



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

“CARACTERIZACIÓN *IN SITU* DE LA VARIABILIDAD MORFOLÓGICA DEL CULTIVO DE OVO (*Spondias purpurea* L.) EN LA PROVINCIA DE IMBABURA”

Trabajo de grado previa a la obtención del Título de Ingeniera en Agropecuaria

AUTORA:

CADENA MEDINA ALICIA CRISTINA

DIRECTORA:

Ing. DORIS SALOME CHALAMPUENTE FLORES M.Sc.

Ibarra, agosto 2019

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN
CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERIA EN
AGROPECUARIA

**“CARACTERIZACIÓN *IN SITU* DE LA VARIABILIDAD MORFOLÓGICA DEL
CULTIVO DE OVO (*Spondias purpurea* L.) EN LA PROVINCIA DE IMBABURA”**

Trabajo de grado revisado por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su presentación
como requisito parcial para obtener Título de:

INGENIERA AGROPECUARIA

APROBADO:

Ing. Doris Chalampunte Flores, M.Sc.

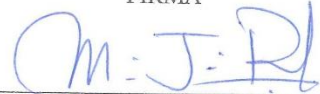
DIRECTOR



FIRMA

Ing. María José Romero, M.Sc.

MIEMBRO TRIBUNAL



FIRMA

Lic. Ima Sánchez, M.Sc.

MIEMBRO TRIBUNAL



FIRMA

Ph.D. Julia Prado

MIEMBRO TRIBUNAL



FIRMA



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN

A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1.- IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

| DATOS DE CONTACTO | | | |
|-----------------------------|--------------|---|------------|
| CÉDULA DE IDENTIDAD: | | 1004566137 | |
| APELLIDOS Y NOMBRES: | | Cadena Medina Alicia Cristina | |
| DIRECCIÓN: | | Atuntaqui, Barrio Sto. Domingo "Laureles" | |
| EMAIL: | | liz9medi@gmail.com | |
| TELÉFONO FIJO: | (02) 2909188 | TELÉFONO MÓVIL | 0983750979 |

| DATOS DE LA OBRA | | | |
|--------------------------------|--|--------------------------|-----------------|
| TÍTULO: | CARACTERIZACIÓN <i>IN SITU</i> DE LA VARIABILIDAD MORFOLÓGICA DEL CULTIVO DE OVO (<i>Spondias purpurea</i> L.) EN LA PROVINCIA DE IMBABURA. | | |
| AUTOR: | Cadena Medina Alicia Cristina | | |
| FECHA: | 1 de agosto del 2019 | | |
| SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO | | | |
| PROGRAMA: | <input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO | <input type="checkbox"/> | POSGRADO |
| TÍTULO POR EL QUE OPTA: | Ingeniera Agropecuaria | | |
| DIRECTOR: | Ing. Doris Chalampunte Flores M.Sc. | | |

2. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrollo, sin los derechos de autores terceros, por lo tanto, la obra es original y es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a 1 día del mes de agosto del 2019

EL AUTOR:

..........
Cadena Medina Alicia Cristina
C.I.: 100456613-7

ACEPTACIÓN

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Manifiesto que la presente obra es original y se la desarrolló sin violar derechos de autores terceros, por lo tanto, es original y que soy el titular de los derechos patrimoniales; por lo que asumo la responsabilidad sobre el contenido de esta y saldré en defensa de la Universidad Técnica del Norte en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a 1 día del mes de agosto de 2019



Firma

Alicia Cristina Cadena Medina

C.I.: 1004566137

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por la Srta. Cadena Medina Alicia Cristina, bajo mi supervisión.

Ibarra, a 1 día del mes de agosto de 2019



Ing. Doris Chalampunte Flores M.Sc.

DIRECTORA DE TESIS

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, Alicia Cristina Cadena Medina, con cédula de identidad Nro. 1004566137, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor de la obra o trabajo de grado denominado: **CARACTERIZACIÓN *IN SITU* DE LA VARIABILIDAD MORFOLÓGICA DEL CULTIVO DE OVO (*Spondias purpurea* L.) EN LA PROVINCIA DE IMBABURA**, que ha sido desarrollado para optar por el título de: **INGENIERA AGROPECUARIA** en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, a 1 día del mes de agosto del 2019



Firma

Alicia Cristina Cadena Medina

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía: FICAYA-UTN

Fecha: Ibarra, a 1 día del mes de agosto del 2019

Cadena Medina Alicia Cristina: “**CARACTERIZACIÓN *IN SITU* DE LA VARIABILIDAD MORFOLÓGICA DEL CULTIVO DE OVO (*Spondias purpurea* L.) EN LA PROVINCIA DE IMBABURA**”/Trabajo de titulación. Ingeniera Agropecuaria.

Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Ibarra, a 1 día del mes de agosto del 2019, 105 páginas.

DIRECTORA: Ing. Doris Chalampunte Flores M.Sc.

- El objetivo principal de la presente investigación fue: Determinar la variabilidad morfológica del cultivo de ovo (*Spondias purpurea* L.) presente en Imbabura.
- Entre los objetivos específicos se encuentran: Caracterizar *in situ* la variabilidad morfológica del cultivo de ovo mediante descriptores para la determinación la diversidad de la especie. Determinar la distribución geográfica de *Spondias purpurea* L., asociada a la variabilidad morfológica en la provincia de Imbabura. Identificar el manejo y uso del cultivo de ovo a través de levantamiento de información primaria como alternativa de conservación.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, por hacer realidad este sueño tan anhelado. A mí querida familia gracias por los consejos oportunos sobre la vida, el respeto, la humildad y su comprensión en mis buenos y malos momentos.

A la Universidad Técnica del Norte, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales, Carrera de Ingeniería Agropecuaria y personal docente. De manera especial a la Ing. Doris Chalampunte, M.Sc, Directora de Tesis, por ser mi guía en la realización de esta investigación y por su preocupación e interés en mi desarrollo profesional.

De igual manera a los miembros del Comité Asesor que supieron brindarme sus experiencias técnicas para realizar este trabajo, ellos son: PhD. Julia Prado, Ing. María José Romero, M.Sc. y Lic. Ima Sánchez, M.Sc., quienes con sus conocimientos valiosos lograron contribuir decididamente para realizar y culminar esta investigación.

Un agradecimiento especial a mis amigos más queridos Fernando, Amanda, María José, Maritza, Sairi, Alexis y compañeros que en su momento aportaron con su más valiosa ayuda, alegría, amistad y académicamente.

DEDICATORIA

Les agradezco con todo mi corazón a mis queridos padres Luis y Guadalupe, hermanas Paola, Mariana y Angélica, en memoria de mi abuelita Pastora; sirva de sincero homenaje. Gracias por apoyarme y estar siempre a mi lado, en los malos y en los buenos momentos de mi vida.

La vida nos ofrece a cada instante un espectáculo único y grandioso.

Este trabajo va dedicado a ustedes, por demostrarme que todo se puede lograr cuando se tiene fe en sí mismo.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | |
|---|------|
| ÍNDICE DE FIGURAS | vi |
| ÍNDICE DE TABLAS | viii |
| ÍNDICE DE ANEXOS | ix |
| RESUMEN | x |
| ABSTRACT | xi |
| CAPÍTULO I | 1 |
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1.1. Antecedentes..... | 1 |
| 1.2. Problema..... | 2 |
| 1.3. Justificación..... | 3 |
| 1.4. Objetivos..... | 4 |
| 1.4.1. Objetivo general | 4 |
| 1.4.2. Objetivos específicos..... | 4 |
| 1.5. Preguntas directrices..... | 4 |
| CAPÍTULO II..... | 5 |
| MARCO TEÓRICO | 5 |
| 2.1. Importancia económica y social | 5 |
| 2.2. Origen y distribución | 5 |
| 2.3. Descripción taxonómica | 5 |
| 2.4. Descripción botánica | 6 |
| 2.4.1. Características del árbol..... | 6 |
| 2.4.2. Tronco y ramas | 7 |
| 2.4.3. Corteza..... | 7 |
| 2.4.4. Hojas..... | 7 |
| 2.4.5. Inflorescencia..... | 7 |
| 2.4.6. Fruto | 7 |
| 2.4.7. Semilla..... | 8 |
| 2.5. Variedades | 8 |
| 2.6. Requerimientos climáticos | 8 |
| 2.7. Requerimientos edáficos..... | 9 |
| 2.8. Plagas presentes en el cultivo de ovo | 9 |
| 2.9. Enfermedades presentes en el cultivo de ovo..... | 10 |

