de muestra}$   
 $\% \text{ de proteína cruda} = \% \text{ Nitrógeno} * 6.25$  (AOAC, 1990).

#### **3.7.2.12.3. Fibra cruda**

Se realizó a través del método de digestión ácido – base, utilizando un digestor. Consiste en digerir la muestra sin grasa en primer lugar, con ácido sulfídrico 1.25% y luego con hidróxido de sodio 1.25%. la muestra se lava con alcohol, es secada y calcinada; el porcentaje de fibra es calculado después de la calcinación (AOAC, 1990).

#### **3.7.2.12.4. Hierro y zinc**

Se utilizó el método por absorción atómica, utilizando un espectrofotómetro. El proceso consistió en tratar la ceniza con ácido clorhídrico concentrado y agua destilada, luego se agitó y calentó cerca del punto de ebullición; después se filtró a través de un papel filtro libre de cenizas quedando en el filtrado los minerales, este material fue introducido en el espectrofotómetro, el cual reflejó a través de gráficas la lectura de los minerales.

#### **3.7.2.12.5. Ceniza**

Este dato se obtuvo empleando el método por incineración, el cual consistió en pesar el crisol vacío, colocarlo junto con la muestra al interior de una mufla por una hora a una temperatura de 550 °C, luego se retiró de la mufla y fue colocado en un desecador por 30 minutos y fue medido el crisol más muestra.

### **3.8. Metodología estadística**

Para la interpretación de variables cualitativas, se hizo uso de estadística descriptiva por medio de tablas; mientras que para las variables cuantitativas se aplicó estadística simple (media, desviación estándar y coeficiente de variación), y análisis multivariado, específicamente: análisis correlación, componentes principales y conglomerados, usando el programa SPSS versión 20, el cual es un sistema global para el análisis de datos. A continuación se describen los análisis aplicados.

#### **3.8.1. Estadística simple**

Es aquella que permite estimar y describir el comportamiento de las diferentes accesiones en relación de cada carácter, los más comunes son el promedio, la media, el rango de variación, desviación estándar y el coeficiente de variación (Franco y Hidalgo, 2003).

### **3.8.2. Análisis multivariado**

En términos generales, el análisis multivariado son todos aquellos métodos estadísticos que analizan simultáneamente medidas múltiples (más de dos variables) de cada individuo. En sentido estricto, son una extensión de los análisis univariados y bivariados que se consideran como tal si todas las variables son aleatorias y están interrelacionadas (Hair *et al*, citado por Franco e Hidalgo, 2003).

### **3.8.3. Análisis de correlación**

Conocido como coeficiente de Pearson, sirve para medir en términos relativos el grado de asociación entre pares de características, es recomendado cuando las unidades de medida de las variables son diferentes, por ejemplo, aparición de botón floral (días), diámetro de tallo (mm), altura (m), pesos (gramos), y contenidos nutricionales (Franco e Hidalgo, 2003).

### **3.8.4. Análisis de componentes principales**

Este método realiza una transformación lineal sobre las variables originales y permite generar un nuevo conjunto de variables independientes o componentes principales (Franco e Hidalgo, 2003).

Herramienta utilizada para estudiar las relaciones que se presentan entre variables correlacionadas (que miden información común (comunalidad)), que puede transformar el conjunto original de variables en otro conjunto llamados componentes principales (Fuente, 2011).

Un análisis de componentes principales tiene sentido si existen altas correlaciones entre las variables (comunalidad), ya que esto es indicativo de que existe información redundante y, por tanto, pocos factores explicarán gran parte de la variabilidad total (Terrádez, s.f).

La elección de los componentes se realiza de tal forma que el primero recoja la mayor proporción posible de la variabilidad original; el segundo factor debe recoger la máxima variabilidad posible no recogida por el primero, y así sucesivamente. Del total de factores se elegirán aquéllos que recojan el porcentaje de variabilidad que se considere suficiente. A éstos se les denominará componentes principales (Terrádez, s.f).

Cliff en 1987, indicó que se deben considerar como aceptables los componentes cuyos valores propios expliquen un 70% o más de la varianza total (López e Hidalgo, citados por Franco e Hidalgo, 2003).

### **3.8.5. Análisis de conglomerado para casos**

Dada una muestra de observaciones en un conjunto grande de variables cuantitativas, el análisis de conglomerados es una técnica para agrupar a los elementos de la muestra, denominados conglomerados, de tal forma que, respecto a la distribución de los valores de las variables, por un lado, cada conglomerado sea lo más homogéneo posible y por otro, los conglomerados sean muy distintos entre sí (Ferrán, 2001).

El análisis de conglomerados, es un método analítico que se puede aplicar para clasificar las accesiones de un germoplasma en grupos relativamente homogéneos con base en alguna similitud existente entre ellas. El objetivo en este análisis es clasificar un conjunto de  $n$  accesiones o  $p$  variables en un número pequeño de grupos, donde la formación de estos grupos puede obedecer a leyes naturales o conjunto de características comunes de las accesiones; es importante aclarar que este análisis se aplica sobre una matriz de distancia y no sobre una de similitud (Franco e Hidalgo, 2003).

### **3.9. Elaboración de catálogo de selecciones de ojushte.**

Se elaboró un catálogo, en donde se describe cada una de las características de los 30 árboles, tales como: ubicación, descripción de arquitectura del árbol, descripción de hojas, descripción de frutos, descripción de semilla, época de cosecha y características nutricionales de la semilla.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La discusión de resultados se fundamentó en realizar para las variables cualitativas, una estadística descriptiva como: frecuencia relativa, medias, varianzas y coeficientes de variación; y para las variables cuantitativas se realizaron los siguientes análisis: análisis de correlación, análisis de componentes principales y análisis de conglomerados.

### 4.1. Análisis descriptivo de variables cualitativas

#### 4.1.1. Ubicación de árboles y datos altitudinales

En la investigación, se encontraron un total de 30 materiales, ocho en el Área Natural Protegida Plan de Amayo; cuatro en Upatoro, Chalatenango; uno en San Isidro, Sonsonate; dos en Armenia, Sonsonate; uno en Villa Belén, Apopa, San Salvador; tres en San Pedro, Chirilagua, San Miguel; cuatro en La Bermuda, Suchitoto, Cuscatlán, tres en El Área Natural Protegida de Nancuchiname, San Marcos Lempa, Usulután; tres en San Laureano, Ciudad Delgado, San Salvador y uno en la UES, San Salvador (Anexo 4).

Las altitudes a las que se encontraron los materiales de ojushte, oscilan entre 3 a 750 msnm, siendo el material Nancuchiname 1, el que se encontró en menor elevación, y el material UES 1, encontrado en la Piscigranja de la Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, fue el que se encontró a una mayor elevación.

#### 4.1.2. Hábito de crecimiento de los arboles

Durante las investigación realizadas, se encontraron las formas siguientes de crecimiento: irregular, ovobado, semicircular, circular, rectangular y piramidal (Cuadro 8). La formación irregular, ovobado, semicircular y circular, probablemente se debe a un daño físico (ocasionado por viento, ramoneo y podas) en la parte apical de la planta, lo que estimuló el desarrollo de las ramas laterales, que dieron origen a las formas encontradas. Mientras que las formaciones rectangular y piramidal, se debe en gran medida a la sombra generada por el dosel del bosque, que obligó a que los árboles buscaran la luz solar.

En el cuadro 9, se observa que un 43.3% de los materiales encontrados presentaron un hábito de crecimiento irregular, y que solo un 3.3% corresponde a un hábito circular. Asimismo Rodríguez y Gutiérrez (2012), en la caracterización morfoagronómica *in situ* de aguacate criollo (*Persea americana Miller*), obtuvieron que el 50% de los árboles

presentaron una forma de crecimiento irregular y que solo un 6.25% mostró una forma semicircular.

#### **4.1.3. Forma de gamba.**

En el cuadro 8, se detallan las formas de gamba encontradas, las cuales son: I, II, III, IV, y V; asimismo, en el cuadro 9, se observa que un 64% de los árboles encontrados presentaron una forma IV, esta se caracterizó por mostrar las dimensiones siguientes: altura mayor a 1.5 m, largo horizontal de 0.5 m, y forma angular; mientras que un 3% de los materiales corresponden a las forma I y V respectivamente.

Al respecto, la clave para el descriptor de ojushte propuesto por la FAO, solamente hace mención de las primeras cuatro formas; por lo que en esta investigación se encontró la forma V, correspondiente al árbol Upatoro 4 (Cuadro 8), el cual presentó gambas de 0.75 m de altura, largo horizontal de 0.40 m y forma achatada.

#### **4.1.4. Color de tallo.**

Se encontraron dos coloraciones diferentes, las cuales son: café claro – grisáceo y café oscuro – grisáceo (cuadro 8), en donde el 76.66% de los árboles presentaron tallo color café oscuro – grisáceo, mientras que el 23.3% presento una coloración café claro – grisáceo (Cuadro 9). Al respecto Witsberguer *et al* (1982) hace mención de una sola coloración de la especie, la cual es: café oscuro – grisáceo; mientras que Morales y Herrera (2009) hacen mención de una coloración diferente, que es gris clara a parda.

Es necesario mencionar que los materiales que presentaron tallo color café claro – grisáceo, fructifican en la época seca e inicios de la época lluviosa; como el caso de los materiales San Isidro 2 y San Isidro 3 (Cuadro 8), que pertenecen a la época de transición seca – lluviosa y presentan la coloración de tallo antes mencionada. Mientras que Witsberguer *et al* (1982), Morales y Herrera (2009) citados en el párrafo anterior, mencionan una solo coloración y no hacen énfasis si es para árboles de época seca o lluviosa.

#### **4.1.5. Color de fruto**

Respecto al color del fruto (Cuadro 8 y 9), se determinó que en el país existen tres colores diferentes, los cuales son: amarillo, rojo y verde. Asimismo, se aprecia que el 73.4% de los materiales encontrados presentaron fruto color verde, 13.3% frutos rojo, y el 13.3% a frutos amarillo. Los materiales amarillos y rojos, pertenecen a la época seca e inicio de la época

lluviosa, mientras que los frutos verdes pertenecen a la época lluviosa. Al respecto Mendoza y Santillana (2012) mencionan que el fruto presenta una coloración verde amarillento a anaranjado o rojo en completa madurez, cubierta en la superficie de numerosas escamas blancas, pero no aclaran en que época producen dichos materiales.

#### 4.1.6. Época de floración

En el país, el *Brosimum alicastrum* florece entre los meses de noviembre a junio aproximadamente (Cuadro 10), por otra parte los meses de mayor floración son: diciembre – febrero (para árboles de época seca) y abril – mayo (para árboles de época lluviosa); al respecto CATIE (2003) menciona un intervalo de floración bastante similar que ocurre entre noviembre y mayo, y que en algunas áreas de Honduras puede continuar durante todo el año, pero sin hacer énfasis en los meses de mayor de floración respecto a las épocas.

Un punto importante en la fenología de la especie es el inicio de floración – madurez frutos (período de fructificación); según lo observado en los árboles encontrados correspondientes a la época seca, el tiempo que se da entre las dos etapas fenológicas es 60 a 75 días aproximadamente (Cuadro 10). Asimismo Puleston, citado por Aragón (1990) menciona que el período de fructificación del *Brosimum* dura de 50 a 75 días.

#### 4.1.7. Época de cosecha

En el cuadro 8, 9 y 10, se observa que el 73.33% de los árboles encontrados, corresponden a la época lluviosa (63.33% invierno temprano (mayo - junio) y 10% invierno intermedio (julio – agosto)) y que un 26.6 % corresponde a la época seca (10% verano intermedio (enero – febrero) y 16.6% verano tardío (marzo – abril)).

Asimismo, se determinó que la cosecha ocurre entre los meses de enero – agosto (Cuadro 10), y que los meses de mayor abundancia para las dos épocas son: febrero – marzo (árboles de época seca) y junio – julio (para árboles de época lluviosa). Al respecto, Morales y Herrera 2009, mencionan que el periodo de mayor abundancia de ojushte, es en los meses de enero – junio.

En el párrafo anterior Morales y Herrera (2009) mencionan un intervalo de cosecha similar al encontrado durante la investigación, el cual varía únicamente por un mes; mientras que CATIE (2003) menciona que la fructificación ocurre de febrero a octubre en América Central, el cual no coincide con los hallazgos obtenidos en el país, ya que hace mención de dos



meses (septiembre - octubre) en los cuales no se encontró árboles en producción, probablemente hace referencia a otros lugares de la región.

#### 4.1.8. Duración de cosecha en un árbol de ojushte

Se observó y monitoreó los árboles UES 1 (abril – mayo) y Plan de Amayo 2 (febrero – marzo), en los cuales la cosecha (periodo que cae el fruto del árbol al suelo), tiene una duración de un mes aproximadamente; respecto a esta variante, no se encontró literatura, por lo que no se pudo confrontar con otros investigadores.

Cuadro 8. Características morfológicas y fenológicas de materiales de ojushte.

Código	Forma de gamba	color de tallo	habito de crecimiento	Época de producción	Color de fruto
Plan de Amayo 1	IV	café claro-grisáceo	Irregular	verano intermedio	amarillo
Plan de Amayo 2	IV	café claro-grisáceo	irregular	verano intermedio	rojo
Zunsal 1	IV	café claro-grisáceo	Obovado	verano intermedio	rojo
Zunsal 2	IV	café claro-grisáceo	Rectangular	verano tardío	amarillo
Plan de Amayo 3	IV	café oscuro - grisáceo	Obovado	verano tardío	verde
Plan de Amayo 4	IV	café oscuro - grisáceo	Obovado	invierno temprano	verde
Plan de Amayo 5	IV	café oscuro - grisáceo	Obovado	invierno temprano	verde
Plan de Amayo 6	IV	café oscuro - grisáceo	Irregular	invierno temprano	verde
Upatoro 1	IV	café oscuro - grisáceo	Rectangular	invierno temprano	verde
Upatoro 2	IV	café oscuro - grisáceo	Rectangular	invierno temprano	verde
Upatoro 3	IV	café oscuro - grisáceo	Rectangular	invierno temprano	verde
Upatoro 4	V	café oscuro - grisáceo	Irregular	invierno temprano	verde
San Isidro 1	IV	café oscuro - grisáceo	semicircular	verano tardío	amarillo
San Isidro 2	III	café oscuro - grisáceo	circular	verano tardío	rojo
San Isidro 3	IV	café claro-grisáceo	Obovado	verano tardío	rojo
Villa Belén 1	II	café oscuro - grisáceo	semicircular	invierno temprano	verde
San Pedro 1	IV	café claro-grisáceo	Irregular	invierno temprano	verde
San Pedro 2	II	café oscuro - grisáceo	Irregular	invierno temprano	verde
San Pedro 3	II	café claro-grisáceo	Irregular	invierno temprano	verde
La Bermuda 1	IV	café oscuro - grisáceo	Obovado	invierno temprano	verde
La Bermuda 2	IV	café oscuro - grisáceo	Irregular	invierno temprano	verde
La Bermuda 3	IV	café oscuro - grisáceo	Irregular	invierno temprano	verde
La Bermuda 4	IV	café oscuro - grisáceo	semicircular	invierno intermedio	verde
Nancuchiname 1	III	café oscuro - grisáceo	piramidal	invierno intermedio	verde
Nancuchiname 2	III	café oscuro - grisáceo	piramidal	invierno intermedio	verde
Nancuchiname 3	III	café oscuro - grisáceo	Irregular	<b>invierno temprano</b>	<b>verde</b>
San Laureano 1	II	café oscuro - grisáceo	piramidal	invierno temprano	verde
San Laureano 2	II	café oscuro - grisáceo	Irregular	invierno temprano	verde
San Laureano 3	IV	café oscuro - grisáceo	irregular	invierno temprano	verde
UES 1	I	café oscuro - grisáceo	irregular	invierno temprano	verde

Cuadro 9. Frecuencia absoluta y relativa para caracteres cualitativos.

<b>Variable</b>	<b>Característica</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Frecuencia %</b>
<b>Habito crecimiento</b>	Irregular	13	43.30
	Ovobado	6	20.00
	Rectangular	4	13.30
	semicircular	3	10.00
	circular	1	3.30
	piramidal	3	10.00
<b>Total</b>		<b>30</b>	<b>100</b>
<b>Floración y cosecha</b>	verano intermedio	3	10.00
	verano tardío	5	16.60
	invierno temprano	19	63.33
	invierno intermedio	3	10.00
<b>Total</b>		<b>30</b>	<b>100</b>
<b>Forma de gambas</b>	I	1	3.30
	II	5	16.60
	III	4	13.30
	IV	19	63.30
	V	1	3.30
<b>Total</b>		<b>30</b>	<b>100</b>
<b>Color de tallo</b>	Café claro - grisáceo	7	23.30
	Café oscuro - grisáceo	23	76.66
<b>Total</b>		<b>30</b>	<b>100</b>
<b>Color de fruto</b>	amarillo	4	13.3
	rojo	4	13.3
	verde	22	73.4
<b>Total</b>		<b>30</b>	<b>100</b>

Cuadro 10. Cronograma de floración y cosecha de ojushte.

numero correlativo de árbol	Épocas de floración y cosecha de diferentes materiales de ojushte																								
	Enero	Febrero		Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre												
	Verano intermedio				Verano tardío				Invierno temprano				Invierno intermedio		Invierno tardío		Verano temprano								
1	-	-	-	x	x	x	x											-	-	-	-	-			
2	-	-	-	-	-	-	x	x	x	x													-	-	
3	-	-	-	-	-	-	x	x	x	x														-	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	x	x	x	x													
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																									

-	-	Época de floración
X	x	Época de cosecha

#### **4.1.9. Disposición de fruto en rama**

Se monitoreo el árbol UES1, para conocer un poco más de la esta especie en cuanto a flor y fruto; las disposición de dichas estructuras en el eje de las ramas es axilar, ubicándose sobre las yemas que se encuentran en la base del peciolo (Anexo 5).

#### **4.1.10. Forma de fruto y semilla**

##### **4.1.10.1. Forma fruto.**

En los cuadros 11 y 12, se observa que se encontraron tres formas de fruto, los cuales son obloide, oblongo y esferoide; asimismo, se detalla que un 73% de los árboles encontrados, presentaron frutos con forma obloide, 20% oblongo y solo un 7% frutos con forma esferoide. Por otra parte Morales y Herrera (2009), Mendoza y Santillana (2012) solamente hacen mención de una forma, la cual es: esferoide; por lo que se encontraron dos formas diferentes.

##### **4.1.10.2. Forma de semilla**

El 100% de los árboles, presentaron semillas con forma obloide, cubiertas por una testa de color café claro, cotiledones color verde oscuro, que al sufrir un daño físico, emana un liquido blanco, semejante a la leche (Cuadro 11 y 12). A diferencia de lo anterior Aragón (1990), Mendoza y Santillana (2012), Morales y Herrera (2009) mencionan que la semilla es de forma redonda a obloide, rodeada de cubierta papirácea (testa) color café – blanquecino.

##### **4.1.11. Forma de la hoja**

En cuanto a la forma de la hoja, se encontró que 18 árboles presentaron hojas con forma oblonga – lanceolada y 12 con forma elíptica (cuadro 11 y 12). Estos resultados coinciden con los mencionados por Peters, citado por Mendoza y Santillana (2012) en donde hace mención de las formas: oblonga – lanceolada a ovadas o elípticas.

##### **4.1.12. Forma del ápice de hoja y tipo de borde**

Se determinó que el 100% de los árboles encontrados presentaron una forma de hoja cuspidada. Asimismo se observó que todos los árboles presentaron un borde de hoja liso (Cuadro 12).

#### 4.1.13. Color de hoja

En cuanto al color de la hoja, resultó que el 53.33% de los árboles presentaron la siguiente coloración 7.5 GY 3/4, un 23.33% coloración 7.5 GY 4/6, y el otro 23.33% una coloración 7.5 GY 4/4 (Cuadro 11 y 12).

Valores afines encontraron Rodríguez y Gutiérrez (2012) en la caracterización morfoagronómica *in situ* de aguacate criollo (*Persea americana Miller*), en donde el 46.6% de los árboles mostraron una coloración 7.5 GY 3/4, y un 13.33% presentó una coloración 7.5 GY 4/4.

#### 4.1.14. Pubescencia en el envés

Los materiales que presentaron un envés glabro fueron los siguientes: Plan de Amayo 1, Plan de Amayo 2, Zunsal 1, Zunsal 2, Isidro 1, Isidro 2, Isidro 3 (cuadro 11). Mientras que el resto presentó un envés escasamente pubescente. Una observación realizada durante la investigación fue que la mayoría de estos materiales fructificaron en la época seca o inicio de la época lluviosa, a excepción del árbol Plan de Amayo 3, que fructificó en la misma época del árbol Zunsal 2, pero que presentó un envés escasamente pubescente; con lo antes descrito no se trata de afirmar que los de época seca presentan un envés glabro, ya que no se muestreo un número significativo de árboles para poder afirmar lo mencionado con mayor certeza. Asimismo Witsberguer *et al* (1982), menciona que el envés de la hoja de ojushte puede ser glabro o escasamente pubescente.

Cuadro 11. Morfología de fruto, semilla y hoja.

Código	Forma de fruto	Forma de semilla	Forma d hoja	Envés	Forma de ápice	Color de testa
Amayo 1	obloide	obloide	elíptica	Glabro	cuspidado	café claro
Amayo 2	Oblongo	obloide	elíptica	Glabro	cuspidado	café claro
Zunsal 1	obloide	obloide	elíptica	Glabro	cuspidado	café claro
zunsal 2	obloide	obloide	elíptica	Glabro	cuspidado	café claro
Amayo 3	obloide	obloide	oblanga - laceolada	Escasamente pubescente	cuspidado	café claro
Amayo 4	obloide	obloide	oblanga - laceolada	Escasamente pubescente	cuspidado	café claro
Amayo 5	obloide	obloide	oblanga - laceolada	Escasamente pubescente	cuspidado	café claro
Amayo 6	obloide	obloide	oblanga - laceolada	Escasamente pubescente	cuspidado	café claro
Upatoro 1	obloide	obloide	oblanga - laceolada	Escasamente pubescente	cuspidado	café claro
Upatoro 2	obloide	obloide	oblanga - laceolada	Escasamente pubescente	cuspidado	café claro
Upatoro 3	obloide	obloide	elíptica	Escasamente pubescente	cuspidado	café claro
Upatoro 4	obloide	obloide	oblanga - laceolada	Escasamente pubescente	cuspidado	café claro
Isidro 1	obloide	obloide	elíptica	Glabro	cuspidado	café claro
Isidro 2	obloide	obloide	elíptica	Glabro	cuspidado	café claro
Isidro 3	obloide	obloide	elíptica	Glabro	cuspidado	café claro
Belén 1	oblongo	obloide	oblanga - laceolada	Escasamente pubescente	cuspidado	café claro
San Pedro 1	oblongo	obloide	oblanga - laceolada	Escasamente pubescente	cuspidado	café claro
San Pedro 2	obloide	obloide	oblanga - laceolada	Escasamente pubescente	cuspidado	café claro
San Pedro 3	obloide	obloide	elíptica	Escasamente pubescente	cuspidado	café claro
Suchitoto 1	obloide	obloide	oblanga - laceolada	Escasamente pubescente	cuspidado	café claro
Suchitoto 2	obloide	obloide	elíptica	Escasamente pubescente	cuspidado	café claro
Suchitoto 3	obloide	obloide	oblanga - laceolada	Escasamente pubescente	cuspidado	café claro
Suchitoto 4	esferoide	obloide	elíptica	Escasamente pubescente	cupidado	café claro
Nancuchiname 1	esferoide	obloide	oblanga - laceolada	Escasamente pubescente	cuspidado	café claro
Nancuchiname 2	oblongo	obloide	oblanga - laceolada	Escasamente pubescente	cuspidado	café claro
Nancuchiname 3	obloide	obloide	oblanga - laceolada	Escasamente pubescente	cuspidado	café claro
Laureano 1	oblongo	obloide	oblanga - laceolada	Escasamente pubescente	cuspidado	café claro
Laureano 2	oblongo	obloide	oblanga - laceolada	Escasamente pubescente	cuspidado	café claro
Laureano 3	obloide	obloide	elíptica	Escasamente pubescente	cuspidado	café claro
UES 1	obloide	obloide	oblanga - laceolada	Escasamente pubescente	cuspidado	café claro

Cuadro 12. Frecuencia absoluta y relativa para caracteres cualitativos.

<b>Variables</b>	<b>Características</b>	<b>Cantidad de árboles</b>	<b>Frecuencia relativa %</b>
<b>forma de fruto</b>	Obloide	22	73.33
	Oblongo	6	20.00
	Esferoide	2	6.66
<b>Total</b>		<b>30</b>	<b>100</b>
<b>Forma de semilla</b>	<b>Obloide</b>	<b>30</b>	<b>100</b>
<b>Color de testa</b>	<b>café claro</b>	<b>30</b>	<b>100</b>
<b>Color de hoja</b>	7.5 GY 4/6	7	23.33
	7.5 GY ¾	16	53.33
	7.5 GY 4/4	7	23.33
<b>Total</b>		<b>30</b>	<b>100</b>
<b>Filotaxis</b>	<b>Alternata</b>	<b>30</b>	<b>100</b>
<b>Forma de hoja</b>	Elíptica	12	40
	Obovada	18	60
<b>Total</b>		<b>30</b>	<b>100</b>
<b>Envés</b>	Glabro	7	23.30
	Escasamente pubescente	23	76.67
<b>Total</b>		<b>30</b>	<b>100</b>
<b>Borde de hoja</b>	<b>Liso</b>	<b>30</b>	<b>100</b>
<b>Forma de ápice</b>	<b>Cuspidado</b>	<b>30</b>	<b>100</b>
<b>Nervadura de hoja</b>	<b>Penninervia</b>	<b>30</b>	<b>100</b>

## 4.2. Análisis descriptivo de variables cuantitativas

### 4.2.1. Edad de arboles.

En la figura 7 y cuadro 13, se observa que el árbol Upatoro 3 presentó la mayor edad con 175 años, y el material San Laureano 2 mostró la menor edad con 25 años. Asimismo la edad promedio fue de 89 años, la desviación estándar de 38 años y el coeficiente de variación de 42.87%, lo que indicó que existe bastante heterogeneidad dentro de los árboles para esta variable. Por otra parte el 70% de los árboles se encentraron dentro del rango de edad de 51 – 127 años. Es necesario mencionar que esta variante fue estimada por los propietarios y recolectores de semilla.

Resultados parecidos fueron encontrados por Torres (2007), en la identificación y caracterización *in situ* de germoplasma de mamey (*Mammea americana* L.), determinó que la edad de los árboles fluctuó entre los ocho y 75 años y que la edad promedio fue de 30 años.

### 4.2.2. Diámetro del tronco a la altura del pecho (DAP)

En la figura 8, se observa que el material La Bermuda 4 presentó el mayor valor, el cual es de 197 cm, mientras que el árbol San Laureano 1, mostró el menor valor con 35.20 cm; por otra parte en el cuadro 13, se observa que el diámetro promedio del tronco a la altura del pecho, de los 30 árboles fue de 102.29 cm, con una desviación de 36.97 cm y un coeficiente de variación de 36.14%, lo que implica que el comportamiento de los árboles para esta variable es heterogénea. Asimismo el 80% de los árboles se encontró dentro del rango 65.36 – 139.26 cm.

Al respecto Peters, citado por Mendoza y Santillana (2012) menciona que el *Brosimum alicastrum* es un árbol, con un diámetro a la altura del pecho de 50 a 90 cm y que puede alcanzar hasta 150 cm.

### 4.2.3. Diámetro de copa

El diámetro promedio de los 30 árboles fue de 17 m, la desviación estándar de 4.33 m y el coeficiente de variación de 24.99%, lo que indicó que existe heterogeneidad para esta variante; asimismo el material La Bermuda 4, presentó el mayor diámetro de 25 m y el



material San Pedro 2, mostró el menor valor con 7 m (Figura 9 y cuadro 13). Por otra parte el 73% de los árboles se encontró dentro del rango 12.67 – 21.33 m.

#### 4.2.4. Altura de árbol.

El árbol que presentó mayor altura es La Bermuda 4, la cual es aproximadamente de 45 m, mientras que el UES 1, es el árbol de menor tamaño con una altura de 10 m; asimismo la altura promedio que se obtuvo de los 30 árboles es de 26 m, con una desviación estándar de 6.92 m y un coeficiente de variación de 25.47% (Figura 10 y cuadro 13), lo que implicó que el comportamiento de los árboles para este descriptor es heterogéneo. Por otra parte el 80% de los árboles se encontraron dentro del rango 19 – 33 m. Estos resultados son afines con los mencionados por Peters, citado por Mendoza y Santillana (2012), en donde menciona que el *Brosimum alicastrum* es un árbol de 20 a 30 m, y que puede alcanzar hasta 45 m de altura; asimismo Witsberguer (1982), menciona que el ojushte es un árbol mediano a grande, y que alcanza una altura de 34 m.

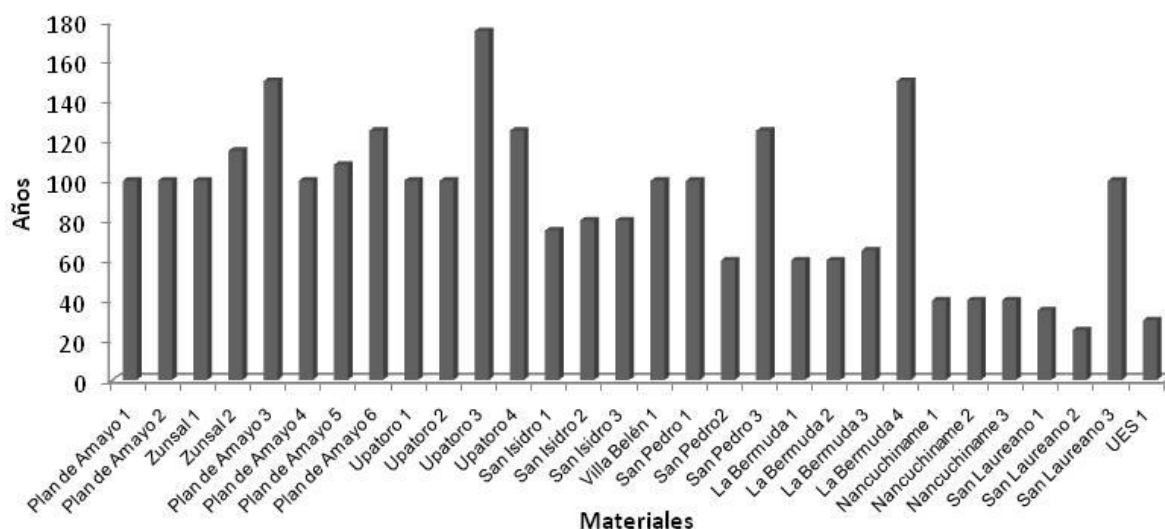


Figura 7. Edad de 30 árboles de ojushte, según estimación de los propietarios.

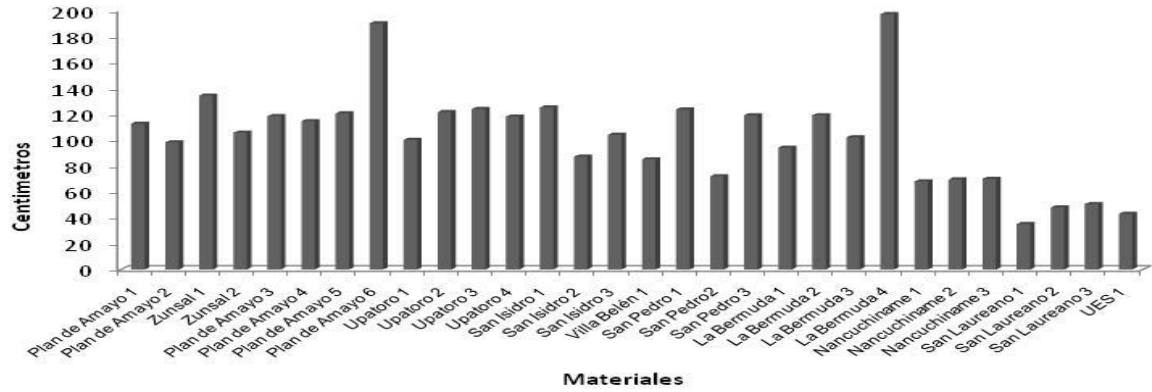


Figura 8. Diámetro a la altura del pecho (DAP), de 30 árboles de ojushte.

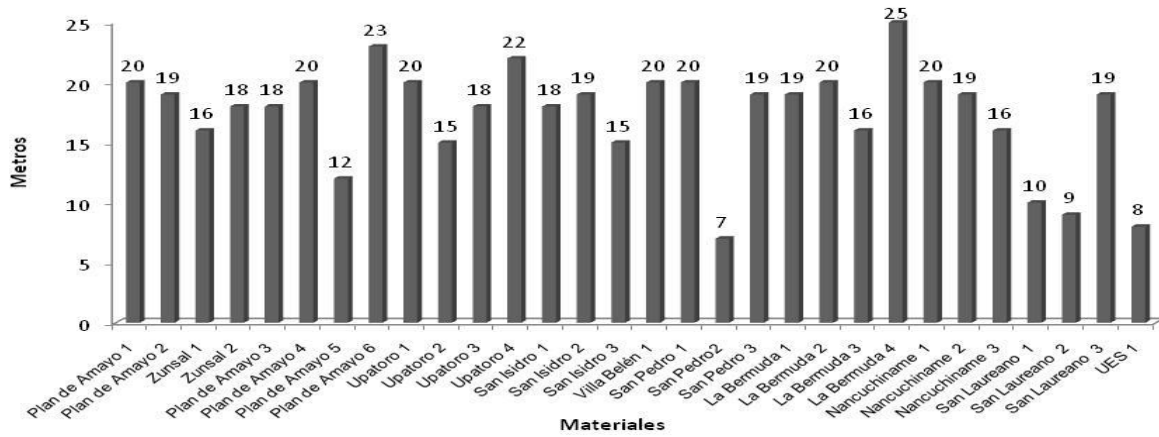


Figura 9. Diámetro de copa de 30 árboles de ojushte.

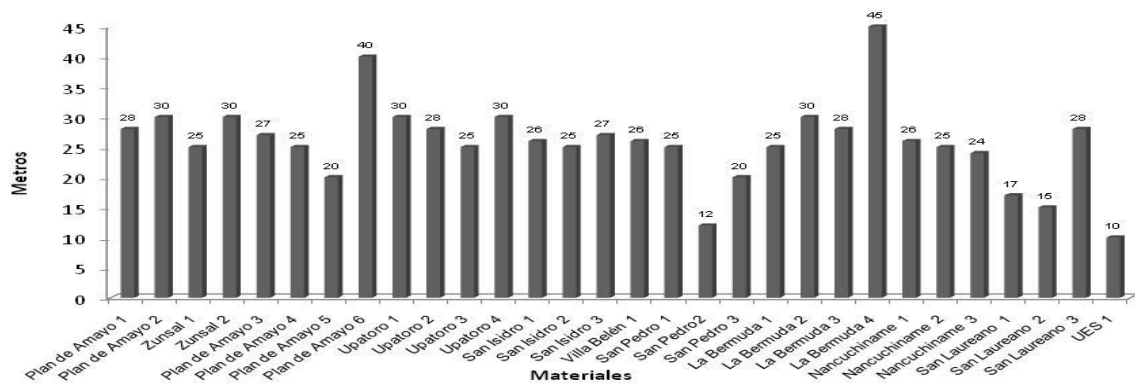


Figura 10. Altura de 30 árboles de ojushte.

Cuadro 13. Características cuantitativas de los árboles.

<b>Código</b>	<b>Edad</b>	<b>DAP cm</b>	<b>Altura m</b>	<b>Diámetro copa</b>
Plan de Amayo 1	100	112.5	28	20
Plan de Amayo 2	100	98.2	30	19
Zunsal 1	100	134.2	25	16
Zunsal 2	115	105.5	30	18
Plan de Amayo 3	150	118.3	27	18
Plan de Amayo 4	100	114.5	25	20
Plan de Amayo 5	108	120.5	20	12
Plan de Amayo 6	125	190	40	23
Upatoro 1	100	100	30	20
Upatoro 2	100	121.5	28	15
Upatoro 3	175	123.8	25	18
Upatoro 4	125	118	30	22
San Isidro 1	75	125	26	18
San Isidro 2	80	87	25	19
San Isidro 3	80	104	27	15
Villa Belén 1	100	85	26	20
San Pedro 1	100	123.5	25	20
San Pedro 2	60	72	12	7
San Pedro 3	125	119	20	19
La Bermuda 1	60	94	25	19
La Bermuda 2	60	119	30	20
La Bermuda 3	65	102	28	16
La Bermuda 4	150	197	45	25
Nancuchiname 1	40	68	26	20
Nancuchiname 2	40	69.5	25	19
Nancuchiname 3	40	70	24	16
San Laureano 1	35	35.2	17	10
San Laureano 2	25	47.9	15	9
San Laureano 3	100	50.5	28	19
UES 1	30	43	10	8
<b>Promedio</b>	<b>89</b>	<b>102.29</b>	<b>26</b>	<b>17</b>
<b>Desviación estándar</b>	<b>38</b>	<b>36.97</b>	<b>6.92</b>	<b>4.33</b>
<b>Coefficiente de variación</b>	<b>42.87</b>	<b>36.14</b>	<b>26.89</b>	<b>25.47</b>

#### 4.2.5. Longitud y ancho de lámina foliar

El árbol que presentó el mayor valor de longitud de hoja es La Bermuda 4, con 20.80 cm, mientras que el material que presentó menor tamaño de lámina es el Nancuchiname 2 con 12.35 cm; por otra parte la longitud promedio de los 30 árboles fue de 15.55 cm, con una desviación estándar de 1.79 cm y un coeficiente de variación de 11.51%, lo que indicó que existe homogeneidad para esta variante (Figura 11 y cuadro 14). Por otra parte el 70% de los árboles presentaron una longitud de hoja dentro del rango 13.76 – 17.34 cm.

El rango antes mencionado, se encuentra dentro de los valores que menciona Peters citado por Mendoza y Santillana (2012) y Witsberguer *et al.* (1982), que es de 4 a 26 cm de largo. Asimismo al valor que menciona Aragón (1990) en la caracterización preliminar de ojushte, realizada en el bosque húmedo sub – tropical cálido de Peten, en donde encontró los valores siguientes: longitud de 10 a 19 cm.

En cuanto al ancho de lámina foliar, el árbol La Bermuda 4, es el que resultó con mayor valor, el cual es de 8.18 cm, mientras que el árbol que resultó con el menor valor fue el Plan de Amayo 1 con 4.26 cm; asimismo el ancho promedio de hoja de los 30 árboles fue de 6.13 cm, con una desviación estándar de 0.84 cm y un coeficiente de variación de 13.70% (Figura 11 y cuadro 14), lo que indicó que el comportamiento de las plantas para esta variante es homogéneo. Por otra parte el 70% de los árboles se encontraron dentro del rango 5.29 – 6.97 cm.

Al respecto Peters, citado por Mendoza y Santillana (2012) menciona los siguientes valores bastante afines de 2 a 7.5 cm de ancho. Asimismo Aragón (1990), en la caracterización preliminar de ojushte, realizada en el bosque húmedo sub – tropical cálido de Peten, encontró los valores afines respecto al ancho de 3 a 8 cm.

#### 4.2.6. Área foliar

En cuanto al área foliar, el mayor valor lo presentó el árbol La Bermuda 4 con 119.61 cm<sup>2</sup>, mientras que el menor valor lo mostro el árbol Plan de Amayo 1, con 39.17 cm<sup>2</sup> (Figura 12); asimismo, el área foliar promedio de los 30 árboles fue de 67.55 cm<sup>2</sup>, con una desviación estándar de 17.97 cm<sup>2</sup> y un coeficiente de variación de 26.60%, lo que implicó que dentro de la población existe heterogeneidad (Cuadro 14). Por otra parte solamente el 33% de la población se encontró dentro del rango 49.58 – 85.52 cm.

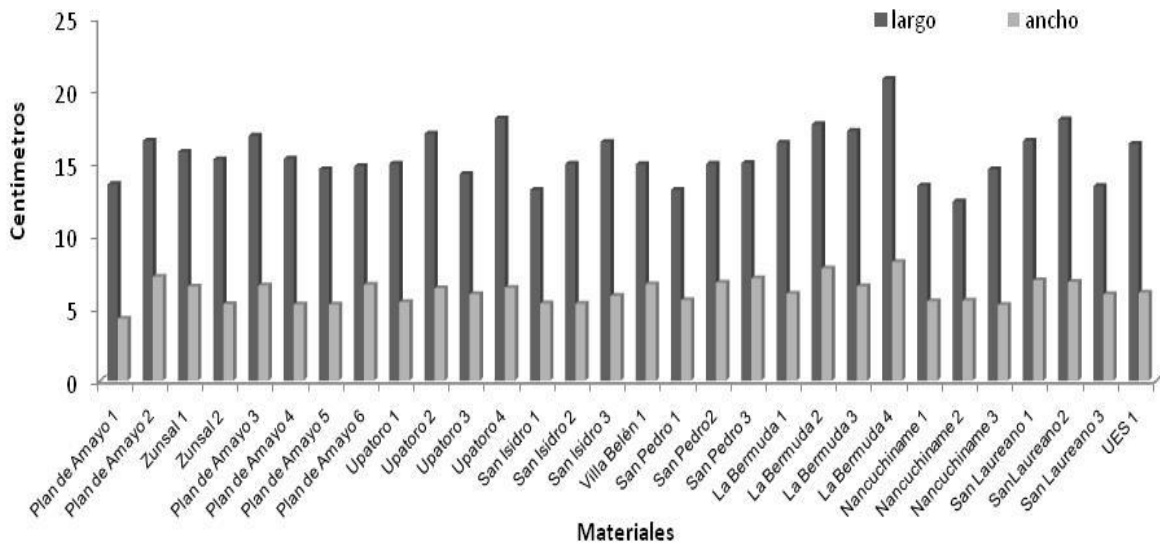


Figura 11. Largo y ancho de hojas de los 30 árboles de ojushte.

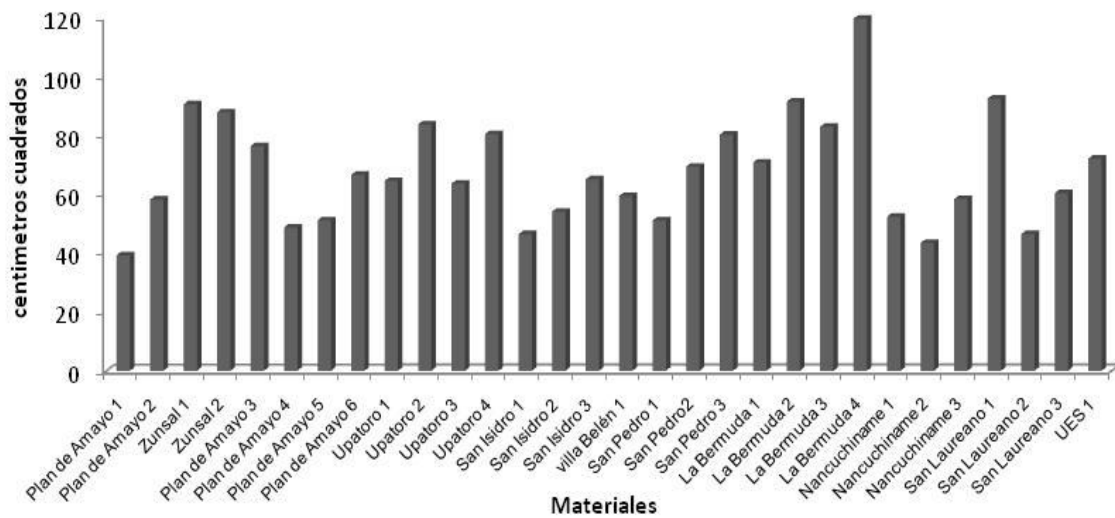


Figura 12. Área foliar de 30 árboles de ojushte.

Cuadro 14. Características cuantitativas de la hoja.

<b>Código</b>	<b>Largo cm</b>	<b>Ancho cm</b>	<b>Área cm<sup>2</sup></b>
Plan de Amayo 1	13.55	4.26	39.17
Plan de Amayo 2	16.54	7.16	58.19
Zunsal 1	15.79	6.49	90.58
Zunsal 2	15.27	5.28	87.82
Plan de Amayo 3	16.89	6.56	76.30
Plan de Amayo 4	15.30	5.24	48.68
Plan de Amayo 5	14.58	5.24	51.12
Plan de Amayo 6	14.78	6.61	66.57
Upatoro 1	14.95	5.40	64.50
Upatoro 2	17.03	6.37	83.71
Upatoro 3	14.25	5.97	63.61
Upatoro 4	18.08	6.41	80.42
San Isidro 1	13.16	5.32	46.45
San Isidro 2	14.95	5.29	54.06
San Isidro 3	16.47	5.84	65.07
Villa Belén 1	14.93	6.65	59.36
San Pedro 1	13.14	5.54	51.07
San Pedro 2	14.96	6.75	69.34
San Pedro 3	15.00	7.05	80.23
La Bermuda 1	16.40	6.00	70.73
La Bermuda 2	17.68	7.74	91.40
La Bermuda 3	17.23	6.51	82.94
La Bermuda 4	20.80	8.18	119.61
Nancuchiname 1	13.45	5.48	52.33
Nancuchiname 2	12.35	5.52	43.47
Nancuchiname 3	14.58	5.23	58.36
San Laureano 1	16.53	6.92	92.49
San Laureano 2	18.02	6.82	46.42
San Laureano 3	13.41	5.95	60.31
UES 1	16.33	6.06	72.09
<b>Promedio</b>	<b>15.55</b>	<b>6.13</b>	<b>67.55</b>
<b>Desviación estándar</b>	<b>1.79</b>	<b>0.84</b>	<b>17.97</b>
<b>Coefficiente de variación %</b>	<b>11.51</b>	<b>13.70</b>	<b>26.60</b>

#### **4.2.7. Diámetro polar y ecuatorial de fruto**

En la figura 13, se observa que el árbol Plan de Amayo 4, presentó los mayores valores de diámetro ecuatorial y polar de fruto, con 2.31 y 2.34 cm, respectivamente; por otra parte, el menor diámetro lo presentó el material Plan de Amayo 3, con valores que van de 1.43 a 1.23 cm. Por otra parte en el cuadro 15, se observa que el diámetro ecuatorial promedio de los 30 árboles fue de 2.06 cm, con una desviación estándar de 0.22 cm y un coeficiente de variación de 10.67%, lo que indicó que el comportamiento para dicha variante es bastante homogénea, asimismo el 85% de los árboles se encuentra dentro del rango 1.84 – 2.28 cm; mientras que el diámetro polar promedio fue de 1.97, con una desviación estándar de 0.28 cm y un coeficiente de variación de 14.21%, lo que implica que el comportamiento de los árboles para esta variante es homogénea, por otra parte el 79% de los arboles se encuentran dentro del rango 1.69 – 2.25 cm. Valores similares del diámetro de fruto mencionan Morales y Herrera (2009), y Mendoza y Santillana (2012) de 2 a 3 cm.

Al respecto Aragón (1990) en la caracterización preliminar de ojushte, realizada en el bosque húmedo sub – tropical cálido de Peten, determinó que el diámetro promedio del fruto fue de 2.27 cm, con un mínimo de 1.9 cm y máximo 3.0 cm, con una desviación estándar de 0.20 cm, sin especificar si dichos valores son referidos a diámetros polares o ecuatoriales.