| | |
|--|----|
| 2.10. Manejo agronómico..... | 10 |
| 2.10.1. Propagación | 11 |
| 2.10.2. Preparación del suelo..... | 11 |
| 2.10.3. Trazado y estaquillado..... | 11 |
| 2.10.4. Ahoyado | 11 |
| 2.10.5. Siembra de esquejes..... | 12 |
| 2.10.6. Poda | 12 |
| 2.10.7. Anillado | 12 |
| 2.10.8. Fertilización..... | 13 |
| 2.10.9. Cosecha..... | 13 |
| 2.11. Contenido nutricional | 14 |
| 2.12. Usos | 15 |
| 2.13. Recursos fitogenéticos del ovo | 15 |
| 2.13.1. Variabilidad morfológica del ovo..... | 16 |
| 2.14. Erosión genética | 16 |
| 2.15. Caracterización del ovo | 17 |
| 2.15.1. Caracterización morfológica..... | 18 |
| 2.15.2. Descriptores | 18 |
| 2.16. Estrategias de conservación..... | 19 |
| 2.16.1. Conservación <i>in situ</i> | 19 |
| 2.16.2. Conservación <i>ex situ</i> | 20 |
| 2.17. Marco legal..... | 20 |
| CAPÍTULO III | 21 |
| MARCO METODOLÓGICO | 21 |
| 3.1. Descripción del área de estudio | 21 |
| 3.2. Materiales y métodos..... | 22 |
| 3.2.1. Materiales | 22 |
| 3.2.1.1. Material de evaluación | 22 |
| 3.2.1.2. Material de campo | 22 |
| 3.2.1.3. Equipos | 22 |
| 3.2.2. Métodos | 22 |
| 3.2.2.1. Determinación de los sitios de visita | 22 |
| 3.2.2.2. Georreferenciación | 23 |
| 3.2.2.3. Levantamiento de información primaria | 23 |

| | |
|--|----|
| 3.2.2.4. Caracterización <i>in situ</i> | 24 |
| a) Textura de la corteza (TCR) | 24 |
| b) Color de la corteza (CCR) y Espinas (ES) | 25 |
| c) Disposición de los frutos en el árbol (DFR) | 25 |
| 3.2.2.3. Caracterización en laboratorio | 26 |
| d) Color principal del fruto (CPFR) | 26 |
| e) Color secundario de fruto (CSFR) | 26 |
| f) Textura del fruto (TFR) | 27 |
| g) Restos de estigmas (RE) | 27 |
| h) Protuberancia basal (PB) | 28 |
| i) Forma de la base (FB) | 28 |
| j) Forma del ápice (FA) | 29 |
| k) Vestigios de fusión de estigmas (VFE) | 29 |
| m) Peso de la pulpa (PP) | 30 |
| n) Porcentaje de peso de pulpa respecto a la semilla (POP) | 30 |
| o) Diámetro polar del fruto (DP) | 30 |
| p) Diámetro ecuatorial del fruto (DE) | 30 |
| q) Diámetro del ápice del fruto (DA) | 31 |
| r) Grosor del epicarpio (GE) | 31 |
| s) Sólidos solubles (SS) | 31 |
| t) Peso de semilla más endocarpio (PS) | 32 |
| u) Longitud de la semilla más endocarpio (LS) | 32 |
| v) Diámetro de la semilla más endocarpio (DS) | 32 |
| w) Índice de forma del fruto (IFR) | 33 |
| 3.2.2.5. Determinación de la distribución geográfica del cultivo de ovo asociado a la variabilidad morfológica | 33 |
| 3.3.3. Análisis estadístico | 34 |
| CAPÍTULO IV | 35 |
| RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 35 |
| 4.1. Caracterización morfológica | 35 |
| 4.1.1. Variabilidad morfológica de datos cuantitativos | 35 |
| 4.1.1.1. Características cuantitativas del fruto | 35 |
| 4.1.1.2. Características cuantitativas de la semilla | 40 |
| 4.1.2. Variabilidad morfológica de datos cualitativos | 41 |
| 4.1.2.1. Características cualitativas del tallo | 41 |