#### **4.2.8. Peso de fruto**

El árbol Nancuchiname 1, presentó el mayor peso, con 4.467 g, mientras que el menor valor lo mostró el árbol Plan de Amayo 3, con 2.719 g (Figura 14 y cuadro 15). El peso promedio de frutos de los 14 árboles fue de 3.58 g, con una desviación estándar de 0.46 g y coeficiente de variación de 12.84%, lo que indicó que dentro de la población de árboles existe homogeneidad para esta variante. Asimismo el 79% de los árboles se encontraron dentro de un rango de 3.12 – 4.04 g.

Es necesario mencionar que una característica sobresaliente e importante del material Nancuchiname 1, es que presenta frutos con dos semillas, y a la vez con una sola semilla; la presencia de esos frutos con dos semillas es la que influye directamente en el peso antes mencionado, ya que fueron tomados al azar frutos con esas características para determinar el peso promedio. Dicha característica probablemente se debe a una mutación del árbol en su código genético.

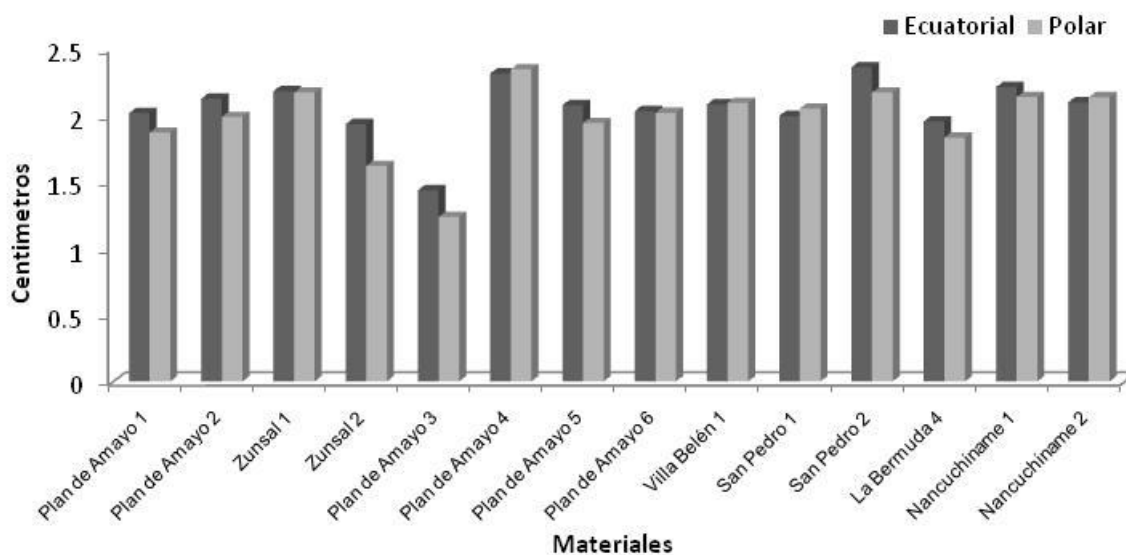


Figura 13. Diámetro polar y ecuatorial del fruto de 14 árboles de ojushte.

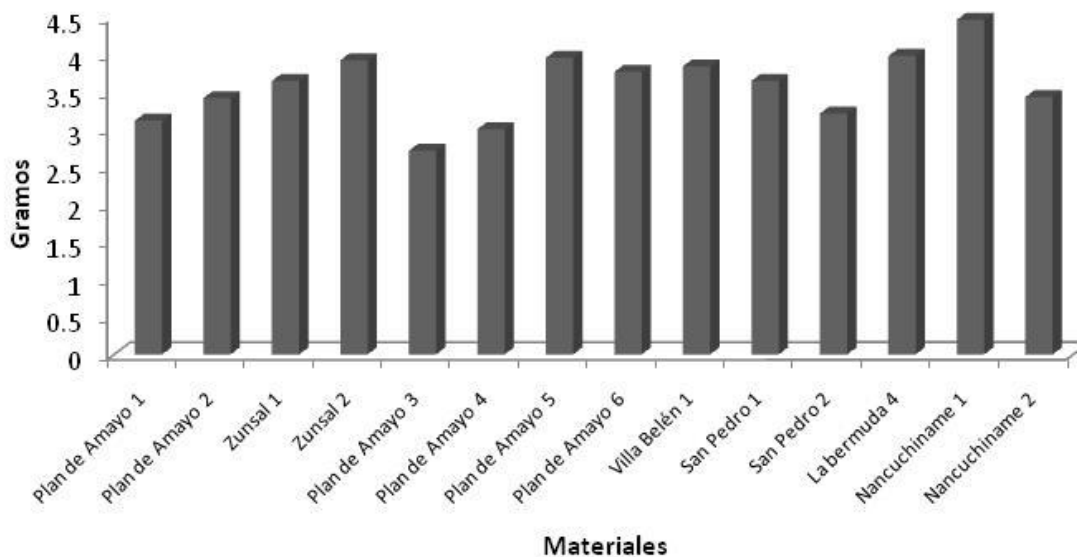


Figura 14. Peso promedio de fruto de 14 árboles de ojushte.



Cuadro 15. Pesos y diámetros de frutos de ojushte.

Código	Peso	Polar	
	(g)	Ecuatorial (cm)	(cm)
Plan de Amayo 1	3.12	2.01	1.86
Plan de Amayo 2	3.42	2.12	1.98
Zunsal 1	3.65	2.18	2.17
Zunsal 2	3.92	1.93	1.61
Plan de Amayo 3	2.71	1.43	1.23
Plan de Amayo 4	3.00	2.31	2.34
Plan de Amayo 5	3.95	2.07	1.94
Plan de Amayo 6	3.77	2.03	2.01
Villa Belén 1	3.84	2.08	2.09
San Pedro 1	3.65	1.99	2.05
San Pedro 2	3.21	2.36	2.17
La Bermuda 4	3.98	1.95	1.83
Nancuchiname 1	4.46	2.21	2.13
Nancuchiname 2	3.43	2.09	2.13
<b>Promedio</b>	<b>3.58</b>	<b>2.06</b>	<b>1.97</b>
<b>Desviación estándar</b>	<b>0.46</b>	<b>0.22</b>	<b>0.28</b>
<b>Coefficiente de variación</b>	<b>12.84</b>	<b>10.67</b>	<b>14.21</b>

#### 4.2.9. Diámetro polar y ecuatorial de semilla

El material que presentó el mayor diámetro polar fue el Zunsal 1, con 1.40 cm, por otra parte el árbol San Isidro 1, presentó el menor diámetro con 0.94 cm; asimismo el diámetro polar promedio fue de 1.16 cm, desviación estándar de 0.14 cm y coeficiente de variación de 12%, lo que implicó que dentro de la población existe homogeneidad para esta variante (Figura 15 y cuadro 16). Por otra parte el 61% de los arboles se encontró dentro del rango 1.02 – 1.3 cm. Al respecto Mendoza y Santillana (2012), mencionan valores muy afines, que es de 0.9 a 1.3 cm de diámetro polar.

El árbol Zunsal 1, presentó el mayor diámetro ecuatorial con 1.77 cm, seguido del San Laureano 1 con un valor de 1.75 cm; asimismo el árbol Plan de Amayo 3, presentó el menor diámetro con 1.24 cm (Figura 15 y cuadro 16), por otra parte el diámetro ecuatorial promedio de los 23 árboles fue de 1.50 cm, con una desviación estándar de 0.15 cm y un coeficiente de variación de 10%, lo que indicó que existe homogeneidad para esta variante;. Asimismo el 65% de los árboles se encontraron dentro del rango 1.35 – 1.65 cm. Al respecto Mendoza y Santillana (2012) mencionan valores afines a los encontrados, los cuales son 1.6 a 2.0 cm de diámetro ecuatorial.

#### 4.2.10. Peso de semilla

El árbol Plan de Amayo 2, presentó el mayor valor, con 1.94 g mientras que en menor valor lo mostro el árbol San Isidro 1, con 1.11g (Figura 16). Asimismo en el cuadro 16, se observa que el peso promedio de los 23 árboles fue de 1.59 g con una desviación estándar de 0.22 g y un coeficiente de variación de 14%, ello implica que existió mayor homogeneidad en esta variante. Por otra parte 70% de los árboles se encontraron dentro del rango 1.37 – 1.81 g. Los resultados obtenidos, son afines a los mencionados por CATIE (2003), en donde hace mención del valor 1.11 – 0.83 g.

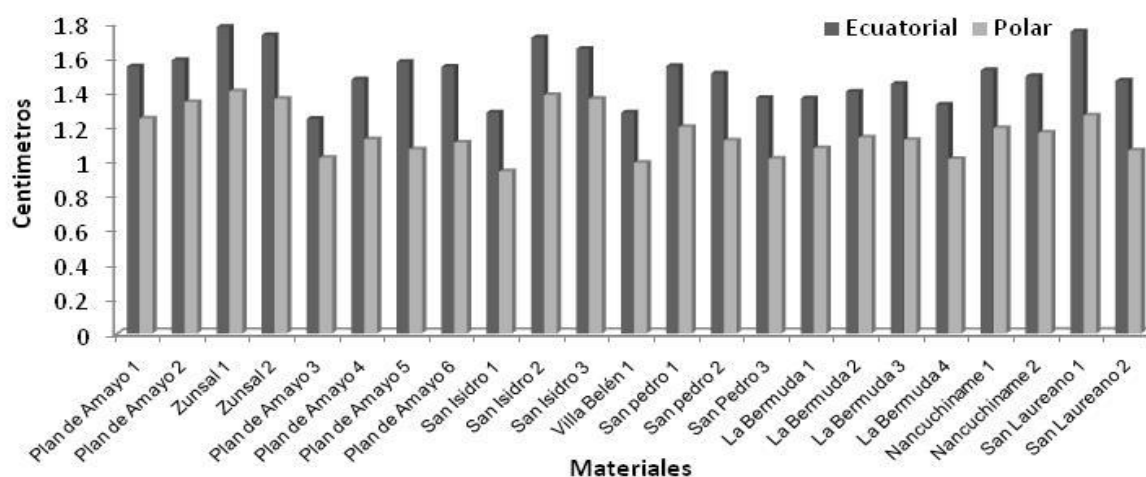


Figura 15. Diámetro polar y ecuatorial de la semilla de 23 árboles de ojushte.

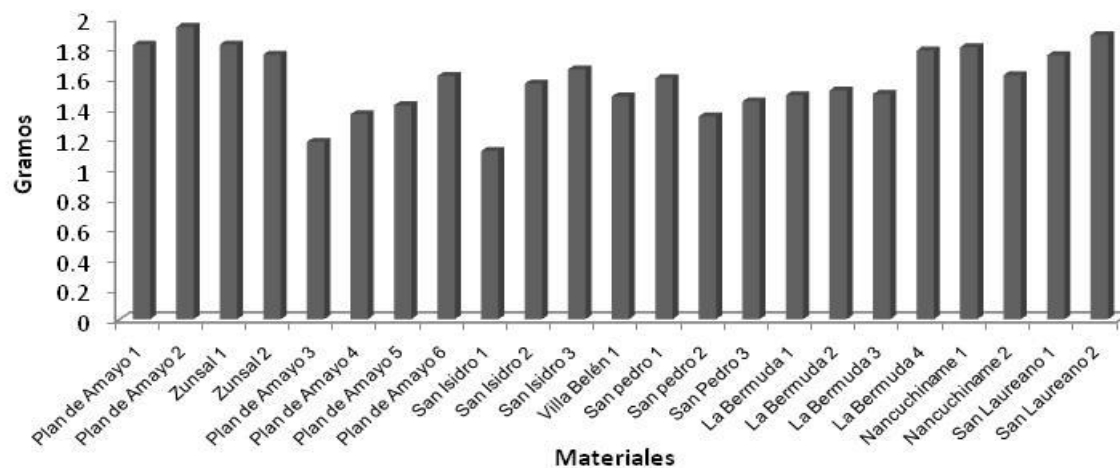


Figura 16. Peso de semilla de 23 árboles de ojushte.

Cuadro 16. Peso y diámetros de semillas de ojushte.

Código	Diámetro de semilla (cm)		peso de semilla g
	Ecuatorial	Polar	
Plan de Amayo 1	1.54	1.24	1.82
Plan de Amayo 2	1.58	1.34	1.94
Zunsal 1	1.77	1.40	1.82
Zunsal 2	1.72	1.36	1.75
Plan de Amayo 3	1.24	1.01	1.17
Plan de Amayo 4	1.47	1.12	1.36
Plan de Amayo 5	1.57	1.06	1.42
Plan de Amayo 6	1.54	1.10	1.61
San Isidro 1	1.28	0.94	1.11
San Isidro 2	1.71	1.38	1.56
San Isidro 3	1.65	1.36	1.65
Villa Belén 1	1.28	0.99	1.47
San Pedro 1	1.55	1.19	1.60
San Pedro 2	1.50	1.11	1.34
San Pedro 3	1.36	1.01	1.44
La Bermuda 1	1.36	1.07	1.48
La Bermuda 2	1.40	1.13	1.51
La Bermuda 3	1.44	1.12	1.49
La Bermuda 4	1.32	1.01	1.78
Nancuchiname 1	1.52	1.19	1.80
Nancuchiname 2	1.49	1.16	1.62
San Laureano 1	1.75	1.26	1.75
San Laureano 2	1.46	1.06	1.88
<b>Promedios</b>	<b>1.50</b>	<b>1.16</b>	<b>1.59</b>
<b>Desviación estándar</b>	<b>0.15</b>	<b>0.14</b>	<b>0.22</b>
<b>Coefficiente de variación %</b>	<b>10</b>	<b>12</b>	<b>14</b>

## **4.2.11. Análisis bromatológico**

### **4.2.11.1. Humedad parcial y total**

El material que presentó mayor humedad parcial fue el San Isidro 3, con un valor de 85.49%, mientras que el menor valor lo mostró el árbol Plan de Amayo 2, con un valor de 31.8% (Figura 17). En el cuadro 17, se observa que la humedad parcial promedio en las semillas de los 23 árboles fue de 22.72%, con una desviación estándar de 10.68% y un coeficiente de variación del 47%, ello implica que existió mayor heterogeneidad en los árboles, respecto a esta variante, probablemente en el resultado influyó de manera directa, al estado de la semilla al momento de la recolección y el manejo de esta previo a la toma de humedad. Por otra parte únicamente el 4% de los árboles se encuentra dentro del rango 12.04 – 33.4 %.

En la figura 18, se observa que el árbol La Bermuda 3, presentó el mayor valor con 9.97% de humedad total, mientras que el menor valor lo refleja el material Isidro 3, con 7.34%. Por otra parte en el cuadro 17, se observa que la humedad total promedio en las semillas de los 23 árboles fue de 8.58%, con una desviación estándar de 0.69% y un coeficiente de variación de 8%, lo anterior indica que dentro de la población existe mayor homogeneidad para esta variante; por otra parte el 73% de los árboles se encuentran dentro del rango 7.89 – 9.27 %.

### **4.2.11.2. Proteína cruda**

En la figura 19 y cuadro 17, se observa que el material San Isidro 3, presentó mayor valor de proteína, con 14.89 %, mientras que el árbol Plan de Amayo 1, mostró el menor valor, con 11.55%. Además el contenido promedio de proteína en las semillas de los 23 árboles fue de 13.12%, con una desviación estándar de 0.87%, y coeficiente de variación de 6.63%, por lo que se deduce que existió un comportamiento bastante homogéneo en los árboles, respecto a esta variante. Asimismo el 65% de los árboles se encuentran dentro del rango 12.25 – 13.99 %.

Similares valores menciona Asenjo *et al*, citado por Arévalo (2010) en donde indica que la semilla de ojushte se caracteriza por un alto contenido de proteína el cual va desde un 10% hasta un 16%.

Por otra parte, Bello citado por Medina (2006) menciona que el grano de frijol, dependiendo de la variedad, puede presentar un valor de proteína entre el 16-30%. Mientras que el maíz presenta un valor de 8.88%, el cual es 4.24% más bajo que el promedio del ojushte, mencionado anteriormente.

#### 4.2.11.3. Fibra cruda

El árbol que presentó el mayor valor fue el Plan de Amayo 6, con un valor de 14.2%, mientras que el menor valor lo mostró el árbol Plan de Amayo 1, con 7.05% (Figura 19 y cuadro 17). El contenido promedio de fibra cruda en las semillas de los 23 árboles fue de 9.09%, con una desviación estándar de 1.50% y coeficiente de variación de 16.50%, lo que indico que existió homogeneidad en esta variante. Por otra parte el 87% de los árboles se encontraron dentro del rango 7.59 – 10.59 %.

Al respecto Asenjo *et al*, citado por Arévalo (2010) menciona un rango el cual es más amplio al encontrado, pero que es muy afín, el valor es el siguiente 4.6 – 20%.

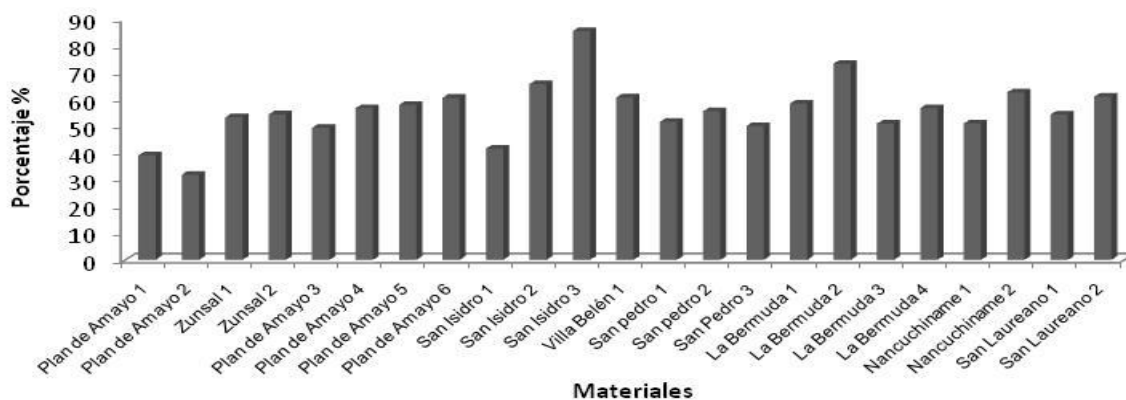


Figura 17. Contenido de humedad parcial de semillas de 23 árboles de ojushte.

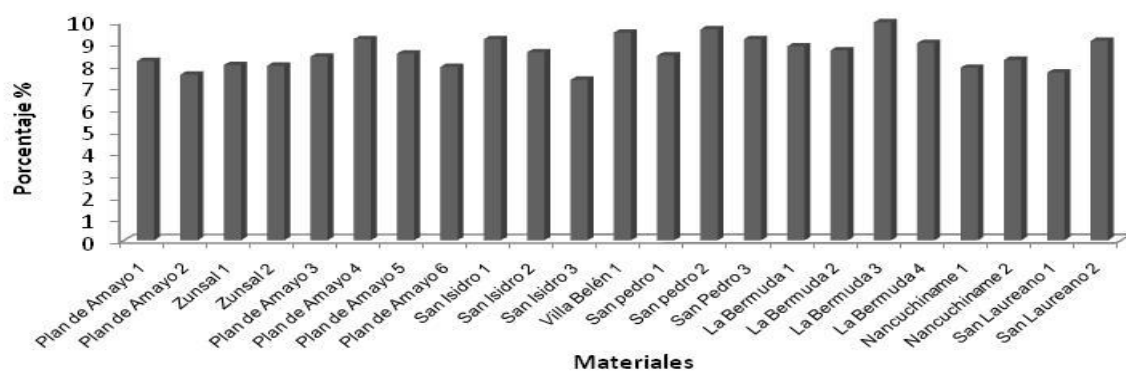


Figura 18. Contenido de humedad total en semillas de 23 árboles de ojushte.

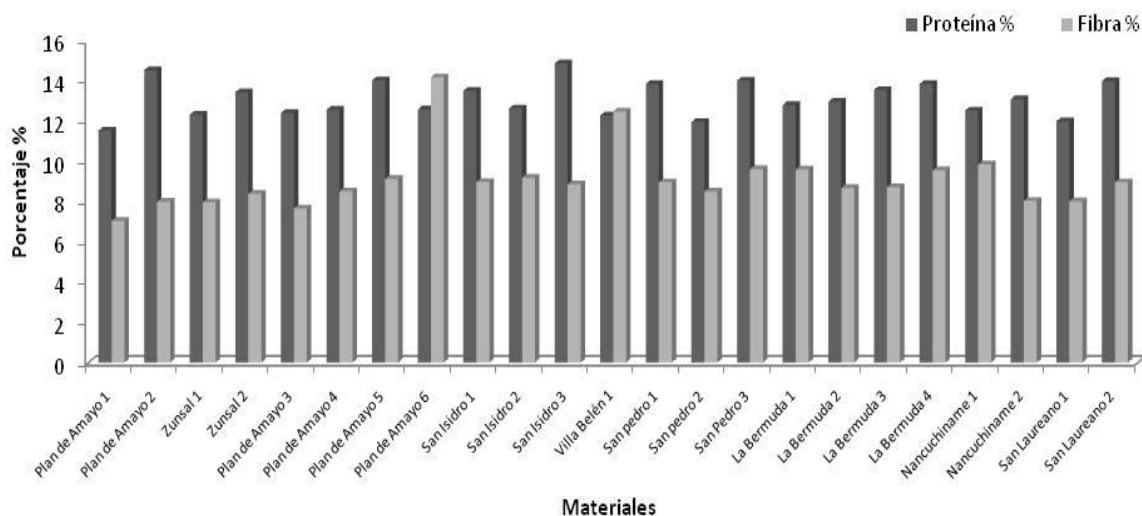


Figura 19. Contenido de proteína y fibra en semillas de 23 árboles de ojusste.

Cuadro 17. Contenido nutricional de semilla de ojusste.

Código	Humedad Parcial (%)	Humedad Total (%)	Proteína %	Fibra %
Plan de Amayo 1	39.04	8.20	11.55	7.05
Plan de Amayo 2	31.80	7.58	14.55	8.01
Zunsal 1	53.28	8.01	12.34	7.98
Zunsal 2	54.37	7.98	13.45	8.40
Plan de Amayo 3	49.35	8.40	12.42	7.67
Plan de Amayo 4	56.67	9.20	12.58	8.52
Plan de Amayo 5	57.89	8.54	14.05	9.14
Plan de Amayo 6	60.55	7.93	12.60	14.2
San Isidro 1	41.58	9.20	13.53	8.99
San Isidro 2	65.68	8.60	12.65	9.20
San Isidro 3	85.49	7.34	14.89	8.87
Villa Belén 1	60.67	9.50	12.30	12.50
San Pedro 1	51.54	8.45	13.87	8.97
San Pedro 2	55.52	9.65	11.98	8.51
San Pedro 3	50.02	9.20	14.04	9.63
La Bermuda 1	58.38	8.87	12.82	9.61
La Bermuda 2	73.27	8.69	12.98	8.69
La Bermuda 3	50.89	9.97	13.57	8.73
La Bermuda 4	56.67	9.02	13.87	9.57
Nancuchiname 1	50.96	7.89	12.54	9.87
Nancuchiname 2	62.54	8.25	13.11	8.05
San Laureano 1	54.32	7.67	12.01	8.02
San Laureano 2	60.98	9.12	14.01	8.97
<b>Promedio</b>	<b>22.72</b>	<b>8.58</b>	<b>13.12</b>	<b>9.09</b>
<b>Desviación estándar</b>	<b>10.68</b>	<b>0.69</b>	<b>0.87</b>	<b>1.50</b>
<b>Coefficiente de variación</b>	<b>47</b>	<b>8</b>	<b>6.63</b>	<b>16.50</b>

#### **4.2.11.4. Grasa**

El árbol Zunsal 1, presentó el mayor valor con 1.86% de grasa, mientras que el menor valor lo mostró el árbol Nancuchiname 1, con 0.24%. El contenido promedio de grasa en las semillas de los 23 árboles fue de 1.01%, mientras que la desviación estándar fue de 0.33%, y un coeficiente de variación de 32.67% (Figura 20 y cuadro 18), lo que implica que existe heterogeneidad en los árboles, respecto a esta variante. Asimismo el 83% de los árboles se encontraron dentro del rango 0.68 – 1.34 %.

#### **4.2.11.5. Hierro**

El árbol La Bermuda 1, presentó el mayor valor con 111.13 mg.l<sup>-1</sup>, mientras que el menor valor lo mostró el árbol San Isidro 3 con 28.47 mg.l<sup>-1</sup> (Figura 21 y cuadro 18). El contenido promedio de hierro en las semillas de los 23 árboles fue de 52.48 mg.l<sup>-1</sup>, con una desviación estándar de 21.61 mg.l<sup>-1</sup>, y coeficiente de variación de 41.17%, lo que indicó que existió alta heterogeneidad para esta variante. Asimismo el 70% de los árboles se encontraron dentro del rango 31 – 74.09 mg.l<sup>-1</sup>.

#### **4.2.11.6. Zinc**

El árbol Plan de Amayo 1, presentó el mayor contenido de zinc, con 23.72 mg.l<sup>-1</sup>, mientras que el menor contenido, lo mostró el árbol San Pedro 3, con 9.82 mg.l<sup>-1</sup>. Por otra parte, el contenido promedio de zinc en las semillas de los 23 árboles fue de 14.97 mg.l<sup>-1</sup>, con una desviación estándar de 3.37 mg.l<sup>-1</sup>, y un coeficiente de variación de 22.51% (Figura 22 y cuadro 18), ello indicó que existe homogeneidad en los arboles respecto a esta variante. Además el 65% de los árboles se encontró dentro del rango 11.6 – 18.34 mg.l<sup>-1</sup>.

#### **4.2.11.7. Ceniza**

El árbol Villa Belén 1, presentó el mayor valor, con 4.88% de ceniza, mientras que el menor valor lo mostró el árbol Plan de Amayo 3, con 2.04%. Asimismo el contenido promedio de ceniza en las semillas de los 23 árboles fue de 4.01%, con una desviación estándar de 0.62% y un coeficiente de variación de 15.46% (Figura 23 y cuadro 18), lo que deduce que para esa variante existe homogeneidad.

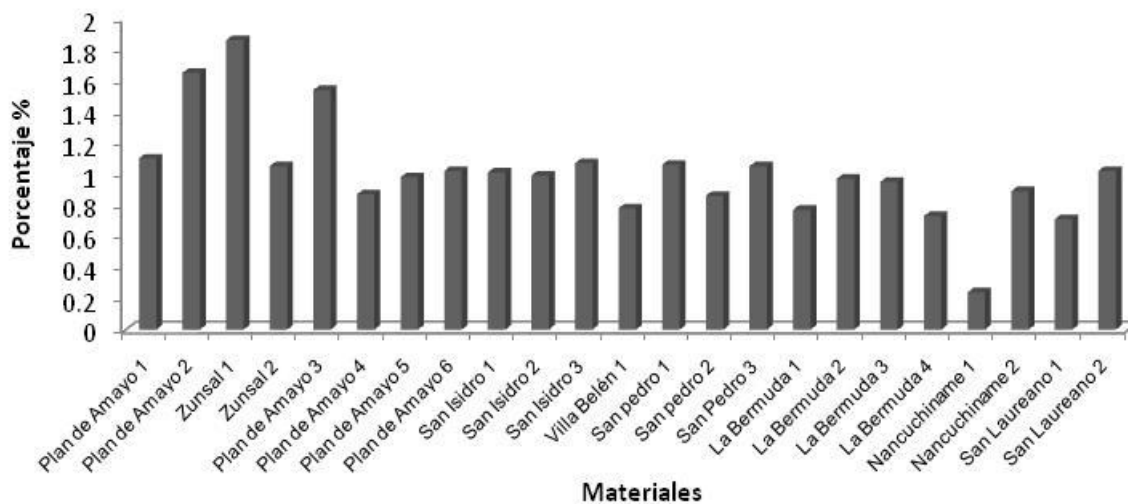


Figura 20. Contenido de grasa en semilla de 23 árboles de ojushte.

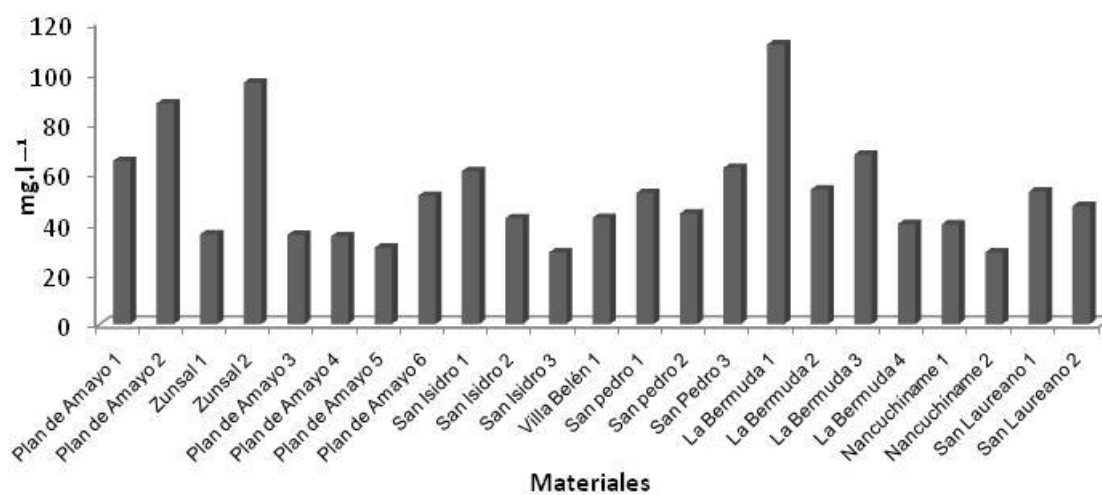


Figura 21. Contenido de hierro en semilla de 23 árboles ojushte.



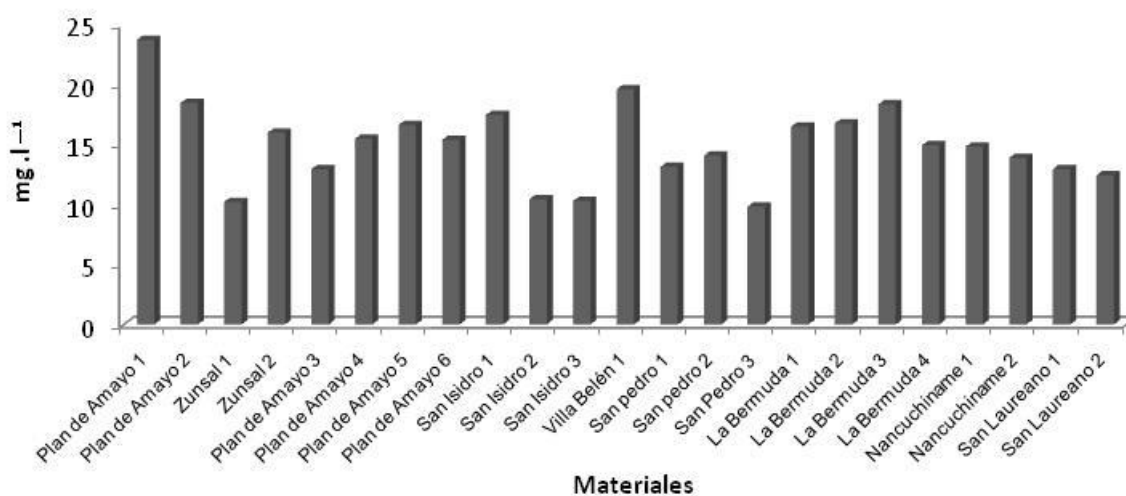


Figura 22. Contenido de zinc en semilla de 23 árboles de ojushte.

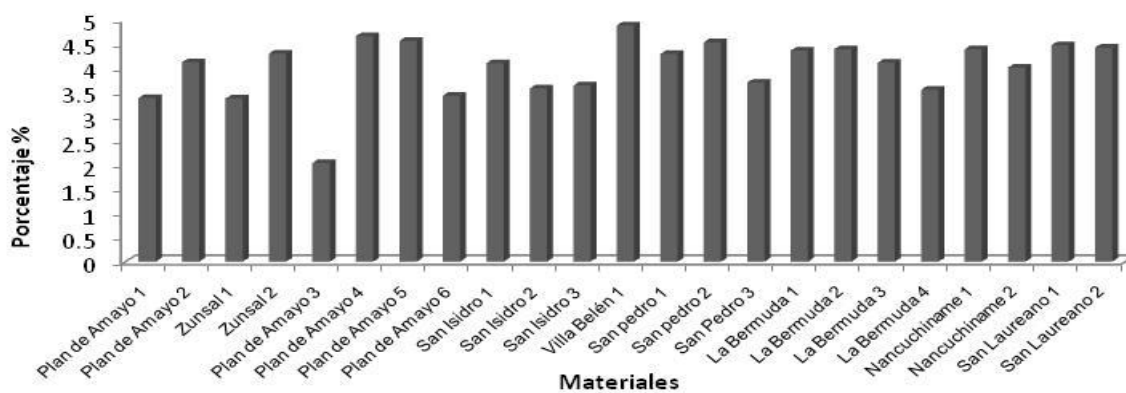


Figura 23. Contenido de ceniza en semilla de 23 árboles ojushte.

Cuadro 18. Contenido nutricional de semilla de ojushte.

<b>Código</b>	<b>Grasa %</b>	<b>Hierro(mg.l<sup>-1</sup>)</b>	<b>Ceniza %</b>	<b>Zinc (mg.l<sup>-1</sup>)</b>
Plan de Amayo 1	1.10	64.75	3.38	23.72
Plan de Amayo 2	1.65	87.68	4.12	18.47
Zunsal 1	1.86	35.69	3.37	10.21
Zunsal 2	1.05	96.01	4.30	15.98
Plan de Amayo 3	1.54	35.45	2.04	12.94
Plan de Amayo 4	0.87	34.87	4.66	15.48
Plan de Amayo 5	0.98	30.39	4.56	16.62
Plan de Amayo 6	1.02	51.01	3.43	15.39
San Isidro 1	1.01	60.76	4.10	17.46
San Isidro 2	0.99	42.11	3.58	10.44
San Isidro 3	1.07	28.47	3.64	10.29
Villa Belén 1	0.78	42.19	4.88	19.60
San Pedro 1	1.06	52.11	4.29	13.13
San Pedro 2	0.86	44.03	4.53	14.07
San Pedro 3	1.05	62.09	3.70	9.82
La Bermuda 1	0.77	111.13	4.36	16.49
La Bermuda 2	0.97	53.46	4.39	16.76
La Bermuda 3	0.95	67.35	4.11	18.35
La Bermuda 4	0.73	39.77	3.55	14.94
Nancuchiname 1	0.24	39.62	4.39	14.82
Nancuchiname 2	0.89	28.54	4.01	13.89
San Laureano 1	0.71	52.68	4.47	12.95
San Laureano 2	1.02	46.91	4.42	12.43
<b>Promedio</b>	<b>1.01</b>	<b>52.48</b>	<b>4.01</b>	<b>14.97</b>
<b>Desviación estándar</b>	<b>0.33</b>	<b>21.61</b>	<b>0.62</b>	<b>3.37</b>
<b>Coefficiente de variación</b>	<b>32.67</b>	<b>41.17</b>	<b>15.46</b>	<b>22.51</b>

#### 4.3. Estimación de variabilidad genética, a través de estadística simple

En esta investigación las variables principales y de mayor importancia, son las relacionadas a la semilla, por ello se subdivide en primer lugar en: características químicas y características físicas de semilla, y en segundo lugar en: características relacionadas a morfología y arquitectura de los árboles.

Para la interpretación de los coeficientes de variación, se tomaron los siguientes rangos e interpretación de estos: 0 – 10 altamente homogéneos, 11 – 22 homogéneos y 23 – 30 heterogéneo y de 31 – 40 altamente heterogéneo.

En el cuadro 19, se observan las características químicas de la semilla, en donde el descriptor proteína mostró un coeficiente de variación altamente homogéneo con 6.71 %; asimismo, los descriptores fibra, ceniza, y zinc con coeficientes de 16.72%, 15.21 y 22.45 respectivamente, indicaron que existe homogeneidad en los árboles, respecto a esas variantes. Mientras que el hierro y la grasa mostraron alta heterogeneidad con coeficientes de 41.16 y 31.77% respectivamente.

Por otra parte en el cuadro 19, se observan las características físicas de la semilla, en donde la humedad total y el diámetro ecuatorial de la semilla, muestran alta homogeneidad con coeficientes de 8.16% y 10% respectivamente; mientras que el peso promedio, diámetro polar y la humedad parcial, muestran homogeneidad con valores que oscilan entre el 11 – 20% respectivamente.

En cuanto a las características morfológicas y de arquitectura de planta (cuadro 20), se observa que la edad, el DAP y el área foliar, presentaron alta heterogeneidad con coeficientes de variación de 40.38%, 35.33% y 30.26% respectivamente. Mientras que la altura y el diámetro de copa, con coeficientes de variación de 26.97% y 24.84%, indicó que existió heterogeneidad en los árboles, respecto a esas variantes. Asimismo el largo y ancho de hoja, mostraron homogeneidad con coeficientes de 12.21% y 15.18% respectivamente.

Lo anterior indicó la existencia de descriptores que mostraron heterogeneidad, así lo mostró el coeficiente de variación que oscila entre 23 – 41%, lo que determinó un amplio rango de dispersión de las características dentro de la población de árboles estudiados, por lo que la variabilidad genética en la especie para ciertas variantes es alta. Por lo tanto, es necesario realizar análisis de correlación, de componentes principales y conglomerados, con el propósito de identificar que variables caracterizan en el mismo sentido y determinar la formación de grupos de los árboles.

Por otra parte, la variabilidad genética cuantitativa de los árboles colectados, está determinada por el 42% de los descriptores, en donde mostraron un coeficiente de variación mayor del 23%.

En la caracterización morfológica en árboles nativos de guayaba en el Valle del Cauca, Sanabria *et al* (s.f), determinó que la desviación estándar y el coeficiente de variación obtenidos en el análisis descriptivo permitieron la estimación preliminar de la variabilidad de las accesiones colectadas; los resultados mostraron alta variación, mayor del 24%, en el 75 % de los descriptores cuantitativos evaluados.

Cuadro 19. Estimación de la variabilidad genética de la semilla de ojushte con base a estadística descriptiva.

<b>Variabes</b>	<b>Media</b>	<b>Desviación típica</b>	<b>Numero de accesiones</b>	<b>Coeficiente de variación (CV) %</b>
<b>Características físicas de la semilla</b>				
Peso promedio	1.58	0.21	23	13.29
Diámetro ecuatorial	1.50	0.15	23	10.00
Diámetro polar	1.16	0.13	23	11.20
Humedad parcial	55.71	10.92	23	19.60
Humedad total	8.57	0.70	23	8.16
<b>Características químicas de la semilla</b>				
Proteína	13.11	0.88	23	6.71
Fibra	9.09	1.53	23	16.72
Grasa	1.01	0.33	23	31.77
Hierro	52.48	21.61	23	41.16
Ceniza	4.01	0.62	23	15.21
Zn	14.96	3.36	23	22.45

Cuadro 20. Estimación de la variabilidad genética de ojushte (características morfológicas y de arquitectura de los árboles)

<b>Variab</b> les	<b>Media</b>	<b>Desviación típica</b>	<b>Numero de accesiones</b>	<b>Coficiente de variación (CV) %</b>
Edad	86.6522	34.99430	23	40.38
DAP	106.1652	37.51393	23	35.33
Altura	25.9565	7.04194	23	26.97
Diámetro de copa	17.4783	4.34709	23	24.84
Largo de hoja	15.5578	1.90195	23	12.21
Ancho de hoja	6.1952	.94099	23	15.18
Área foliar	67.1078	20.31029	23	30.26

#### 4.4. Análisis de correlación

En el cuadro 21, se observa que ocho coeficientes fueron altamente significativos (significancia  $\leq 0.006$ ), donde se consideró que los coeficientes mayores de 0.5 mantienen asociaciones correspondientes a patrones naturales de variación de la especie, como lo son: arquitectura de planta, arquitectura de semilla y componentes nutricionales o químicos de la semilla; las correlaciones más importantes son las relacionadas a las variables de semilla, en comparación de la arquitectura de planta.

Siguiendo el orden de las variables, se observa que la edad presentó correlación positiva, con respecto a las variables DAP, altura y diámetro de copa, con valores  $r = 0.80$ ,  $r = 0.56$  y  $r = 0.51$ , respectivamente. Lo anterior indica que a medida que la edad aumenta, existe aumento en las otras variables, siendo estadísticamente altamente significativo ( $P \leq 0.00$ ).

Otras asociaciones positivas dentro de la arquitectura de los árboles son: DAP – altura y altura – diámetro de copa, con valores de  $r = 0.77$  y  $r = 0.83$ , respectivamente, esto indica que al existir un aumento en el diámetro a la altura del pecho, también lo hay en la altura, y en el diámetro de copa, siendo estadísticamente altamente significativo ( $P \leq 0.00$ ).

Entre las variables de forma de hoja, el largo de hoja presentó una correlación positiva con ancho de hoja ( $r = 0.74$ ), con área foliar ( $r = 0.71$ ), esta última con ancho de hoja ( $r = 0.70$ ).

Esto indica que existe una simetría entre las variables, es decir el aumento de una durante el desarrollo de la hoja, tiene un efecto directo y positivo sobre las otras.

La correlación positiva de peso de semilla con diámetro ecuatorial ( $r = 0.60$ ), a su vez con diámetro polar ( $r = 0.60$ ), indican que el peso aumentó a medida que las dimensiones de la semilla se aumenta. Por otra parte se observa una asociación positiva muy importante, la cual es el diámetro ecuatorial con diámetro polar, que presentó una correlación positiva alta ( $r = 0.89$ ), esto indica que al aumentarse una dimensión la otra aumenta en el mismo sentido, siendo estadísticamente altamente significativo ( $P \leq 0.00$ ).

En cuanto a componentes químicos, vemos que existe una correlación negativa entre ceniza y grasa, con un valor ( $r = - 0.53$ ), este valor indica que si uno de los componentes aumenta o se encuentra en mayor valor dentro de una semilla, el otro tiende a ser menor o a encontrarse en menor cantidad ( $P \leq 0.005$ ).

Cuadro 21. Coeficiente de correlación y nivel de significancia para variables cuantitativas de ojushte.

<b>Variabes correlacionadas</b>	<b>Coeficiente de correlación</b>	<b>Nivel de significancia</b>
Edad – DAP	0.80	0.000
Edad – altura	0.56	0.003
Edad – diámetro de copa	0.52	0.006
DAP – altura	0.80	0.000
Altura – diámetro de copa	0.83	0.000
Largo de hoja – ancho de hoja	0.74	0.000
Largo de hoja – área foliar	0.71	0.000
Ancho de hoja – área foliar	0.70	0.000
Peso de semilla – diámetro ecuatorial	0.60	0.002
Peso de semilla – diámetro polar	0.60	0.001
Diámetro ecuatorial – diámetro polar	0.89	0.000
Ceniza – grasa	- 0.53	0.005

## 4.5. Componente principales

### 4.5.1. Identificación de las variables de mayor influencia para la formación de grupos o componentes

La importancia de la comunalidad en un estudio de caracterización es identificar cuál o cuáles son las variables que presentan mayor asociación e influyen sobre el resto, e identificar cuáles son las que ejercen menor influencia. En el cuadro 22, se observó que la variable proteína, altura de árbol y diámetro polar, tienen valores de  $r = 0.96$ ,  $r = 0.93$  y  $r = 0.90$  respectivamente e influyen sobre el resto de variables; esta jerarquía ayudó en la formación de componentes o grupos, a través de la influencia de estas variables.

Cuadro 22. Comunalidades de variables cuantitativas de ojushte.

Variables	Inicial	Extracción
Edad	1.000	0.794
DAP	1.000	0.847
Altura de árbol	1.000	0.927
Diámetro de copa	1.000	0.815
Largo de hoja	1.000	0.850
Ancho de hoja	1.000	0.831
Área foliar	1.000	0.848
Peso de semilla	1.000	0.768
Diámetro Ecuatorial de semilla	1.000	0.853
Diámetro polar de semilla	1.000	0.901
Humedad parcial de semilla	1.000	0.755
Humedad total de semilla	1.000	0.742
Proteína de semilla	1.000	0.964
Fibra de la semilla	1.000	0.645
Grasa de semilla	1.000	0.776
Hierro de semilla	1.000	0.668
Ceniza de semilla	1.000	0.791
Zinc de la semilla	1.000	0.760

Método de extracción: Análisis de Componentes principales.

### 4.5.2. Análisis de componentes principales y variables que influyeron en la formación de estos.

En el cuadro 23, se observa que los primeros seis componentes, expresan la variabilidad existente en la especie, a través de los autovalores iniciales que presentaron un valor menor que uno a partir del componente siete (el criterio de selección indica que valores menores que uno no indican variabilidad y por lo tanto su comportamiento es homogéneo) y la varianza acumulada que mostró un valor de 80.75%. Asimismo, la figura 24 formó el ángulo de 45° justamente sobre seis componentes, indicando al igual que el cuadro 23 que es en ese punto donde se expresa la variabilidad y que hasta ese punto se debe tomar en cuenta los componentes.

Es necesario hacer mención que las variables relacionadas, son las que contribuyeron a la formación de los componentes y que los individuos que conforman los componentes tienen semejanzas o similitudes por las variables que los relacionan.

El primer componente, contribuyó con 22.78% (Cuadro 23) de la varianza total explicada, las variables que se relacionaron o contribuyeron para la formación de este fueron: altura, diámetro de copa, DAP, edad y área foliar; contribuyeron más en forma positiva a dicho componente (Cuadro 24).

El segundo componente principal contribuyó con 18.06% de la varianza total explicada (Cuadro 23); al observar el cuadro 24, las variables que influyeron más positivamente en este componente son: diámetro polar de semilla, diámetro ecuatorial, grasa y peso promedio; al contrario ocurre con la humedad total, en donde se observa una alta correlación negativa.

El tercer componente, participo con el 13.94% de la varianza total explicada (cuadro 23); las variables largo de hoja, ancho de hoja, área de hoja y humedad parcial, influyeron de forma positiva para la formación del componente; mientras que el zinc lo hizo de una forma negativa.

El cuarto componente, participo con 10.17% de la varianza total explicada (cuadro 23), al revisar el cuadro 24, las variables que tuvieron mayor influencia positiva son: hierro, ceniza, zinc y peso promedio de semilla.

El quinto componente, influyó con 9.85% de la varianza total explicada; las variables humedad parcial, y fibra, influyeron positivamente para este componente; mientras que la variable grasa, mostró correlación negativa para dicho componente (cuadro 24).



El sexto y último componente, contribuyo con 5.94% (cuadro 21) de la varianza total explicada; este componente es de mucho interés, ya la variable proteína es la influyó positivamente en la formación de este componente (cuadro 22).

Cuadro 23. Proporción de la varianza explicada en el análisis de los componentes principales para descriptores de ojushte.

Componente	Autovalores iniciales			Sumas de las saturaciones al cuadrado de la extracción			Suma de las saturaciones al cuadrado de la rotación		
	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado
1	4.10	22.78	22.77	4.10	22.77	22.77	3.44	19.12	19.12
2	3.25	18.06	40.83	3.25	18.05	40.83	3.12	17.33	36.45
3	2.51	13.94	54.78	2.51	13.94	54.78	2.67	14.83	51.29
4	1.83	10.17	64.95	1.83	10.17	64.95	2.17	12.07	63.36
5	1.77	9.85	74.80	1.77	9.85	74.80	1.96	10.91	74.28
6	1.06	5.94	80.74	1.06	5.94	80.74	1.16	6.46	80.74
7	0.70	3.89	84.64						
8	0.63	3.53	88.16						
9	0.55	3.10	91.27						
10	0.45	2.50	93.77						
11	0.33	1.85	95.63						
12	0.28	1.57	97.20						
13	0.19	1.10	98.30						
14	0.12	0.67	98.97						
15	0.10	0.55	99.52						
16	0.05	0.28	99.81						
17	0.01	0.10	99.91						
18	0.01	0.08	100.00						

Método de extracción: Análisis de Componentes principales.