| | |
|--|----|
| 4.1.2.2. Características cualitativas del fruto..... | 43 |
| 4.2. Análisis de conglomerados..... | 47 |
| 4.3. Valor discriminante para los caracteres cualitativos y cuantitativos..... | 49 |
| 4.3.1. Caracteres cuantitativos..... | 49 |
| 4.3.2. Caracteres cualitativos..... | 50 |
| 4.4. Análisis de los caracteres cualitativos para grupos conformados..... | 51 |
| a) Textura de la corteza | 51 |
| b) Disposición de frutos..... | 52 |
| c) Espinas..... | 53 |
| d) Color principal del fruto..... | 53 |
| e) Color secundario del fruto..... | 54 |
| f) Textura del fruto | 55 |
| g) Restos de estigmas | 56 |
| h) Protuberancia basal | 57 |
| i) Forma de la base..... | 58 |
| j) Forma del ápice..... | 59 |
| k) Vestigios de fusión de estigmas | 60 |
| l) Forma del fruto..... | 60 |
| 4.3.3. Análisis de Componentes Principales (ACP)..... | 61 |
| 4.6. Identificación de morfotipos por grupos | 63 |
| 6. Determinación de la distribución del cultivo de ovo a nivel de la zona norte del país ... | 69 |
| 6.1. Distribución de los morfotipos correspondientes a cada grupo..... | 71 |
| 5. Análisis de las entrevistas semi-estructuradas..... | 73 |
| a) Actividad agropecuaria..... | 73 |
| b) Obtención del material genético..... | 73 |
| c) Labores de manejo..... | 74 |
| d) Asociación del ovo con otros cultivos | 76 |
| e) Limitaciones para el establecimiento y manejo del cultivo de ovo..... | 76 |
| f) Importancia socioeconómica de la presencia del cultivo de ovo en el área de estudio ... | 77 |
| 5.1. Estrategias de conservación..... | 80 |
| CAPÍTULO V | 83 |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 83 |
| 5.1. CONCLUSIONES..... | 83 |
| 5.2. RECOMENDACIONES | 84 |

| | |
|-------------------|----|
| BIBLIOGRAFÍA..... | 85 |
| ANEXOS..... | 92 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio. | 21 |
| Figura 2. Zona de Ambuquí | 22 |
| Figura 3. Toma de datos de georreferenciación. | 23 |
| Figura 4. Entrevistas a productores de ovo. | 24 |
| Figura 5. Colecta de material. | 24 |
| Figura 6. Tipos de textura de la corteza. | 25 |
| Figura 7. Color de la corteza con presencia y ausencia de espinas. | 25 |
| Figura 8. Tipos de disposición del fruto. | 26 |
| Figura 9. Tipos de textura del fruto de ovo. | 27 |
| Figura 10. Tipos de restos de estigmas del fruto. | 28 |
| Figura 11. Diferentes tipos de protuberancias del fruto de ovo. | 28 |
| Figura 12. Diferentes tipos de base del fruto de ovo. | 28 |
| Figura 13. Forma del ápice del fruto de ovo. | 29 |
| Figura 14. Determinación de vestigios de fusión de estigmas. | 29 |
| Figura 15. Peso del fruto. | 30 |
| Figura 16. Peso de la pulpa. | 30 |
| Figura 17. Dimensiones del fruto. | 31 |
| Figura 18. Grosor del epicarpio. | 31 |
| Figura 19. Determinación de sólidos solubles. | 32 |
| Figura 20. Peso de semilla más endocarpio. | 32 |
| Figura 21. Dimensiones de la semilla más endocarpio. | 33 |
| Figura 22. Tipos de formas del fruto de ovo. | 33 |
| Figura 23. Corteza áspera. | 43 |
| Figura 24. Coloración del árbol. | 43 |
| Figura 25. Disposición de frutos en racimos compactos. | 43 |
| Figura 26. Color principal de la epidermis del fruto. | 45 |
| Figura 27. Color secundario de la epidermis del fruto. | 45 |
| Figura 28. Textura de tipo liso del fruto de ovo. | 45 |
| Figura 29. Restos de estigmas de tipo involuto. | 47 |
| Figura 30. Presencia de vestigios de fusión de estigmas. | 47 |
| Figura 31. Protuberancia basal de tipo central. | 47 |
| Figura 32. Forma de la base de tipo plana. | 47 |
| Figura 33. Forma del ápice redondo. | 47 |
| Figura 34. Dendrograma obtenido por análisis de conglomerados para las variables cuantitativas y cualitativas en 31 materiales de ovo. | 48 |
| Figura 35. Porcentaje de corteza en los grupos conformados. | 51 |
| Figura 36. Tipos de textura de corteza en los grupos conformados. | 52 |
| Figura 37. Porcentaje de disposición de las ramas del árbol de ovo en los grupos conformados. | 52 |