Cuadro 24: Matriz de componente principales

Variables	Componente					
	1	2	3	4	5	6
Edad	0.77					
DAP	0.86					
Altura	0.81					
Diámetro de copa	0.69					
Largo			0.68			
Ancho			0.72			
Área	0.54		0.56			
Peso de semilla		0.65		0.55		
Ecuatorial		0.75				
Polar		0.85				
Humedad			0.54		0.64	
Humedad total		-0.78				
Proteína						0.91
Fibra					0.62	
Grasa		0.53			-0.52	
Hierro				0.64		
Ceniza				0.54		
Zn			-0.54	0.53		

Método de extracción: Análisis de componentes principales.

a. 6 componentes extraídos

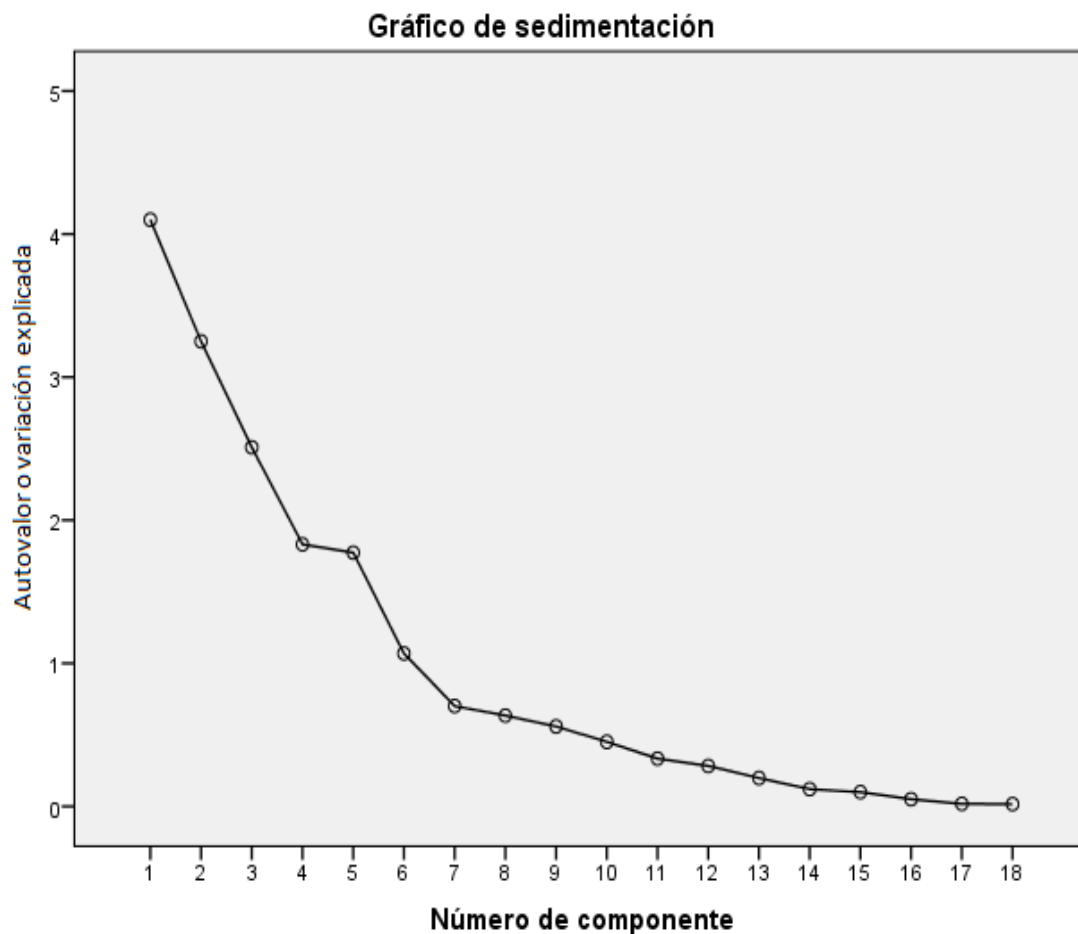


Figura 24: proporción de la varianza explicada por cada componente principal en la caracterización de ojushte.

#### 4.6. Análisis de conglomerados

En la figura 25, se observan las asociaciones que han ocurrido entre los materiales, debido a similitud existente entre una o más variables, las asociaciones que han ocurrido muestran

seis grupos, donde se observa el grado de similitud existente; a continuación se detalla cada uno de los grupos formados.

El grupo uno, está formado por los árboles: Plan de Amayo 4, Plan de Amayo 5 y San Pedro 1, Plan de Amayo 1 y San Isidro 1; estos materiales fueron influenciados por las variables edad, DAP, altura de árbol y diámetro de copa, debido a similitud y homogeneidad existente entre las variables, correspondientes a estructura, simetría y arquitectura del árbol. En cuanto al lugar de recolección, el material San Pedro 1 fue encontrado en San Pedro (Chirilagua, San Miguel), diferente a los materiales restantes que corresponden al departamento de Sonsonate. Asimismo, este grupo sobresalió por mostrar el mayor contenido de zinc en semilla, las menores dimensiones de hoja (longitud, ancho y área), y el menor peso de semilla; en cuanto al resto de variables o descriptores, las accesiones tuvieron valores intermedios; por otra parte el coeficiente de variación promedio para el grupo fue 12.16% (Cuadro 25).

Cuadro 25. Variables cuantitativas del conglomerado uno.

Conglomerados	VARIABLES	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	coeficiente de variación
1	Edad	96.6	12.56	75	108	13
1	DAP	119.20	5.49	112.5	125	4.60
1	Altura	24.80	2.95	20	28	11.89
1	Diámetro de copa	18	3.46	12	20	19.22
1	Largo de hoja	13.94	0.95	13.14	15.30	6.81
1	Ancho de hoja	5.12	0.47	4.26	5.54	0.99
1	Área foliar	47.30	4.94	39.17	51.12	10.44
1	Peso semilla	1.46	0.26	1.12	1.82	17.80
1	Diámetro ecuatorial	1.48	0.12	1.28	1.58	8.10
1	Diámetro polar	1.12	0.12	0.94	1.25	10.71
1	Humedad parcial	49.34	8.63	39.04	57.89	17.49
1	Humedad total	8.72	0.46	8.20	9.20	5.27
1	Proteína	13.11	1.04	11.55	14.05	7.93
1	Fibra	8.53	0.86	7.05	9.14	10.08
1	Grasa	1.0	0.08	0.87	1.10	8.00
1	Hierro	48.57	15.34	30.39	64.75	31.58
1	Ceniza	4.20	0.51	3.38	4.66	12.14
1	Zinc	17.28	3.95	13.13	23.72	22.85
<b>Coefficiente de variación promedio</b>						<b>12.16</b>

En el segundo grupo, se observa la formación de dos subgrupos, el primero está conformado por los árboles Plan de Amayo 2 y Zunsal 2; mientras que el segundo por el árbol La Bermuda 1. Estos materiales estuvieron determinados por las variables: diámetro polar de semilla, diámetro ecuatorial y peso promedio, probablemente a similitudes existentes en las

variables anteriores. Por otra parte, se caracterizó por presentar los mayores valores de semilla en las siguientes variables: diámetro polar, diámetro ecuatorial, peso, contenido de proteína, contenido de hierro; asimismo el segundo valor alto en cuanto al contenido de zinc en semilla, y el menor contenido de humedad total; asimismo el coeficiente de variación promedio para este grupo fue de 13.47% (cuadro 26).

Cuadro 26. Variables cuantitativas del conglomerado dos.

Conglomerados	Variables	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Coefficiente de variación (%)
2	Edad	91.66	28.43	60	115	31.00
2	DAP	99.23	5.82	94	105.5	5.86
2	Altura	28.33	2.88	25	30	10.16
2	Diámetro de copa	18.66	0.57	18	19	3.05
2	Largo de hoja	16.07	0.69	15.27	16.55	4.29
2	Ancho de hoja	6.14	0.94	5.28	7.16	15.30
2	Área foliar	72.25	14.87	58.19	87.83	20.58
2	Peso semilla	1.73	0.23	1.49	1.94	13.29
2	Diámetro ecuatorial	1.56	0.18	1.36	1.73	11.53
2	Diámetro polar	1.25	0.16	1.07	1.36	12.8
2	Humedad parcial	48.18	14.32	31.80	58.38	29.72
2	Humedad total	8.14	0.66	7.58	8.87	8.10
2	Proteína	13.60	0.87	12.82	14.55	6.39
2	Fibra	8.67	0.83	8.01	9.61	9.57
2	Grasa	1.15	0.44	0.77	1.65	38.26
2	Hierro	98.27	11.88	87.68	111.13	12.10
2	Ceniza	4.26	0.12	4.12	4.36	2.81
2	Zinc	16.98	1.31	15.98	18.47	7.71
<b>Coefficiente de variación promedio</b>						<b>13.47</b>

En el tercer grupo, se observa la formación de dos subgrupos, en el primero encontramos los árboles: Plan de Amayo 3 y San Pedro 3; asimismo encontramos en el segundo subgrupo el árbol: Zunsal 1. Estos fueron influenciados por las variables: largo de hoja, ancho de hoja y área foliar, por lo tanto estos deben su agrupación a la similitud existente a dimensiones de la hoja. Por otra parte, este grupo se caracterizó por presentar el mayor contenido de grasa, y el menor contenido de fibra, ceniza y zinc; asimismo este grupo presentó un coeficiente de variación promedio de 14.82% (Cuadro 27).

Cuadro 27. Variables cuantitativas del conglomerado tres.

Conglomerados	VARIABLES	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Coefficiente de variación (%)
3	Edad	125	25	100	150	20
3	DAP	123.83	8.98	118.30	134.20	7.25
3	Altura	24	3.6	20	27	15
3	Diámetro de copa	17.66	1.52	16	19	8.60
3	Largo de hoja	15.89	0.94	15.01	16.89	5.91
3	Ancho de hoja	6.70	0.30	6.49	7.05	4.47
3	Área foliar	82.37	7.37	76.30	90.58	8.94
3	Peso semilla	1.48	0.32	1.18	1.82	21.62
3	Diámetro ecuatorial	1.46	0.28	1.24	1.78	19.17
3	Diámetro polar	1.14	0.22	1.01	1.40	19.29
3	Humedad parcial	50.88	2.10	49.35	53.28	4.12
3	Humedad total	8.53	0.60	8.01	9.20	7.03
3	Proteína	12.93	0.95	12.34	14.04	7.34
3	Fibra	8.42	1.05	7.67	9.63	12.47
3	Grasa	1.48	0.40	1.05	1.86	27.03
3	Hierro	44.41	15.31	35.45	62.09	34.47
3	Ceniza	3.03	0.87	2.04	3.70	28.71
3	Zinc	10.99	1.69	9.82	12.94	15.37
<b>Coefficiente de variación promedio</b>						<b>14.82</b>

El cuarto grupo está formado únicamente por dos árboles, los cuales son Plan de Amayo 6 y La Bermuda 4, estos árboles muestran similitud debido a las siguientes variables: hierro, ceniza, zinc y peso promedio. Este grupo se caracterizó por presentar los valores más altos en las siguientes variables: edad, DAP, altura, diámetro de copa, dimensiones de hoja (largo, ancho y área) y contenido de fibra en semilla; asimismo muestra los valores más bajos en cuanto a: diámetro polar y ecuatorial de semilla; el coeficiente de variación promedio para este grupo fue de 12.53% (cuadro 28).

Cuadro 28: variables cuantitativas del conglomerado cuatro.

Conglomerados	VARIABLES	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Coefficiente de variación (%)
4	Edad	137.5	17.67	125	150	12.85

4	DAP	193.5	4.94	190	197	2.55
4	Altura	42.5	3.53	40	45	8.30
4	Diámetro de copa	24	1.41	23	25	5.87
4	Largo de hoja	17.79	4.24	14.79	20.80	23.83
4	Ancho de hoja	7.40	1.11	6.62	8.19	15
4	Área foliar	93.09	37.50	66.57	119.61	40.28
4	Peso semilla	1.69	0.12	1.61	1.78	7.10
4	Diámetro ecuatorial	1.44	0.15	1.33	1.55	10.41
4	Diámetro polar	1.06	0.07	1.01	1.11	6.60
4	Humedad parcial	58.61	2.74	56.67	60.55	4.67
4	Humedad total	8.47	0.77	7.93	9.02	9.10
4	Proteína	13.23	0.89	12.60	13.87	6.72
4	Fibra	11.88	3.27	9.57	14.20	27.52
4	Grasa	0.87	0.20	0.73	1.02	22.98
4	Hierro	45.39	7.94	39.77	51.01	17.49
4	Ceniza	3.49	0.08	3.43	3.55	2.29
4	Zinc	15.16	0.31	14.94	15.39	2.04
<b>Coefficiente de variación promedio</b>						<b>12.53</b>

El grupo cinco, está formado por 2 subgrupos, el primero lo conforman los árboles La Bermuda 2 y La Bermuda 3; mientras que el segundo grupo lo forman los árboles: San Isidro 2, Villa Belén 1 y San Isidro 3. Para la formación de este grupo, influyeron las variables humedad parcial, fibra y grasa. Este grupo se caracterizó por presentar los mayores valores en las siguientes variables: humedad parcial y humedad total; el resto de las variables muestran valores intermedios; mientras que el coeficiente de variación para el grupo fue de 14.92% (cuadro 29).

El sexto grupo, está formado por dos subgrupos, el primero lo conforman los árboles: Nancuchiname 1, Nancuchiname 2, San Laureano 2 y San Pedro 2, mientras que el árbol San Laureano 1 es el que forma el subgrupo dos. Este grupo muestra similitud por la variable proteína, razón por la que se ha formado dicho grupo. Por otra parte se caracterizo por mostrar los valores más bajos en las siguientes variables: DAP, altura, diámetro de copa, contenido de proteína en semilla, grasa y hierro; el coeficiente de variación para este grupo fue de 18.42% (cuadro 30).

Cuadro 29. Variables cuantitativas del conglomerado cinco.

Conglomerados	Variables	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Coefficiente de variación (%)
---------------	-----------	-------	---------------------	--------	--------	-------------------------------

5	Edad	77	15.65	60	100	20.32
5	DAP	99.40	13.90	85	119	13.98
5	Altura	27.20	1.92	25	30	7.10
5	Diámetro de copa	18	2.34	15	20	13
5	Largo de hoja	16.25	1.27	14.94	17.68	7.81
5	Ancho de hoja	6.40	0.92	5.29	7.74	14.37
5	Área foliar	70.56	15.93	54.06	91.41	22.57
5	Peso semilla	1.54	0.07	1.48	1.66	4.54
5	Diámetro ecuatorial	1.50	0.18	1.28	1.72	12
5	Diámetro polar	1.19	0.16	0.99	1.38	13.44
5	Humedad parcial	67.20	13.06	50.89	85.49	19.43
5	Humedad total	8.82	1.0	7.34	9.97	11.33
5	Proteína	13.27	1.01	12.30	14.89	7.61
5	Fibra	9.59	1.63	8.69	12.50	16.99
5	Grasa	0.95	0.10	0.78	1.07	10.52
5	Hierro	46.71	14.54	28.47	67.35	31.12
5	Ceniza	4.12	0.54	3.58	4.88	13.10
5	Zinc	15.08	4.42	10.29	19.60	29.31
<b>Coefficiente de variación promedio (%)</b>						<b>14.92</b>

Cuadro 30. Variables cuantitativas del conglomerado seis.

Conglomerados	Variables	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Coefficiente de variación (%)
6	Edad	40	12.74	25.00	60	31.85
6	DAP	58.52	16.19	35.20	72	27.66
6	Altura	19	6.20	12.00	26	32.63
6	Diámetro de copa	13	6.04	7.00	20	46.46
6	Largo de hoja	15.06	2.28	12.35	18.02	15.13
6	Ancho de hoja	6.30	0.73	5.48	6.92	11.58
6	Área foliar	60.81	20.34	43.48	92.58	33.44
6	Peso semilla	1.68	0.21	1.35	1.89	12.5
6	Diámetro ecuatorial	1.55	0.11	1.47	1.75	7.09
6	Diámetro polar	1.15	0.07	1.06	1.26	6.00
6	Humedad parcial	56.86	4.80	50.96	62.54	8.44
6	Humedad total	8.51	0.84	7.67	9.65	9.87
6	Proteína	12.73	0.85	0.85	14.01	6.67
6	Fibra	8.68	0.76	0.76	9.87	8.75
6	Grasa	0.74	0.30	0.30	1.02	40.54
6	Hierro	42.35	9.06	9.06	52.68	21.39
6	Ceniza	4.36	0.20	0.20	4.53	4.58
6	Zinc	13.63	0.94	0.94	14.82	6.89
<b>Coefficiente de variación promedio</b>						<b>18.42</b>



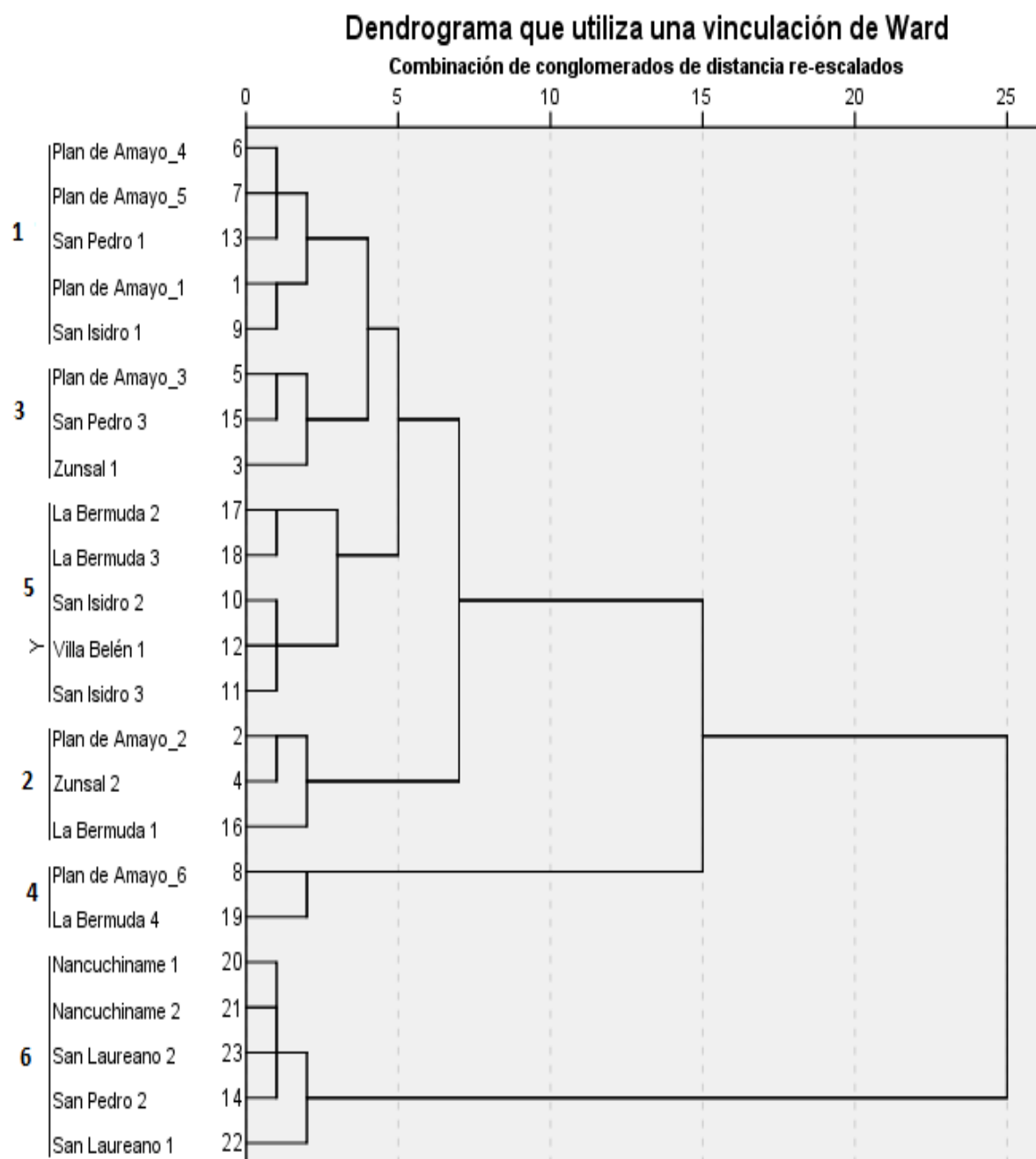


Figura 25. Dendrograma de distancias entre 23 materiales de germoplasma de ojushte

#### 4.7. Catálogo de selecciones de ojushte.

**4.7.1. Árbol 1 (Plan de Amayo 1):** encontrado en el Área Natural Protegida Plan de Amayo, municipio de Caluco, departamento de Sonsonate ubicado cartográficamente en Latitud norte 13°41'29.7'', Longitud oeste 89°38'44.6'', a una elevación de 326 msnm.



**Descripción del árbol:** árbol de aproximadamente 100 años de edad, que posee un DAP de 112.50 cm, con gambas tipo IV, una altura de 28 m, 20 m de diámetro de copa, y presenta un hábito de crecimiento irregular.

**Descripción de hojas:** las hojas son de forma elíptica, borde liso, ápice cuspidado, envés glabro, coloración verde oscura; presentan una longitud de 13.55 cm, y un ancho de 4.26 cm y un área foliar promedio de 39.17 cm<sup>2</sup>.

**Descripción de frutos:** coloración amarilla, forma oboide, un diámetro ecuatorial 2.01 cm, y diámetro polar 1.86 cm, el peso promedio es de 3.12 g.

**Descripción de semilla:** presenta una pequeña capa (testa color café), la cual cubre la semilla. La semilla es de coloración verde, con diámetro ecuatorial promedio de 1.54 cm, y polar de 1.24 cm, el peso promedio es de 1.82 g. En el cuadro 31, se detalla el contenido nutricional de semilla.

**Época de cosecha:** inicia aproximadamente en la última semana de enero y finaliza en la tercera semana de febrero, por tal razón se clasifica como material de verano intermedio (anexo cronograma).

Cuadro 31. Contenido nutricional de la semilla del árbol Plan de Amayo 1 (árbol 1).

Análisis	Dato	Unidad	Análisis	Dato	Unidad
Humedad parcial	39.04	%	Grasa	1.10	%
Humedad total	8.20	%	Hierro	64.75	mg.l <sup>-1</sup>
Proteína	11.55	%	Ceniza	3.38	%
Fibra	7.05	%	Zinc	23.72	mg.l <sup>-1</sup>

**4.7.2. Árbol 2 (Plan de Amayo 2):** encontrado en el Área Natural Protegida Plan de Amayo, municipio de Caluco, departamento de Sonsonate ubicado cartográficamente en Latitud norte 13°40'55.6'', Longitud oeste 89°38'13.3'', a una elevación de 339 msnm.



**Descripción del árbol:** árbol de aproximadamente 100 años de edad, que posee un DAP de 98.20 cm, altura de 30 m, 19 m de diámetro de copa, y presenta un hábito de crecimiento irregular, gambas tipo IV, tallo color café claro – grisáceo.

**Hojas:** hojas con forma elíptica, borde liso, ápice cuspidado, haz y envés glabro, coloración verde oscura; presentan una longitud de 16.54 cm, ancho de 7.16 cm y un área foliar promedio de 58.19 cm<sup>2</sup>.

**Descripción de frutos:** coloración roja, forma oblongo, diámetro ecuatorial de 2.12 cm, diámetro polar de 1.98 cm, y peso promedio de 3.42 g.

**Descripción de semilla:** presenta una capa color café que cubre la semilla (testa), coloración de semilla verde, presenta un diámetro ecuatorial promedio de 1.585 cm, diámetro polar de 1.342 cm y peso promedio de 1.94 g. En el cuadro 32, se especifica el contenido nutricional de la semilla.

**Época de cosecha:** inicia aproximadamente en la tercera semana de febrero y finaliza en la segunda semana de marzo, por tal razón se clasifica como material de verano intermedio (anexo cronograma).

Cuadro 32. Contenido nutricional de la semilla del árbol Plan de Amayo 2 (árbol 2).

Análisis	Dato	Unidad	Análisis	Dato	Unidad
Humedad parcial	31.80	%	Grasa	1.65	%
Humedad total	7.58	%	Hierro	87.68	mg.l <sup>-1</sup>
Proteína	14.55	%	Ceniza	4.12	%
Fibra	8.01	%	Zinc	18.47	mg.l <sup>-1</sup>

**4.7.3. Árbol 3 (Zunsal 1):** encontrado en la finca el Zunsal, Plan de Amayo, municipio de Caluco, departamento de Sonsonate, ubicado cartográficamente en Latitud norte 13°41'42.7'', Longitud oeste 89°37'50.3'' a una elevación de 419 msnm.



**Descripción del árbol:** es un árbol de aproximadamente 100 años de edad, posee un DAP de 134.2 cm, gambas o contrafuertes tipo IV, altura de 25 m, 16 m de diámetro de copa, presenta un hábito de crecimiento obovado y color de tallo café claro-grisáceo.

**Descripción de hojas:** hojas de forma elíptica, con borde liso, ápice cuspidado, haz y envés glabro, coloración verde oscura; presentan una longitud de 15.79 cm y un ancho de 6.49 cm, y área foliar promedio de 90.58 cm<sup>2</sup>.

**Descripción de frutos:** coloración roja, forma obloide, con diámetro ecuatorial de 2.18 cm, diámetro polar de 2.17 cm, y peso promedio de 3.65 g.

**Descripción de semilla:** presenta una pequeña capa color café (testa), coloración verde, diámetro ecuatorial promedio de 1.77 cm, diámetro polar de 1.40 cm y peso promedio es de 1.82 g. En el cuadro 33, se detalla el contenido nutricional de la semilla.

**Época de cosecha:** inicia aproximadamente en la tercera semana de febrero y finaliza en la segunda semana de marzo. Este material se intercala entre el verano intermedio y verano tardío.

Cuadro 33. Contenido nutricionales de la semilla del árbol Zunsal 1 (árbol 3).

Análisis	Dato	Unidad	Análisis	Dato	Unidad
Humedad parcial	53.28	%	Grasa	1.86	%
Humedad total	8.01	%	Hierro	35.69	mg.l <sup>-1</sup>
Proteína	12.34	%	Ceniza	3.37	%
Fibra	7.98	%	Zinc	10.21	mg.l <sup>-1</sup>

**4.7.4. Árbol 4 (Zunsal 2):** encontrado en la finca el Zunsal, Plan de Amayo, municipio de Caluco, departamento de Sonsonate, ubicado cartográficamente en Latitud norte 13°41'47.7'', Longitud oeste 89°37'51.9'', a una elevación de 407 msnm.

**Descripción del árbol:** árbol de aproximadamente 115 años de edad, posee un DAP de 105.5 cm, gambas o contrafuertes tipo IV, una altura aproximada de 30 m, diámetro de copa de 18 m, hábito de crecimiento rectangular y tallo color café claro-grisáceo.



**Descripción de hojas:** forma elíptica, borde liso, ápice cuspidado, haz y envés golabro, con una coloración verde oscura; presentan una longitud de 15.27 cm y un ancho de 5.283 cm, área foliar promedio 87.826 cm<sup>2</sup>.

**Descripción de frutos:** coloración amarilla, forma obloide, con diámetro ecuatorial de 1.933 cm, diámetro polar de 1.619 cm, y peso promedio de 3.926 g.

**Descripción de semilla:** presenta una capa color café que cubre a la semilla (testa), semilla de coloración verde, diámetro ecuatorial promedio de 1.729 cm, y un diámetro polar promedio de 1.360 cm y un peso promedio de 1.756 g. En el cuadro 34, se especifica el contenido nutricional de la semilla

**Época de fructificación:** el árbol inicia a botar fruto en la primera semana de marzo, y finaliza en la última semana del mismo mes, por lo tanto se encuentra dentro de los arboles clasificados como verano tardío.

Cuadro 34. Contenido nutricional de la semilla del árbol Zunsal 2 (árbol 4).

Análisis	Dato	Unidad	Análisis	Dato	Unidad
Humedad parcial	54.37	%	Grasa	1.05	%
Humedad total	7.98	%	Hierro	96.01	mg.l <sup>-1</sup>
Proteína	13.45	%	Ceniza	4.30	%
Fibra	8.4	%	Zinc	15.98	mg.l <sup>-1</sup>

**4.7.5. Árbol 5 (Upatoro 1):** encontrado en Upatoro, municipio de Chalatenango, departamento de Chalatenango, ubicado cartográficamente en latitud 14°03'28.8'', longitud: 88°56'47.3'' a una elevación de 514 msnm.

**Descripción del árbol:** aproximadamente 100 años de edad, posee un DAP de 100 cm, con gambas o contrafuertes tipo IV, altura aproximada de 30 m, diámetro de copa de 20 m, tallo color café oscuro – grisáceo y hábito de crecimiento tipo rectangular.

**Descripción de hojas:** hojas con forma oblonga – lanceolada, borde liso, y ápice cuspidado, envés escasamente pubescente, coloración verde; estas presentan una longitud de 14.95 cm y un ancho de 5.41 cm y área foliar promedio 64.50 cm<sup>2</sup>.

**Descripción de frutos:** color verde.

**Época de fructificación:** el árbol inicia a botar fruto en la tercera semana de junio, y finaliza en la segunda semana de julio, por lo tanto se encuentra dentro de los arboles clasificados como invierno temprano.

**4.7.6. Árbol 6 (Upatoro 2):** encontrado en Upatoro, municipio de Chalatenango, departamento de Chalatenango, ubicado cartográficamente en latitud 14°03'30.5'', longitud: 88°56'46.7'' a una altitud de 515 msnm.

**Descripción del árbol:** aproximadamente 100 años de edad, posee un DAP de 121.5 cm, con gambas o contrafuertes tipo IV, altura aproximada de 28 m, 15 m de diámetro de copa, tallo color café oscuro – grisáceo y presenta un hábito de crecimiento rectangular.

**Descripción de hojas:** presentan una forma oblonga – lanceolada, borde liso, y ápice cuspidado, envés escasamente pubescente, coloración verde; estas presentan una longitud de 17.03 cm y un ancho de 6.37 cm, el área foliar promedio es aproximadamente de 83.71 cm<sup>2</sup>.

**Descripción de frutos:** color verde.

**Época de fructificación:** inicia a botar fruto en la tercera semana de junio, y finaliza en la segunda semana de julio, por lo tanto se encuentra dentro de los arboles clasificados como invierno temprano.

**4.7.7. Árbol 7 (Upatoro 3):** encontrado en Upatoro, municipio de Chalatenango, departamento de Chalatenango, ubicado cartográficamente en latitud: 14°03'30.5'', longitud: 88°56'46.7'' a una elevación de 518 msnm.

**Descripción del árbol:** ejemplar de 175 años de edad aproximadamente, posee un DAP de 123.8 cm, con gambas o contrafuertes tipo IV, altura aproximada de 25 m, diámetro de copa de 18 m, tallo color café oscuro – grisáceo y hábito de crecimiento tipo rectangular.

**Descripción de hojas:** presentan una forma elíptica, borde liso, ápice cuspidado, envés escasamente pubescente, coloración verde; presentan una longitud de 14.25 cm, y un ancho de 5.97 cm, el área foliar promedio es de 63.61 cm<sup>2</sup>.

**Descripción de frutos:** color verde.

**Época de fructificación:** el árbol inicia a botar fruto en la tercera semana de junio, y finaliza en la segunda semana de julio, por lo tanto se encuentra dentro de los arboles clasificados como invierno temprano.

**4.7.8. Árbol 8 (Upatoro 4):** encontrado en Upatoro, municipio de Chalatenango, departamento de Chalatenango, ubicado cartográficamente en latitud 14°03'32.1'', longitud: 88°56'43.5'' a una altitud de 521 msnm.

**Descripción del árbol:** aproximadamente 125 años de edad, posee un DAP de 118 cm, con gambas o contrafuertes tipo V, altura aproximada de 30 m, diámetro de copa de 22 m, tallo color café oscuro – grisáceo y presenta un hábito de crecimiento irregular.

**Descripción de hojas:** forma oblonga – lanceolada, borde liso, ápice cuspidado, envés escasamente pubescete, coloración verde; estas presentan una longitud de 18.085 cm, y 6.41 cm de ancho, el área foliar promedio es de 80.42 cm<sup>2</sup>.

**Descripción de frutos:** color verde.

**Época de fructificación:** el árbol inicia a botar fruto en la tercera semana de junio, y finaliza en la segunda semana de julio, por lo tanto se encuentra dentro de los arboles clasificados como invierno temprano.

**4.7.9. Árbol 9 (Plan de Amayo 3):** fue encontrado en el Área Natural Protegida Plan de Amayo, municipio de Caluco, departamento de Sonsonate, ubicado cartográficamente en Latitud norte 13°41'27.5'', Longitud oeste 89°38'57.0'' a una elevación de 362 msnm



**Descripción del árbol:** árbol de aproximadamente 150 años de edad, DAP de 118.3 cm, con presencia de gambas tipo IV, altura aproximada de 27 m, hábito de crecimiento tipo obovado y color de tallo café oscuro – grisáceo.

**Descripción de hojas:** hojas con forma oblonga – lanceolada, borde liso, ápice cuspidado, envés escasamente pubescente, coloración verde; longitud de 16.89 cm, y 6.56 cm de ancho, el área foliar promedio es de 76.30 cm<sup>2</sup>.

**Descripción de frutos:** presentan una coloración verde amarillento, forma oboide, con diámetro ecuatorial de 1.43 cm, diámetro polar de 1.23 cm, y peso promedio de 2.71 g.

**Descripción de semilla:** presenta una fina capa color café que cubre la semilla (testa), coloración verde, un diámetro ecuatorial de 1.24 cm, diámetro polar de 1.01 cm y peso promedio de 1.17 g. En el cuadro 35, se detalla el contenido nutricional de la semilla.

**Época de cosecha:** inicia aproximadamente en la última semana de marzo, y finaliza en la tercera semana abril, por lo tanto se encuentra dentro de los arboles clasificados como verano tardío.

Cuadro 35. Contenido nutricional de la semilla del árbol Plan de Amayo 3 (árbol 9).

Análisis	Dato	Unidad	Análisis	Dato	Unidad
Humedad parcial	49.35	%	Grasa	1.54	%
Humedad total	8.4	%	Hierro	35.45	mg.l <sup>-1</sup>
Proteína	12.42	%	Ceniza	2.04	%
Fibra	7.67	%	Zinc	12.94	mg.l <sup>-1</sup>



**4.7.10. Árbol 10 (San Isidro 1):** fue encontrado en San Isidro, municipio de Izalco, departamento de Sonsonate, ubicado cartográficamente en Latitud norte 13°47'54.1'', Longitud oeste 89°33'56.7'' a una elevación de 705 msnm.



**Descripción del árbol:** aproximadamente

75 años de edad, DAP de 125 cm, con gambas tipo IV, altura aproximada de 26 m, 18 m de diámetro de copa, hábito de crecimiento semicircular y tallo color café oscuro – grisáceo.

**Descripción de hojas:** hojas con forma elíptica, bordes liso, ápice cuspidado, envés glabro, coloración verde oscura; longitud de 13.16 cm y un ancho 5.32 cm, y área foliar promedio de 46.45 cm<sup>2</sup>.

**Descripción de frutos:** presentan una coloración amarilla

**Descripción de semilla:** presenta una fina capa color café, que tiene como función cubrir la semilla (testa), la semilla es color verde, con diámetro ecuatorial de 1.28 cm, diámetro polar de 0.94 cm y peso promedio de 1.11 g. En el cuadro 36, se detalla el contenido nutricional de la semilla.

**Época de cosecha:** inicia la cosecha de frutos en la primera semana de junio, y que finaliza en la última semana del mismo mes aproximadamente, por la época de cosecha se clasifica como verano tardío.

Cuadro 36. Contenido nutricional de la semilla del árbol San Isidro 1 (árbol 10).

Análisis	Dato	Unidad	Análisis	Dato	Unidad
Humedad parcial	41.58	%	Grasa	1.01	%
Humedad total	9.2	%	Hierro	60.76	mg.l <sup>-1</sup>
Proteína	13.53	%	Ceniza	4.10	%
Fibra	8.99	%	Zinc	17.46	mg.l <sup>-1</sup>

**4.7.11. Árbol 11 (San Isidro 2):** fue encontrado en El Guayabo, municipio de Armenia, departamento de Sonsonate, ubicado cartográficamente en Latitud norte 13°47'07.2'', Longitud oeste 89°32'30.8'' a una elevación de 466 msnm.



**Descripción del árbol:** árbol de aproximadamente 80 años de edad, con un DAP de 87 cm, con gambas tipo III, altura aproximada de 25 m, diámetro de copa de 19 m, hábito de crecimiento tipo circular y tallo color café oscuro – grisáceo.

**Descripción de hojas:** hojas con forma elíptica, borde liso, ápice cuspidado, envés glabro, coloración verde; presentan una longitud de 14.95 cm, y un ancho de 5.29 cm, el área foliar promedio es de 54.06 cm<sup>2</sup>.

**Descripción de frutos:** coloración roja.

**Descripción de semilla:** presenta una fina capa color café que cubre la semilla (testa), coloración verde, diámetro ecuatorial de 1.71 cm, diámetro polar de 1.38 cm y peso promedio de 1.56 g. En el cuadro 37, se especifica el contenido nutricional de la semilla.

**Época de fructificación:** árbol que inicia la cosecha en la última semana de abril aproximadamente, y finaliza en la tercera semana de mayo. Este material se encuentra entre la clasificación de verano tardío e invierno temprano.

Cuadro 37. Contenido nutricional de la semilla del árbol San Isidro 2 (árbol 11).

Análisis	Dato	Unidad	Análisis	Dato	Unidad
Humedad parcial	65.68	%	Grasa	0.99	%
Humedad total	8.6	%	Hierro	42.11	mg.l <sup>-1</sup>
Proteína	12.65	%	Ceniza	3.58	%
Fibra	9.2	%	Zinc	10.44	mg.l <sup>-1</sup>

**4.7.12. Árbol 12 (San Isidro 3):** encontrado en El Guayabo, municipio de Armenia, departamento de Sonsonate, ubicado cartográficamente en Latitud norte 13°47'07.0'', Longitud oeste 89°32'30.6'' a una elevación de 464 msnm.



**Descripción del árbol:** aproximadamente 80 años de edad, DAP de 104 cm, con gambas tipo IV, altura aproximada de 27 m, diámetro de copa de 15 m, hábito de crecimiento tipo obovado y tallo color café claro grisáceo.

**Descripción de hojas:** forma elíptica, borde liso, ápice cuspidado, envés glabro, coloración verde; presentan una longitud de 16.47 cm, 5.84 cm de ancho, área foliar promedio de 65.07 cm<sup>2</sup>.

**Descripción de frutos:** coloración roja

**Descripción de semilla:** presenta una fina capa color café que cubre la semilla (testa), color verde, diámetro ecuatorial de 1.65 cm, diámetro polar de 1.36 cm y peso promedio de 1.65 g. En el cuadro 38, se detalla el contenido nutricional de la semilla.

**Época de cosecha:** inicia aproximadamente en la última semana de abril y finaliza en la tercera semana de mayo, por lo anterior se clasifica como un material entre verano tardío e invierno temprano.

Cuadro 38. Contenido nutricional de la semilla del árbol San Isidro 3 (árbol 12).

Análisis	Dato	Unidad	Análisis	Dato	Unidad
Humedad parcial	85.49	%	Grasa	1.07	%
Humedad total	7.34	%	Hierro	28.47	mg.l <sup>-1</sup>
Proteína	14.89	%	Ceniza	3.64	%
Fibra	8.87	%	Zinc	10.29	mg.l <sup>-1</sup>

**4.7.13. Árbol 13 (Plan de Amayo 4):** fue encontrado en el Área Natural Protegida Plan de Amayo, municipio de Caluco, departamento de Sonsonate, ubicado cartográficamente en Latitud norte 13°41'05.3'', Longitud oeste 89°38'29.31'' a una elevación de 295 msnm



**Descripción del árbol:** aproximadamente 100 años de edad, con un DAP de 114.5 cm, gambas tipo IV, altura aproximada de 25 m, diámetro de copa de 20 m, hábito de crecimiento tipo obovado y tallo color café oscuro – grisáceo.

**Descripción de hojas:** estructuras con forma oblonga – lanceolada, borde liso, ápice cuspidado, envés escasamente pubescente, coloración verde; longitud de 15.30 cm, y 5.24 cm de ancho, y un área foliar promedio de 48.68 cm<sup>2</sup>.

**Descripción de frutos:** coloración verde, forma oboide, con diámetro ecuatorial 2.31 cm, diámetro polar de 2.34 cm, y peso promedio de 3.01 g.

**Descripción de semilla:** presentan una fina capa color café que cubre la semilla (testa), coloración verde, con diámetro ecuatorial de 1.47 cm, diámetro polar de 1.12 cm y peso promedio de 1.36 g. En el cuadro 39, se detalla el contenido nutricional de este material.

**Época de cosecha:** material que inicia cosecha en la segunda semana de junio y finaliza en la primera semana de julio, por tal razón, es clasificado como invierno temprano.

Cuadro 39. Contenido nutricional de la semilla del árbol Plan de Amayo 4 (árbol 13).

Análisis	Dato	Unidad	Análisis	Dato	Unidad
Humedad parcial	56.67	%	Grasa	0.87	%
Humedad total	9.2	%	Hierro	34.87	mg.l <sup>-1</sup>
Proteína	12.58	%	Ceniza	4.66	%
Fibra	8.52	%	Zinc	15.48	mg.l <sup>-1</sup>

**4.7.14. Árbol 14 (Plan de Amayo 5):** fue encontrado en el Área Natural Protegida Plan de Amayo, municipio de Caluco, departamento de Sonsonate, ubicado cartográficamente en Latitud norte 13°41'08.53'', Longitud oeste 89°38'13.3'', a una elevación de 304 msnm.



**Descripción del árbol:** aproximadamente 108 años de edad, con un DAP de 120.5 cm, con gambas tipo IV, altura aproximada de 20 m y diámetro de copa de 12 m, hábito de crecimiento tipo obovado y tallo color café oscuro - grisáceo.

**Descripción de hojas:** forma oblonga – lanceolada, borde liso, ápice cuspidado, envés escasamente pubescente, coloración verde; presentan una longitud de 14.58 cm, y un ancho de 5.24 cm, el área foliar promedio es de 51.12 cm<sup>2</sup>.

**Descripción de frutos:** coloración verde, forma obloide, con diámetro ecuatorial de 2.07 cm, 1.94 cm de diámetro polar, y peso promedio de 3.95 g.

**Descripción de semilla:** presenta una fina capa color café que cubre la semilla (testa), color verde, diámetro ecuatorial de 1.57 cm, diámetro polar de 1.06 cm y peso promedio de 1.42 g. En el cuadro 40, se especifica el contenido nutricional de la semilla.

**Época de cosecha:** inicia aproximadamente en la primera semana de junio y finaliza en la última del mismo mes, por tal razón se clasifica como invierno temprano.

Cuadro 40. Contenido nutricional de la semilla del árbol Plan de Amayo 5 (árbol 14).

Análisis	Dato	Unidad	Análisis	Dato	Unidad
Humedad parcial	57.89	%	Grasa	0.98	%
Humedad total	8.54	%	Hierro	30.39	mg.l <sup>1</sup>
Proteína	14.05	%	Ceniza	4.56	%
Fibra	9.14	%	Zinc	16.62	mg.l <sup>1</sup>

**4.7.15. Árbol 15 (Plan de Amayo 6):** fue encontrado en el Área Natural Protegida, Plan de Amayo, municipio de Caluco, departamento de Sonsonate, ubicado cartográficamente en latitud norte 13°41'09.83", longitud oeste 89°38'13.23" a una altitud de 299 msnm.



**Descripción del árbol:** aproximadamente 125 años de edad, con un DAP de 190 cm, gambas tipo IV, altura aproximada de 40 m, diámetro de copa de 23 m, hábito de crecimiento tipo irregular y tallo color.

**Descripción de hojas:** estructura de forma oblonga – lanceolada, borde liso, ápice cuspidado, envés escasamente pubescente, coloración verde; longitud de 14.78 cm, ancho de 6.61 cm, y área foliar promedio de 66.57 cm<sup>2</sup>.

**Descripción de fruto:** coloración verde, forma obloide, con diámetro ecuatorial 2.03 cm, diámetro polar de 2.01 cm, y peso promedio de 3.77 g.

**Descripción de semilla:** presenta una capa color café, que cubre la semilla (testa), semilla de coloración verde, diámetro ecuatorial de 1.54 cm, y un diámetro polar de 1.10 cm y peso promedio de 1.61 g. En el cuadro 41, se especifica el contenido nutricional de la semilla de este material.

**Época de cosecha:** árbol que inicia en la primera semana de junio y finaliza en la última semana del mismo mes aproximadamente, por la época de cosecha, el árbol es clasificado como invierno temprano.

Cuadro 41. Contenido nutricional de semilla del árbol Plan de Amayo 6 (árbol 15).

Análisis	Dato	Unidad	Análisis	Dato	Unidad
Humedad parcial	60.55	%	Grasa	1.02	%
Humedad total	7.93	%	Hierro	51.01	mg.l <sup>-1</sup>
Proteína	12.6	%	Ceniza	3.43	%
Fibra	14.2	%	Zinc	15.39	mg.l <sup>-1</sup>



**4.7.16. Árbol 16 (Villa Belén 1):**

encontrado en Villa Belén, municipio de Apopa, departamento de San Salvador, ubicado cartográficamente en latitud 13°49'40.47", longitud 89°08'57.58, a una altitud de 472.



**Descripción del árbol:** aproximadamente 100 años de edad, con un DAP de 85 cm, con gambas tipo II, con una altura aproximada de 26 m, diámetro de copa de 20 m, y hábito de crecimiento tipo semicircular.

**Descripción de hojas:** presenta forma oblonga – lanceolada, borde liso, ápice cuspidado, envés escasamente pubescente, coloración verde; longitud de 14.94 cm, ancho de 6.65 cm, y área foliar promedio de 59.36 cm<sup>2</sup>.

**Descripción de frutos:** coloración verde, forma oblongo, diámetro ecuatorial 2.08 cm, diámetro polar de 2.09 cm, y peso promedio de 3.84 g.

**Descripción de semilla:** presenta una capa color café, que cubre la semilla (testa), semilla de coloración verde, diámetro ecuatorial de 1.28 cm, diámetro polar de 0.99 cm. y peso promedio de 1.10 g. En el cuadro 42, se detalla el contenido nutricional de la semilla.

**Época de cosecha:** árbol que inicia en la tercera semana de junio y finaliza en la segunda semana de julio aproximadamente, por la época de cosecha, el árbol es clasificado entre invierno temprano e invierno intermedio.

Cuadro 42. Contenido nutricional de la semilla del árbol Villa Belén 1 (árbol 16).

Análisis	Dato	Unidad	Análisis	Dato	Unidad
Humedad parcial	60.67	%	Grasa	0.78	%
Humedad total	9.5	%	Hierro	42.19	mg.l <sup>-1</sup>
Proteína	12.3	%	Ceniza	4.88	%
Fibra	12.5	%	Zinc	19.6	mg.l <sup>-1</sup>

**4.7.17. Árbol 17 (San Pedro 1):** encontrado en San Pedro del municipio de Chirilagua, departamento de San Miguel, ubicado cartográficamente en Latitud: 13°17'46.3" Longitud: 88°08'07.4" a una elevación de 146 msnm.