| | |
|--|----|
| Figura 38. Tipos de disposición de las ramas del árbol de ovo en los grupos conformados. | 53 |
| Figura 39. Porcentaje de colores predominantes en la colección de ovo. | 54 |
| Figura 40. Colores predominantes en la colección de ovo. | 54 |
| Figura 41. Porcentaje de colores secundarios en grupos conformados. | 55 |
| Figura 42. Colores secundarios en grupos conformados. | 55 |
| Figura 43. Porcentaje de textura del fruto de ovo en grupos conformados. | 56 |
| Figura 44. Tipos de textura del fruto de ovo en grupos conformados. | 56 |
| Figura 45. Porcentaje de restos de estigmas en grupos conformados. | 57 |
| Figura 46. Tipos de restos de estigmas en grupos conformados. | 57 |
| Figura 47. Porcentaje de protuberancia basal en grupos conformados. | 58 |
| Figura 48. Tipos de protuberancia basal en grupos conformados. | 58 |
| Figura 49. Porcentaje de forma de la base en grupos conformados. | 58 |
| Figura 50. Tipos de forma de la base en grupos conformados. | 59 |
| Figura 51. Porcentaje de forma del ápice en grupos conformados. | 59 |
| Figura 52. Tipos de forma del ápice en grupos conformado. | 59 |
| Figura 53. Porcentaje de vestigios de fusión en grupos conformados. | 60 |
| Figura 54. Vestigios de fusión en grupos conformados. | 60 |
| Figura 55. Porcentaje de forma del fruto en grupos conformados. | 61 |
| Figura 56. Tipos de forma del fruto en grupos conformados. | 61 |
| Figura 57. Diagrama del análisis de componentes principales para los grupos y variables en estudio. | 63 |
| Figura 58. Dendrograma de 18 materiales que conforman el grupo 1. | 64 |
| Figura 59. Dendrograma de 6 materiales que conforman el grupo 2. | 66 |
| Figura 60. Dendrograma de 7 materiales que conforman el grupo 3. | 68 |
| Figura 61. Distribución de <i>Spondias purpurea</i> a nivel de Imbabura. | 70 |
| Figura 62. Identificación de dos morfotipos del grupo 1. | 71 |
| Figura 63. Identificación de tres morfotipos del grupo 2. | 72 |
| Figura 64. Identificación de un morfotipo del grupo 3. | 72 |
| Figura 65. Actividad agropecuaria. | 73 |
| Figura 66. Obtención del material genético. | 74 |
| Figura 67. Labores culturales realizadas en el cultivo de ovo. | 75 |
| Figura 68. Asociación del ovo con otros cultivos. | 76 |
| Figura 69. Limitaciones para el desarrollo y manejo del cultivo de ovo. | 77 |
| Figura 70. Diagrama de análisis de componentes principales relacionado con el uso del ovo respecto al cantón. | 78 |
| Figura 71. Diagrama del análisis de componentes principales relacionado a la importancia socioeconómica del cultivo de ovo respecto a la localidad y género. | 79 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Nombres comunes de <i>Spondias purpurea</i> L. en Ecuador. | 6 |
| Tabla 2. Variedades de ovo de acuerdo a la estación. | 8 |
| Tabla 3. Requerimientos climáticos del cultivo de ovo..... | 9 |
| Tabla 4. Requerimientos edáficos del cultivo de ovo..... | 9 |
| Tabla 5. Principales plagas presentes en el cultivo de ovo..... | 10 |
| Tabla 6. Principales enfermedades presentes en el cultivo de ovo..... | 10 |
| Tabla 7. Etapa de fertilización en el cultivo de ovo | 13 |
| Tabla 8. Composición nutricional del ovo (<i>Spondias purpurea</i> L.) por cada 100 g. | 14 |
| Tabla 9. Características de la zona de estudio | 21 |
| Tabla 10. Escala de color principal. | 26 |
| Tabla 11. Escala de color secundario..... | 27 |
| Tabla 12. Índice de forma..... | 33 |
| Tabla 13. Evaluación del descriptor peso del fruto de ovo..... | 36 |
| Tabla 14. Evaluación de los descriptores pulpa de ovo..... | 37 |
| Tabla 15. Medidas de resumen para el descriptor sólidos solubles en frutos de ovo..... | 38 |
| Tabla 16. Evaluación de los descriptores dimensiones del fruto de ovo | 38 |
| Tabla 17. Medidas de resumen para el descriptor índice de forma en frutos de ovo | 39 |
| Tabla 18. Evaluación del descriptor grosor del epicarpio del fruto de ovo..... | 39 |
| Tabla 19. Medidas de resumen para el descriptor peso de semilla más endocarpio | 40 |
| Tabla 20. Evaluación de los descriptores de dimensiones en la semilla más endocarpio .. | 41 |
| Tabla 21. Frecuencia absoluta y relativa para las características cualitativas de corteza y espinas del tallo evaluadas en los 31 materiales de ovo | 41 |
| Tabla 22. Frecuencia absoluta y relativa para las características cualitativas del tallo evaluadas en los 31 materiales de ovo..... | 42 |
| Tabla 23. Frecuencia absoluta y relativa para la característica color de la epidermis del fruto en 31 accesiones de ovo..... | 44 |
| Tabla 24. Frecuencia absoluta y relativa para la característica textura del fruto en 31 accesiones de ovo | 45 |
| Tabla 25. Frecuencia absoluta y relativa para las características restos y vestigios de estigmas del fruto en 31 accesiones de ovo..... | 46 |
| Tabla 26. Frecuencia absoluta y relativa para las características partes del fruto en 31 accesiones de ovo | 47 |
| Tabla 27. Distribución de las accesiones por grupo, según el análisis de conglomerados jerárquico | 49 |
| Tabla 28. Valores promedio para caracteres cuantitativos de los tres grupos de ovo | 50 |
| Tabla 29. Descriptores morfológicos utilizados con parámetros para la estimación del valor discriminante en caracteres cualitativos de 31 accesiones de ovo..... | 51 |
| Tabla 30. Valor de autovectores para el análisis de componentes principales en ovo | 62 |
| Tabla 31. Morfotipos del grupo 1, determinados en base a las características cualitativas evaluadas en la caracterización morfológica de 31 materiales de ovo | 65 |