**Descripción del árbol:** aproximadamente 100 años de edad, con un DAP de 123.5 cm, gambas tipo IV, con una altura aproximada de 25 m, diámetro de copa de 20 m, y hábito de crecimiento tipo irregular.

**Descripción de hojas:** presenta forma oblonga – lanceolada, borde liso, ápice cuspidado, envés escasamente pubescente, coloración verde; longitud de 13.15 cm, ancho de 5.54 cm, y área foliar promedio de 51.10 cm<sup>2</sup>.



**Descripción de frutos:** coloración verde, forma oblongo, diámetro ecuatorial de 1.99 cm, diámetro polar de 2.05 cm, y peso promedio de 3.65 g.

**Descripción de semilla:** presenta una capa color café, que cubre la semilla (testa), semilla de coloración verde, diámetro ecuatorial de 1.55 cm, diámetro polar de 1.19 cm y peso promedio de 1.6 g. En el cuadro 43, se detalla el contenido nutricional de semilla.

**Época de cosecha:** árbol que inicia en la segunda semana de junio y finaliza en la primera semana de julio aproximadamente, por la época de cosecha, es clasificado entre invierno temprano e invierno intermedio.

Cuadro 43. Contenido nutricional de la semilla del árbol San Pedro 1 (árbol 17).

Análisis	Dato	Unidad	Análisis	Dato	Unidad
Humedad parcial	51.54	%	Grasa	1.06	%
Humedad total	8.45	%	Hierro	52.11	mg.l <sup>-1</sup>
Proteína	13.87	%	Ceniza	4.29	%
Fibra	8.97	%	Zinc	13.13	mg.l <sup>-1</sup>



**4.7.18. Árbol 18 (La Bermuda 1):**

encontrado en Cantón la Bermuda, del municipio de Suchitoto, departamento de Cuscatlán, ubicado cartográficamente en latitud 13°52'25.1'', longitud 89°02'28.6'' a una altitud de 533 msnm.



**Descripción del árbol:** material de 60 años de edad, con un DAP de 94 cm, gambas tipo IV, altura aproximada de 25 m, diámetro de copa de 19 m, y hábito de crecimiento tipo obovado.

**Descripción de hojas:** presenta forma oblonga – lanceolada, borde liso, ápice cuspidado, envés escasamente pubescente, coloración verde; longitud de 16.40 cm, ancho de 6 cm, y área foliar promedio de 70.74 cm<sup>2</sup>.

**Descripción de frutos:** coloración verde.

**Descripción de semilla:** presenta una capa color café, que cubre la semilla (testa), forma obloide, coloración verde, diámetro ecuatorial de 1.36 cm, diámetro polar de 1.07 cm y peso promedio de 1.48 gramos. En el cuadro 44, se detalla el contenido nutricional de semilla.

**Época de cosecha:** aproximadamente inicia en la tercera semana de junio y finaliza en la segunda semana de julio, por la época de cosecha, es clasificado entre invierno temprano e invierno intermedio.

Cuadro 44. Contenido nutricional de semilla del árbol La Bermuda 1 (árbol 18).

Análisis	Dato	Unidad	Análisis	Dato	Unidad
Humedad parcial	58.38	%	Grasa	0.77	%
Humedad total	8.87	%	Hierro	111.13	mg.l <sup>-1</sup>
Proteína	12.82	%	Ceniza	4.36	%
Fibra	9.61	%	Zinc	16.49	mg.l <sup>-1</sup>

**4.7.19. Árbol 19 (San Pedro 2):**

encontrado en San Pedro Chirilagua, departamento de San Miguel, ubicado cartográficamente en latitud 13°18'01.2'', longitud 88°08'06.6'', a una elevación de 121 msnm.



**Descripción del árbol:** aproximadamente

60 años de edad, con un DAP de 72 cm, gambas tipo II, con una altura aproximada de 12 m, diámetro de copa de 7 m, y hábito de crecimiento tipo irregular.

**Descripción de hojas:** presenta forma oblonga – lanceolada, borde liso, ápice cuspidado, envés escasamente pubescente, coloración verde; longitud de 14.97 cm, ancho de 6.76 cm, y área foliar promedio de 69.34 cm<sup>2</sup>.

**Descripción de frutos:** coloración verde, forma obloide, diámetro ecuatorial 2.36 cm, y polar de 2.17 cm y peso promedio de 3.21 g.

**Descripción de semilla:** presenta una capa color café, que cubre la semilla (testa), forma obloide, coloración verde, diámetro ecuatorial de 1.51 cm, diámetro polar de 1.12 cm y peso promedio de 1.35 g. En el cuadro 45, se detalla el contenido nutricional de semilla.

**Época de cosecha:** árbol que inicia en la segunda semana de junio y finaliza en la primera semana de julio, por la época de cosecha, es clasificado entre invierno temprano e invierno intermedio.

Cuadro 45. Contenido nutricional de la semillas del árbol San Pedro 2 (árbol 19).

Análisis	Dato	Unidad	Análisis	Dato	Unidad
Humedad parcial	55.52	%	Grasa	0.86	%
Humedad total	9.65	%	Hierro	44.03	mg.l <sup>-1</sup>
Proteína	11.98	%	Ceniza	4.53	%
Fibra	8.51	%	Zinc	14.07	mg.l <sup>-1</sup>

**4.7.20. Árbol 20 (San Pedro 3):** encontrado en San Pedro Chirilagua, del departamento de San Miguel, ubicado cartográficamente en latitud 13°18'06.9'', longitud: 88°08'03.1'' a una altitud de 169 msnm.



**Descripción del árbol:** aproximadamente 125 años de edad, con un DAP de 119 cm, con gambas tipo II, altura aproximada de 20 m, diámetro de copa de 19 m y hábito de crecimiento tipo irregular.

**Descripción de hojas:** presenta forma elíptica, borde liso, ápice cuspidado, envés escasamente pubescente, coloración verde; longitud de 15.01 cm, ancho de 7.10 cm, y área foliar promedio de 80.23 cm<sup>2</sup>.

**Descripción de frutos:** según las personas presenta coloración verde.

**Descripción de semilla:** presenta una capa color café, que cubre la semilla (testa), forma obloide, coloración verde, diámetro ecuatorial de 1.37 cm, diámetro polar de 1.01 cm y peso promedio de 1.45 g. En el cuadro 46, se muestra el contenido nutricional de semilla.

**Época de cosecha:** inicia aproximadamente en la segunda semana de junio y finaliza en la primera semana de julio, por la época de cosecha, es clasificado entre invierno temprano e invierno intermedio.

Cuadro 46. Contenido nutricional de la semillas del árbol San Pedro 3 (árbol 20).

Análisis	Dato	Unidad	Análisis	Dato	Unidad
Humedad parcial	50.02	%	Grasa	1.05	%
Humedad total	9.2	%	Hierro	62.09	mg.l <sup>-1</sup>
Proteína	14.04	%	Ceniza	3.7	%
Fibra	9.63	%	Zinc	9.82	mg.l <sup>-1</sup>

**4.7.21. Árbol 21 (Suchitoto 2):** encontrado en Cantón la Bermuda, municipio de Suchitoto, departamento de Cuscatlán, ubicado cartográficamente en latitud 13°52'26.3'', longitud 89°02'27.7'' a una altitud de 545 msnm.



**Descripción del árbol:** árbol de 60 años de edad, con un DAP de 119 cm, gambas tipo VI, con una altura aproximada de 30 m, diámetro de copa de 20 m, y hábito de crecimiento tipo irregular.

**Descripción de hojas:** presenta forma elíptica, borde liso, ápice cuspidado, envés escasamente pubescente, coloración verde; longitud de 17.69 cm, ancho de 7.74 cm, y área foliar promedio de 91.41 cm<sup>2</sup>.

**Descripción de frutos:** presenta coloración verde.

**Descripción de semilla:** presenta una capa color café, que cubre la semilla (testa), forma obloide, coloración verde, diámetro ecuatorial de 1.40 cm, diámetro polar de 1.14 cm y peso promedio de 2.10 g. En el cuadro 47, se muestra el contenido nutricional de semilla.

**Época de cosecha:** inicia aproximadamente en la tercera semana de junio y finaliza en la segunda semana de julio, por la época de cosecha, es clasificado entre invierno temprano e invierno intermedio.

Cuadro 47. Contenido nutricional de la semilla del árbol La Bermuda 2 (árbol 21).

Análisis	Dato	Unidad	Análisis	Dato	Unidad
Humedad parcial	73.27	%	Grasa	0.97	%
Humedad total	8.69	%	Hierro	53.46	mg.l <sup>-1</sup>
Proteína	12.98	%	Ceniza	4.39	%
Fibra	8.69	%	Zinc	16.76	mg.l <sup>-1</sup>

#### 4.7.22. Árbol 22 (La Bermuda 3):

encontrado en Cantón la Bermuda, municipio de Suchitoto, departamento de Cuscatlán, ubicado cartográficamente en latitud 13°52'25.6'', longitud 89°02'27.3'' a una elevación de 556 msnm.



**Descripción del árbol:** aproximadamente 65 años de edad, con un DAP de 112 cm, gambas tipo VI, con una altura aproximada de 28 m, diámetro de copa de 16 m, y hábito de crecimiento tipo irregular.

**Descripción de hojas:** presenta forma oblonga – lanceolada, borde liso, ápice cuspidado, envés escasamente pubescente, coloración verde; longitud de 17.23 cm, ancho de 6.51 cm, y área foliar promedio de 82.94 cm<sup>2</sup>.

**Descripción de frutos:** presenta coloración verde.

**Descripción de semilla:** presenta una capa color café, que cubre la semilla (testa), forma obloide, coloración verde, diámetro ecuatorial de 1.45 cm, diámetro polar de 1.12 cm y peso promedio de 1.50 g. En el cuadro 48, se detalla el contenido nutricional de semilla.

**Época de cosecha:** inicia aproximadamente en la tercera semana de junio y finaliza en la segunda semana de julio, por la época de cosecha, es clasificado entre invierno temprano e invierno intermedio.

Cuadro 48. Contenido nutricional de la semilla del árbol La Bermuda 3 (árbol 22).

Análisis	Dato	Unidad	Análisis	Dato	Unidad
Humedad parcial	50.89	%	Grasa	0.95	%
Humedad total	9.97	%	Hierro	67.35	mg.l <sup>-1</sup>
Proteína	13.57	%	Ceniza	4.11	%
Fibra	8.73	%	Zinc	18.35	mg.l <sup>-1</sup>

**4.7.23. Árbol 23 (La Bermuda 4):** encontrado en Cantón la Bermuda, municipio de Suchitoto, departamento de Cuscatlán, ubicado cartográficamente en latitud 13°52'23.3'', longitud 89°02'43.2'' a una elevación de 540 msnm.

**Descripción del árbol:** material de 150 años de edad, con un DAP de 197 cm, gambas tipo VI, con una altura aproximada de 45 m, diámetro de copa de 25 m, tallo color café oscuro – grisáceo y hábito de crecimiento tipo semicircular.



**Descripción de hojas:** presenta forma elíptica, borde liso, ápice cuspidado, envés escasamente pubescente, coloración verde; longitud de 20.80 cm, ancho de 8.19 cm, y área foliar promedio de 119.61 cm<sup>2</sup>.

**Descripción de frutos:** presenta coloración verde, forma esferoide, 1.95 cm de diámetro ecuatorial, 1.83 cm de diámetro polar y peso de 3.98 g.

**Descripción de semilla:** presenta una capa color café, que cubre la semilla (testa), forma obloide, coloración verde, diámetro ecuatorial de 1.33 cm, diámetro polar de 1.01 cm y peso promedio de 1.78 g. En el cuadro 49, se detalla el contenido nutricional de semilla.

**Época de cosecha:** inicia aproximadamente en la tercera semana de junio y finaliza en la segunda semana de julio, por la época de cosecha, es clasificado entre invierno temprano e invierno intermedio.

Cuadro 49. Contenido nutricional de la semillas del árbol La Bermuda 4 (árbol 23).

Análisis	Dato	Unidad	Análisis	Dato	Unidad
Humedad parcial	56.67	%	Grasa	0.73	%
Humedad total	9.02	%	Hierro	39.77	mg.l <sup>-1</sup>
Proteína	13.87	%	Ceniza	3.55	%
Fibra	9.57	%	Zinc	14.94	mg.l <sup>-1</sup>



**4.7.24. Árbol 24 (Nancuchiname 1):** encontrado en el Área Natural Protegida de Nancuchiname, municipio de San Marcos Lempa, departamento de Usulután, ubicado cartográficamente en latitud 13°20'13.3'', longitud: 88°43'11.9'' a una elevación de 3 msnm.

**Descripción del árbol:** árbol de 40 años de edad, con un DAP de 68 cm, con gambas tipo III, con una altura aproximada de 26 m, diámetro de copa de 20 m, tallo color café oscuro – grisáceo y hábito de crecimiento tipo piramidal.



**Descripción de hojas:** presenta forma oblonga – lanceolada, borde liso, ápice cuspidado, has y escasamente pubescente, coloración verde; longitud de 13.45 cm, ancho de 5.48 cm, y área foliar promedio de 52.33 cm<sup>2</sup>.

**Descripción de frutos:** presenta coloración verde, forma esferoide, 2.21 cm de diámetro ecuatorial, 2.14 cm de diámetro polar y peso promedio de 4.47 g. Este árbol, produce frutos con semillas dobles, el peso de estos frutos dobles oscila entre 5.056 – 6.594 g.

**Descripción de semilla:** presenta una capa color café, que cubre la semilla (testa), forma obloide, coloración verde, diámetro ecuatorial de 1.53 cm, diámetro polar de 1.19 cm y peso promedio de 1.81 g. En el cuadro 50, se muestra el contenido nutricional de semilla.

**Época de cosecha:** inicia aproximadamente en la tercera semana de julio y finaliza en la segunda semana de agosto, por la época de cosecha, es clasificado como invierno intermedio.

Cuadro 50. Contenido nutricional de semilla del árbol Nancuchiname 1 (árbol 24).

Análisis	Dato	Unidad	Análisis	Dato	Unidad
Humedad parcial	50.96	%	Grasa	0.24	%
Humedad total	7.89	%	Hierro	39.62	mg.l <sup>-1</sup>
Proteína	12.54	%	Ceniza	4.39	%
Fibra	9.87	%	Zinc	14.82	mg.l <sup>-1</sup>

**4.7.25. Árbol 25 (Nancuchiname 2):** encontrado en el Área Natural Protegida de Nancuchiname, municipio de San Marcos Lempa, departamento de Usulután, ubicado cartográficamente en latitud 13°20'03.7'', longitud: 88°43'21.1'' a una altitud de 9 msnm.



**Descripción del árbol:** aproximadamente 40 años de edad, con un DAP de 69.5 cm, gambas tipo III, con una altura aproximada de 25 m, diámetro de copa de 19 m, tallo color café oscuro – grisáceo y hábito de crecimiento tipo piramidal.

**Descripción de hojas:** presenta forma oblonga – lanceolada, borde liso, ápice cuspidado, envés escasamente pubescente, coloración verde; longitud de 12.35 cm, ancho de 5.53 cm, y área foliar promedio de 43.48 cm<sup>2</sup>.

**Descripción de frutos:** presenta coloración verde, forma oblongo, 2.10 cm de diámetro ecuatorial y 2.14 cm de diámetro polar y peso promedio de 3.44 g.

**Descripción de semilla:** presenta una capa color café, que cubre la semilla (testa), forma obloide, coloración verde, diámetro ecuatorial de 1.49 cm, diámetro polar de 1.16 cm y peso promedio de 1.62 g. En el cuadro 51, se muestra el contenido nutricional de semilla.

**Época de cosecha:** inicia aproximadamente en la tercera semana de julio y finaliza en la segunda semana de agosto, por la época de cosecha, es clasificado como invierno intermedio.

Cuadro 51. Contenido nutricional de la semilla del árbol Nancuchiname 2 (árbol 25).

Análisis	Dato	Unidad	Análisis	Dato	Unidad
Humedad parcial	62.54	%	Grasa	0.89	%
Humedad total	8.25	%	Hierro	28.54	mg.l <sup>-1</sup>
Proteína	13.11	%	Ceniza	4.01	%
Fibra	8.05	%	Zinc	13.89	mg.l <sup>-1</sup>



**4.7.26. Árbol 26 (Nancuchiname 3):** encontrado en Área Natural Protegida de Nancuchiname, municipio de San Marcos Lempa, del departamento de Usulután, ubicado cartográficamente en latitud 13°20'13.8'', longitud: 88°43'00.7'', a una elevación de 8 msnm.

**Descripción del árbol:** árbol de 40 años de edad, con un DAP de 70 cm, gambas tipo III, con una altura aproximada de 24 m, diámetro de copa de 16 m, tallo color café oscuro grisáceo y hábito de crecimiento tipo irregular.

**Descripción de hojas:** presenta forma oblonga – lanceolada, borde liso, ápice cuspidado, envés escasamente pubescente, coloración verde; longitud de 14.58 cm, ancho de 5.23 cm, y área foliar promedio de 58.36 cm<sup>2</sup>.

**Descripción de frutos:** presenta coloración verde

**Época de cosecha:** inicia aproximadamente en la tercera semana de julio y finaliza en la segunda semana de agosto, por la época de cosecha, es clasificado como invierno intermedio.

**4.7.27. Árbol 27 (San Laureano 1):** encontrado en San Laureano, municipio de Ciudad Delgado, departamento de San Salvador, ubicado cartográficamente en latitud 13°45'50.9'', longitud: 89°08'51.18'', a una altitud de 574msnm.



**Descripción del árbol:** árbol de 35 años de edad, con un DAP de 35.2 cm, gambas tipo II, con una altura aproximada de 17 m, diámetro de copa de 10 m, tallo color café oscuro – grisáceo y hábito de crecimiento tipo piramidal.

**Descripción de hojas:** presenta forma oblonga – lanceolada, borde liso, ápice cuspidado, envés escasamente pubescente, coloración verde; longitud de 16.53 cm, ancho de 6.92 cm, y área foliar promedio de 92.49 cm<sup>2</sup>.

**Descripción de frutos:** presenta coloración verde

**Descripción de semilla:** presenta una capa color café (testa), forma obloide, coloración verde, diámetro ecuatorial 1.75 cm, diámetro polar 1.26 y un peso promedio de 1.75 g. El contenido nutricional de semilla de este material, se detalla en el cuadro 52.

**Época de cosecha:** inicia aproximadamente en la tercera semana de junio y finaliza en la segunda semana de julio, por la época que inicia la cosecha, es clasificado entre invierno temprano.

Cuadro 52. Contenido nutricional de la semilla del árbol San Laureano 1 (árbol 27).

Análisis	Dato	Unidad	Análisis	Dato	Unidad
Humedad parcial	54.32	%	Grasa	0.71	%
Humedad total	7.67	%	Hierro	52.68	mg.l <sup>-1</sup>
Proteína	12.01	%	Ceniza	4.47	%
Fibra	8.02	%	Zinc	12.95	mg.l <sup>-1</sup>

**4.7.28. Árbol 28 (San Laureano 2):** encontrado en San Laureano, municipio de Ciudad Delgado, departamento de San Salvador, ubicado cartográficamente en latitud 13°10'35.14'', longitud 89°08'50.7'' a una elevación de 623 msnm.



**Descripción del árbol:** árbol de 25 años de edad, DAP de 47.9 cm, con gambas tipo II, con una altura aproximada de 15 m, diámetro de copa de 9 m, tallo color café oscuro – grisáceo y hábito de crecimiento tipo irregular.

**Descripción de hojas:** presenta forma oblonga – lanceolada, borde liso, ápice cuspidado, envés escasamente pubescente, coloración verde; longitud de 18.02 cm, ancho de 6.82 cm, y área foliar promedio de 46.42 cm<sup>2</sup>.

**Descripción de frutos:** presenta coloración verde

**Descripción de semilla:** presenta una capa color café, que cubre la semilla (testa), forma obloide, coloración verde, diámetro ecuatorial 1.466 cm, diámetro polar 1.062 y un peso promedio de 1.886 g. El contenido nutricional de este material, es detallado en el cuadro 53.

**Época de cosecha:** inicia aproximadamente en la tercera semana de junio y finaliza en la segunda semana de julio, por la época que inicia la cosecha, es clasificado como invierno temprano.

Cuadro 53. Contenido nutricional de la semilla del árbol San Laureano 2 (árbol 28).

Análisis	Dato	Unidad	Análisis	Dato	Unidad
Humedad parcial	60.98	%	Grasa	1.02	%
Humedad total	9.12	%	Hierro	46.91	mg.l <sup>-1</sup>
Proteína	14.01	%	Ceniza	4.42	%
Fibra	8.97	%	Zinc	12.43	mg.l <sup>-1</sup>

**4.7.29. Árbol 29 (San Laureano 3):** encontrado en San Laureano, municipio de Ciudad Delgado, departamento de San Salvador, ubicado cartográficamente en latitud 13°46'10.23'', longitud: 89°09'05.86'' a una altitud de 561 msnm.

**Descripción del árbol:** árbol de 100 años de edad, con un DAP de 50.5 cm, con gambas tipo IV, con una altura aproximada de 28 m, tallo color café oscuro grisáceo y diámetro de copa de 19 m, y hábito de crecimiento tipo irregular.

**Descripción de hojas:** presenta forma elíptica, borde liso, ápice cuspidado, has y envés no lampiño, coloración verde; longitud de 13.41 cm, ancho de 5.95 cm, y área foliar promedio de 60.31 cm<sup>2</sup>.

**Descripción de frutos:** presenta coloración verde

**Época de cosecha:** inicia aproximadamente en la tercera semana de junio y finaliza en la segunda semana de julio, por la época que inicia la cosecha, es clasificado como invierno temprano.

**4.7.30. Árbol 30 (UES 1):** encontrado en el predio de la Pisigranja de la escuela de Biología, Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, de la Universidad de El Salvador, departamento de San Salvador, ubicado cartográficamente en latitud 13°43'14.8'', longitud 89°12'17.38'' a una altitud de 887 msnm.

**Descripción del árbol:** árbol de 30 años de edad, con un DAP de 43 cm, con gambas tipo I, con una altura aproximada de 10 m, diámetro de copa de 8 m, tallo de color café oscuro – grisáceo y hábito de crecimiento tipo irregular.

**Descripción de hojas:** presenta forma oblonga – lanceolada, borde liso, ápice cuspidado, envés escasamente pubescente, coloración verde; longitud de 16.33 cm, ancho de 6.06 cm, y área foliar promedio de 72.09 cm<sup>2</sup>.

**Descripción de frutos:** presenta coloración verde

**Época de cosecha:** inicia aproximadamente en la tercera semana de junio y finaliza en la segunda semana de julio, por la época que inicia la cosecha, es clasificado como invierno temprano.