| | |
|--|----|
| Tabla 32. Morfotipos del grupo 2, determinados en base a las características cualitativas evaluadas en la caracterización morfológica de 31 materiales de ovo | 67 |
| Tabla 33. Morfotipos del grupo 3, determinados en base a las características cualitativas evaluadas en la caracterización morfológica de 31 materiales de ovo | 69 |
| Tabla 34. Valor de autovectores para el análisis de componentes principales en la importancia socioeconómica del cultivo de ovo | 78 |
| Tabla 35. Programa 1. Manejo agronómico del cultivo de ovo..... | 81 |
| Tabla 36. Programa 2. Conservación de <i>Spondias purpurea</i> L..... | 82 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | |
|---|-----|
| Anexo 1. Entrevista dirigida a los productores de ovo. | 92 |
| Anexo 2. Libro de colectas diseñado de acuerdo al formato del Departamento Nacional de Recursos Fitogenéticos (DENAREF)..... | 94 |
| Anexo 3. Características de los materiales evaluados de ovo (<i>Spondias purpurea</i> L.)..... | 95 |
| Anexo 4. Caracteres cuantitativos evaluados en 31 muestras de ovo. | 102 |
| Anexo 5. Frecuencias relativas obtenidas de los tres grupos de materiales de ovo (<i>Spondias purpurea</i> L.) correspondientes al tallo y fruto..... | 104 |

CARACTERIZACIÓN *IN SITU* DE LA VARIABILIDAD MORFOLÓGICA DEL CULTIVO DE OVO (*Spondias purpurea* L.) EN LA PROVINCIA DE IMBABURA.

Autor: Alicia Cristina Cadena Medina

Director de Trabajo de Titulación: M.Sc. Doris Chalampunte Flores.