## 5. CONCLUSIONES

- La caracterización morfoagronómica para las características cualitativas, presentaron los aspectos siguientes:
  - El 63.30% de los árboles presentaron forma de gamba IV, mientras que 3.30% presentaron una forma I y V, respectivamente, en donde la forma V es una nueva clasificación determinada en este estudio.
  - El 76.66% de los árboles presentaron un color de tronco café oscuro – grisáceo, y solamente el 23.30 color café claro – grisáceo, en donde esta ultima coloración fue muy común en árboles de época seca.
  - El periodo de fructificación para la especie es aproximadamente de 60 a 75 días.
  - El 73.4% de los árboles presentaron frutos verdes, y 13.30% de los árboles coloración amarilla y rojo respectivamente, donde los frutos verdes pertenecen a la época lluviosa, mientras que el resto a la época seca e inicios de época lluviosa.
  - La producción de fruto y semilla de ojushte ocurre de enero a agosto, en donde los meses de mayor abundancia son de junio a julio.
  - El 76.67% de los árboles presentaron un envés de hoja escasamente pubescente, mientras que el 23.30% mostró un envés glabro, donde esta ultima característica fue presentada por árboles de época seca.
- La caracterización morfoagronómica de caracteres cuantitativos (fruto y semilla), determinó parámetros o rangos, que indican que al encontrar frutos y semillas de un árbol nuevo, existe la probabilidad del 65% o más que se encuentre entre dichos rangos.
  - Para características físicas de fruto y semilla:
    - Diámetro de fruto : 1.69 – 2.28 cm
    - Peso de fruto : 3.12 – 4.04 g
    - Diámetro de semilla: 1.02 – 1.65 cm
    - Peso de semilla: 1.37 – 1.81 g

- Para características químicas de semilla:
  - Contenido de proteína: 12.25 – 13.99%
  - Contenido de fibra: 7.56 – 10.59
  - Contenido de grasa: 0.68 – 1.34 %
  - Contenido de zinc: 11.6 – 18.34 mg.l<sup>-1</sup>
  - Contenido de hierro: 31 – 74.09 mg.l<sup>-1</sup>
- La variabilidad genética cuantitativa de los árboles colectados, fue determinada por el 42% de los descriptores, en donde mostraron un coeficiente de variación mayor del 23%, sobresaliendo área foliar, grasa y hierro.
- El método multivariado, permitió agrupar en seis componentes, los árboles de ojushte identificados; dando lugar a llamar a esos componentes poblaciones de ojushte, ya que cada una de ellas se caracteriza en mostrar caracteres muy afines entre si y diferentes entre los grupos.
  - El primer grupo se caracterizó por presentar el mayor contenido de zinc en semilla, menores dimensiones de hoja y menor peso de semilla; las accesiones que lo conformaron fueron: Plan de Amayo 4, Plan de Amayo 5, San Pedro 1, San Isidro 1 y Plan de Amayo 1.
  - El segundo grupo se caracterizó por sobresalir en características físicas y químicas de semilla: diámetro polar, diámetro ecuatorial, peso, contenido de proteína y contenido de hierro. Las accesiones que conformaron este grupo son: Plan de Amayo 2, Zunsal 2 y La Bermuda 1.
  - El tercer grupo, fue formado por tres árboles: Plan de Amayo 3, San Pedro 3 y Zunsal 1; asimismo se caracterizó por presentar características en semilla: mayor contenido de grasa; el menor contenido de fibra, ceniza y zinc.
  - El cuarto grupo se caracterizó por presentar los valores más altos en las variables edad del árbol, DAP(diámetro a la altura del pecho), altura, diámetro de copa, dimensiones de hoja, y contenido de fibra en la semilla. Por otra parte los árboles que formaron este grupo son: Plan de Amayo 6 y La Bermuda 4.

- Al quinto grupo pertenecen aquellas accesiones que presentaron los mayores valores en humedad parcial y humedad total; este grupo fue formado por los árboles La Bermuda 2, La bermuda 3, San Isidro 2, Villa Belén 1 y San Isidro 3.
- El sexto grupo se caracterizó por presentar los menores valores de: DAP(diámetro a la altura del pecho), altura, diámetro de copa, contenido de proteína; mostrando valores intermedios en las variables restantes. Los árboles que formaron este grupo son: Nancuchiname 1, Nancuchiname 2, San Laureano 2, San Pedro 2 y San Laureano 1.

## **6. RECOMENDACIONES**

Para investigaciones posteriores, sobre caracterización y evaluación de ojushte, es necesario retomar las características que definen variabilidad entre individuos.

Es recomendable, realizar evaluaciones de rendimiento de frutos y semilla, en cada uno de los árboles, e incorporar en los descriptores el número de nervaduras secundarias de la hoja.

Es necesario realizar un mapeo genético, a través de marcadores, con el propósito de conocer genéticamente cada material.

Es recomendable realizar búsqueda de mas materiales a nivel nacional y caracterizarlos, y a su vez crear jardines clónales de esta especie; ya que se encuentra en peligro, prueba de ello es que se ve reducida únicamente a parques cafetaleros, bosques de galería y áreas protegidas.

Es necesario reproducir por medio de técnicas de injertación, aquellos árboles que presentaron características sobresalientes en semilla, como: proteína (árbol San Isidro 3), hierro (árbol la Bermuda 1) y zinc (Plan de Amayo 1). Posterior a ésto se debe promocionar dichos materiales en aquellas instituciones que fomentan programas de seguridad alimentaria en comunidades y recomendarlos en sistemas de alta productividad.

Es necesario que se promocióne el consumo de ojushte, debido a que presenta valores mayores a los del maíz y sorgo, y puede ayudar a mitigar los problemas de desnutrición.

## **7. BIBLIOGRAFÍA**



AOAC (Association of Official Analytical Chemists), 1990. Official Methods of Analysis. Washington D. C. E.E.U.U.

Aragón Barrios, UR. 1990. Caracterización preliminar del ramón (*Brosimum alicastrum* swart), *in situ* en el bosque muy húmedo sub – tropical cálido de Peten Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 140 p

Arévalo Salguero, AI. 2010. Respuesta Glicémica de la semilla del Ramón, *Brosimum alicastrum* en Mujeres de 16 a 25 años de edad, residentes de la Ciudad Capital, Guatemala. Tesis Lic. Guatemala, Universidad Rafael Landívar. p18

Alvarado Guinac, D; Sosof V, JR; Sanchez C, MS. 2006. Búsqueda, colecta, caracterización y preservación de materiales de Ramón (*Brosimum alicastrum*) en la región Sur-Occidental de Guatemala. Guatemala, IIDESCO – CONSUROCC. 50 p

Ayala, A; Sandoval, SM. 1995. Establecimiento y producción temprana de forraje de ramón (*Brosimum alicastrum* swartz) en plantaciones a altas densidades en el norte de Yucatán, México. Yucatán, MX, s.e. p 11

CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). 2003. Árboles de Centroamérica: un manual para extensionistas. Eds. J. Cordero; DH. Boshier. Turrialba. CR. P 403 – 406

Diario el mundo. 2014. El bosque de Nancuchiname (en línea). Consultado 10 mayo. 2014. Disponible en <http://www.elsv.info/el-bosque-de-nancuchiname>

Ferrán Aranaz, M. 2001. SPSS para Windows: análisis estadístico. Ed. C. Sanchez Gonzáles. Madrid, ES, McGraw-Hill. 375 p

FiAES (Fondo de la Iniciativa para las Américas). 2008. Un área pequeña que brinda grandes beneficios (en línea). Consultado 10 mayo. 2014. Disponible en <http://fiaes.org.sv/boletin/080803.html>

Fuente Fernández, S. 2011. Análisis de componentes principales. Madrid, ES, UAM. p 3

Flores Moran, WR. 2011. Caracterización morfoagronómica *in situ* de aguacate criollo (*Persea americana* Miller) adaptado a la zona costera de El Salvador y su incidencia en la selección de germoplasma promisorio. Tesis Ing. Agr. San Salvador, SV, UES. 92 p

Franco, L; Hidalgo, R. 2003. Analisis estadístico de datos de caracterización de recursos fitogenéticos. Cali, Col. IPGRI. p 27

Henríquez, P. s.f. Las especies sub-utilizadas: rico potencial no aprovechado. s.n.t.

IPGRI. 2001. Boletín de las Américas. Grupo América, vol. 7 N° 1. Cali, Colombia

Linares Linares, CE; Ibáñez Ramírez, JM. 1992. Influencia de la estratificación en la germinación y del ácido indolbutírico (AIB) en el enraizamiento del ojushte. Tesis lic. en biología. San Salvador, SV, UES. p 4

Medina Herrera, MD. 2006. Desarrollo de una barra nutricional a base de gránola y frijol rojo (*Phaseolus vulgaris*). Honduras, s.e. p 3

Meiners, M; Sánchez Guardado, C; De Blois, S. 2009. El ramón: fruto de nuestra cultura y raíz para la conservación. México, CONABIO. 10p

Mendoza García, M; Santillana Ceballos, ME. 2012. Reintroducción de *Brosimum alicastrum* (Moraceae) en el Ejido de Zenzontla en La Reserva de la Biosfera de la Sierra de Manantlán, México. Madrid, ES, s.e. p 4

Morales Ortiz, ER; Herrera Tuz, LG. 2009. Ramón (*Brosimum alicastrum* Swartz.): Protocolo para su colecta, beneficio y almacenaje. Yucatán, MX, s.e. 18p

Navarro Marroquín, IS; Castro Galdámez, KL; Arriaza Fuentes, CA. 2008. Identificación, selección y caracterización de clones de marañón (*Anacardium occidentale*) con alto potencial genético de producción, en la Cooperativa ACOPASMA, cantón Tierra Blanca, Chirilagua, departamento de San Miguel. Tesis Ing. Agr. San Salvador, SV, UES. 174 p

Orellana Sánchez, MT. 2005. Caracterización de materiales genéticos de anona (*Annona diversifolia* Saff) en los municipios de Berlín y Mercedes Umaña, departamento de Usulután. Tesis Ing. Agr. San Salvador, SV, UES. 101 p

Rodríguez García, KE; Gutiérrez Barrientos, HM. 2012. Caracterización morfoagronómica *in situ* de aguacate criollo (*Persea americana* Miller) y su incidencia en la selección de germoplasma promisorio adaptado a tres departamentos de la zona costera de El Salvador. Tesis Ing. Agr. San Salvador, SV, UES. 118 p

SNET (Servicio Nacional de Estudios Territoriales). 2012. Registro de precipitación, temperatura y humedad relativa (en línea). San Salvador, SV. Consultado 20 abr. 2013. Disponible en <http://www.SNET.gog.sv>

Terrádez Gurrea, M. s.f. Análisis de componentes principales. España, s.e. p 2

Torres Calderón, EE. 2007. Identificación y caracterización in situ de germoplasma de mamey (*Mammea americana* L.), con potencial genético en zonas productoras de El Salvador. Tesis Ing. Agr. San Salvador, SV, UES. 128 p

Turcios Alvares, AJ; Castañeda Lazo, BN. 2010. Desarrollo y evaluación de galletas fortificadas a base de másica (*Brosimum alicastrum*) para niños y niñas entre 6 – 13 años de la escuela Lempira, Lizapa Maraita, Honduras. Tesis Ing. En Agroindustria Alimentaria. Honduras, Zamorano. p 4

Witsberger; D; Current, D; Archer, E. 1982. Árboles del parquet Deininger. San Salvador, SV, Dirección de Publicaciones. 337 p

## 8. ANEXOS

**Anexo 1. Clave para el descriptor de ojushte, propuesto por la FAO, citado por Alvarado *et al* (2006).**

## Forma de Tocón

- 2 Forma I
- 4 Forma II
- 6 Forma II
- 8 Forma IV

## Forma de hoja

La forma de hoja de árboles maduros

- 1 Ovoide
- 2 Lanceolada
- 3 Oblanceolate
- 4 Espatulada
- 5 Deltoide
- 6 Ovada
- 7 Eliptica
- 8 Oblonga
- 6 Abovado

## Pubescencia en el Enves

- 0 Lisa
- 3 Poco Pubescente
- 5 Pubescente
- 7 Densamente Pubescente

## Forma del Ápice de la Hoja

- 0 Corto
- 3 Ligeramente prominente

## Desarrollo de perianto de flores estaminadas

- 0 Faltante
- 3 Vestigial
- 5 Bien desarrollado

## Altura de árbol

Diámetro del tallo a altura de pecho

Flores pistiladas por receptáculo

Diámetro del Fruto

Peso de Semilla (gr.)

Longitud de hoja

Longitud de pecíolo

Peso del Fruto

Longitud de estípulas

Diámetro de semilla (mm)

## Estipula amplexicaule

- 0 Ausente
- 1 Presente

## Tipo de Margen Foliar

- 0 Lisa
- 3 poco dentado
- 5 Dentado

## Superficie foliar del envez

- 0 Lisa
- 3 Escabridulosa
- 5 Escrobiculado
- 7 Corrugado

## Pubescencia en el Haz

- 0 Glabra
- 3 Poco Pubescente
- 5 Pubescente
- 7 Densamente Pubescente

## Color de pubescencia

- 0 Verde
- 3 Café
- 5 Grisáceo

## Color de hoja seca

## Forma del Fruto

La forma de frutos maduros

- 2 Cordada
- 3 Oblongo
- 4 Ovóide
- 5 Globosa
- 7 Reniforme

## Forma de la Semilla

- 1 Ovado
- 2 Obloide
- 3 Oblongo
- 4 Abovado
- 5 Reniforme

## Anexo 2. Descriptor usado para la caracterización de ojushte en la presente investigación.

### 1. Datos del pasaporte

## 1.1. Datos de la muestra

### 1.1.1. Numero de la muestra

### 1.1.2. Nombre del lugar

### 1.1.3. Numero en base al orden de encontrado

### 1.1.4. Año de recolección

## 1.2. Nombre del donante

## 1.3. Numero de donante, en base al número de encontrado

## 1.4. Nombre científico

### 1.4.1. Genero

### 1.4.2. Especie

## **2. Datos de recolección**

2.1. Institución o persona encargada de la recolección: nombre y dirección /o personas que efectuaron la recolección.

2.2. Fecha de recolección: día/mes/año

2.3. Nombre del país de recolección.

2.4. Departamento.

2.5. Municipio.

2.6. Latitud del lugar de recolección: grados, minutos y segundos

2.7. Longitud del lugar de recolección: grados, minutos y segundos

2.8. Altitud: metro sobre el nivel del mar

2.9. Material recolectado:

- Semilla
- Fruto
- Hojas
- Ramas

- Flores
- Plántulas

#### 2.10. Tipo de muestra

- individual
- clon
- población

#### 2.11. Estado de la muestra.

- silvestre
- nativo
- introducida

#### 2.12. Fuente de recolección

- bosque
- traspatio
- huerto

#### 2.13. Distribución de la especie en las áreas recolectadas

- limitada
- abundante

### **3. Caracterización y evaluación preliminar**

#### **3.1. General**

##### 3.1.1. Sitio de la caracterización

##### 3.2.2. Año de la caracterización

##### 3.3.3. Nombre y dirección de los evaluadores

#### **3.2. Caracterización cualitativa**

##### 3.2.1. Habito de crecimiento del árbol

- columnar
- Rectangular
- Semielíptico

- piramidal
- Circular
- Irregular
- ovobado
- Semicircular

### 3.2.2. Época de cosecha

- Verano temprano (noviembre – diciembre)
- Invierno temprano (mayo – junio)
- Verano intermedio (enero – febrero)
- Invierno intermedio (julio – agosto)
- Verano tardío (marzo – abril)
- Invierno tardío (septiembre – octubre)

### 3.2.3. Forma o tipo de gamba

- I
- III
- V
- II
- IV

### 3.2.4. Color de tallo

- Café oscuro – grisáceo
- Café cloro – grisáceo

### 3.2.5. Color de fruto

- Amarillo
- Rojo
- Verde

### 3.2.6. Forma de fruto

- Elipsoide
- Oblongo
- Oblicuo
- Obloide
- Esferoide

### 3.2.7. Forma de semilla

- Elipsoide
- Oblongo
- Oblicuo
- Obloide

- Esferoide

### 3.2.8. Forma de hoja

- ovada
- Ovada – angosta
- Obovada
- Oval o elíptica
- Oblonga
- Redondeada
- Cordiforme
- Lanceolada
- Oblonga – lanceolada

### 3.2.9. Forma del ápice de hoja

- Acuminado
- Agudo
- Apiculado
- Cuspidado
- Redondeado

### 3.2.10. Tipo de borde

- Liso
- Acerrado
- Crenado

### 3.2.11. Color de hoja

### 3.2.12. Venación

### 3.2.13. Pubescencia en el envés de la hoja

- Glabro
- Escasamente pubescente
- Ligeramente pubescente altamente pubescente

## 3.3. Caracterización de variables cuantitativas (evaluación preliminar)

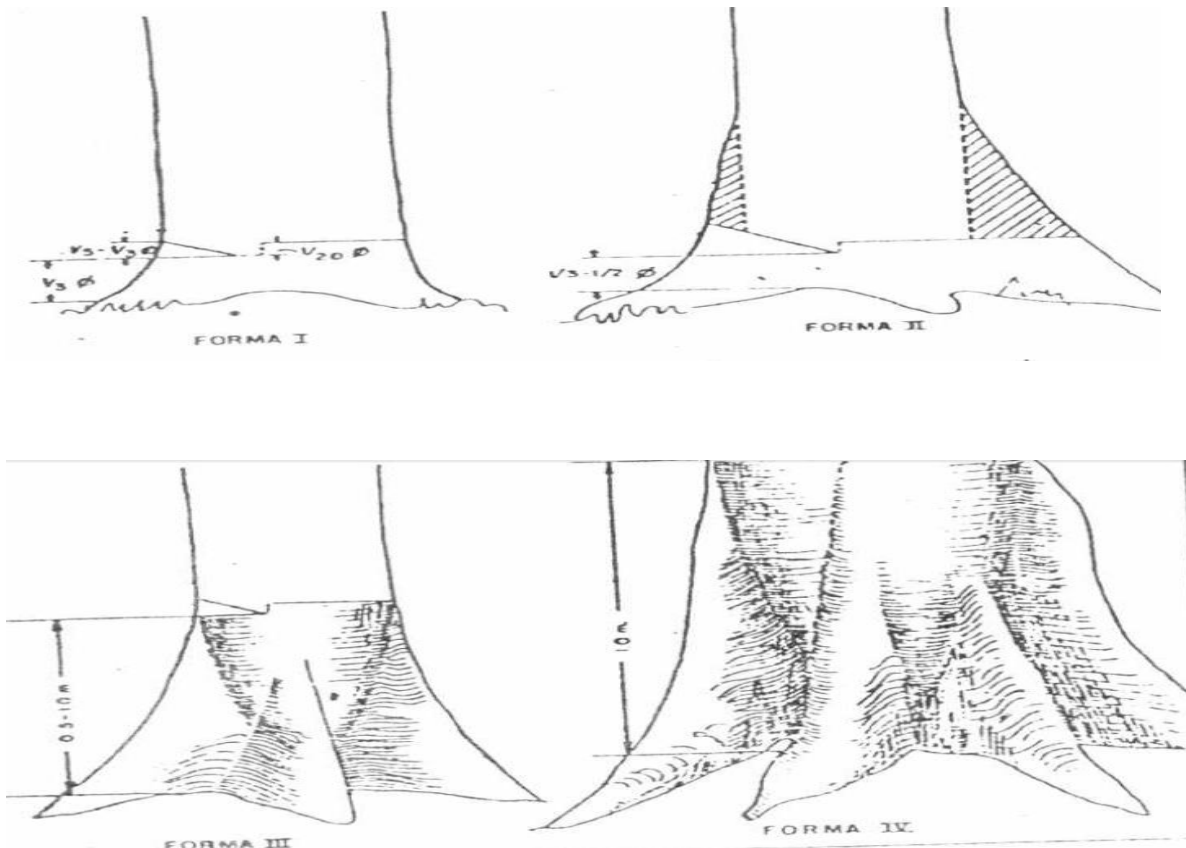
### 3.3.1. Edad del árbol

### 3.3.2. Diámetro del tronco a la altura del pecho (DAP)



- 3.3.3. Diámetro de copa
- 3.3.4. Altura
- 3.3.5. Longitud y ancho de lámina foliar
- 3.3.6. Ancho de lámina foliar
- 3.3.7. Área foliar
- 3.3.8. Diámetro polar de fruto y semilla
- 3.3.9. Diámetro ecuatorial del fruto y semilla
- 3.3.10. Peso de fruto y semilla (gr)
- 3.3.11. Humedad (parcial y total)
- 3.3.12. Ceniza
- 3.3.13. Proteína cruda
- 3.3.14. Fibra cruda
- 3.3.15. Grasa
- 3.3.16. Hierro
- 3.3.17. Zinc

### **Anexo 3. Tipos de gamba o contrafuertes**

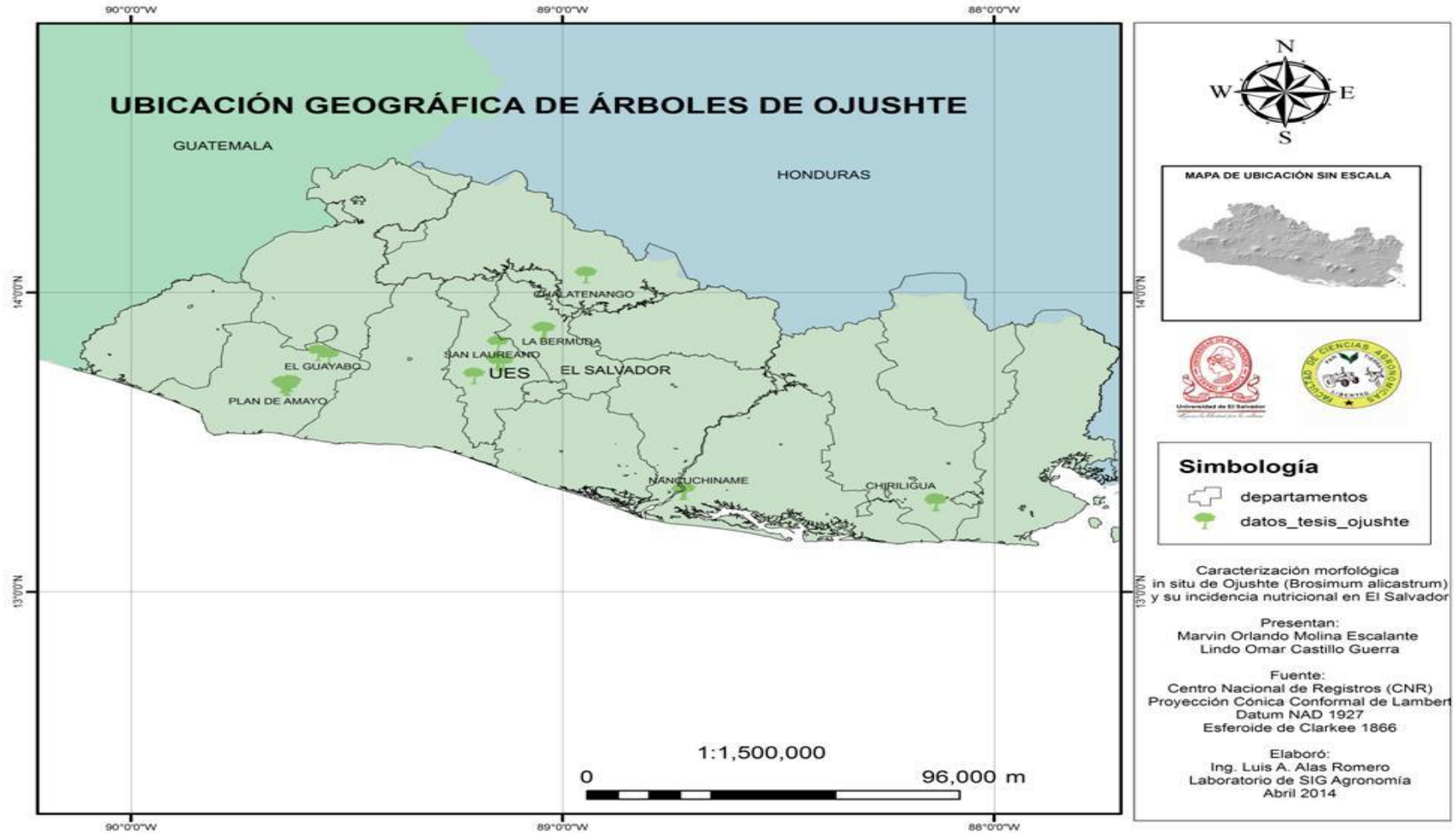


Clasificación de gambas para especies maderables propuesto por Alvarado Guinac *et al.* (2006).



Gamba V, encontrada en la investigación, presenta una forma achatada, una altura de 0.75 m y un largo de 0.45m

Anexo 4. Mapa de ubicación de los árboles de ojushte



**Anexo 5. Posición de fruto de ojushte en rama**