Año: 2019.

RESUMEN

Spondias purpurea L., comúnmente conocida como ovo es una especie con alto potencial frutícola. El objetivo de la presente investigación fue determinar la variabilidad morfológica del cultivo de ovo, distribución geográfica asociada con la diversidad morfológica, así como el manejo y uso de la especie existente en la provincia de Imbabura; para lo cual se realizó la evaluación de 31 materiales procedentes de: Ambuquí, Chota, García Moreno y Salinas, localidades que presentaron las condiciones agroclimáticas adecuadas para su desarrollo. Para la caracterización *in situ* se emplearon 24 descriptores morfológicos, de igual manera, se aplicaron entrevistas para el levantamiento de información primaria. El análisis de conglomerados discriminó tres grupos, dentro de los cuales se identificaron seis morfotipos que difieren en características morfológicas relacionadas con la parte reproductiva que es el fruto. Las variables más importantes que aportaron mayor diferenciación entre grupos fueron: color y grosor del epicarpio, sólidos solubles, forma y peso del fruto. Los resultados obtenidos permitieron identificar materiales distribuidos entre los 1449 hasta 2467 msnm presentes en huertos mixtos, jardines, fincas, árboles individuales y plantaciones extensas. Con respecto al manejo agronómico se determinaron labores inadecuadas basadas en el uso excesivo de productos químicos y poda drástica, los cuales son factores que inciden en la producción del cultivo; además, la especie presentó una amplia gama de usos y beneficios tanto económicos como sociales relacionados con la importancia otorgada en cada zona donde se encuentra presente. Los materiales evaluados presentaron características deseables para su consumo y el desarrollo de programas de fitomejoramiento.

Palabras clave: descriptores, diversidad, distribución, manejo, usos, conservación.

***IN SITU* CHARECTIRZATION OF THE MORPHOLOGICAL VARABILITY OF OVO (*Spondias purpurea* L.) IN THE PROVINCE OF IMBABURA.**

Author: Alicia Cristina Cadena Medina

Director of labor of degree: M.Sc. Doris Chalampunte Flores.

Año: 2019.

ABSTRACT

Spondias purpurea L., commonly known as ovo is a fruit species with high potential. The aim of this research was to determine morphological variability of ovo, the geographic distribution associated to morphological diversity, as well as the management and use of the species in the province of Imbabura. The evaluation of 31 materials from: Ambuquí, Chota, García Moreno and Salinas were carried out, which presented the appropriate agroclimatic conditions for their development. *In situ* characterization of 24 morphological descriptors, was used. In the same way, interviews were in order to get primary information. The analysis of conglomerates discriminated three groups. Six morphotypes were identified that differ in morphological characteristics related to the reproductive part. The most important variables that contributed for differentiation among groups were: color and thickness of the epicarp, soluble solids and shape and weight of the fruit. The results allowed to identify materials distributed between 1449 to 2467 meters above the sea level available in mixed orchards, gardens, farms, individual trees and extensive plantations. Regarding to agronomic management, inadequate work was determined based on the excessive use of chemical products and drastic pruning, which are factors that affect the production of the crop. In addition, the species presented a wide range of uses and benefits, both economic and social related to the importance given in each area. The evaluated materials presented desirable characteristics for their consumption and the development of breeding programs.

Keywords: descriptors, diversity, distribution, management, uses, conservation.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

Ecuador es considerado como un país mega diverso debido a que presenta alta variedad de ecosistemas, los cuales alojan un sinnúmero de especies vegetales; posee cerca de 25 mil especies de plantas de las cuales, 17 748 son nativas y 4 500 son endémicas (León-Yáñez et al., 2011; Neill, 2012) constituyendo una enorme riqueza en recursos fitogenéticos, pese a esto se encuentra en la lista de los países que más diversidad pierden anualmente (Burneo, 2009). Por ende, de acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura en el mundo (FAO, 2009) mantener dicha variabilidad vegetal tanto de un país o región depende de los programas de conservación que utilicen para promover el uso, manejo y conservación de los recursos fitogenéticos.

El ovo (*Spondias purpurea* L.) pertenece a la familia de las Anacardiáceas, originaria de Mesoamérica, presente desde el sur de México hasta el norte de Perú y Brasil (Barrance et al., 2003). En Ecuador, la distribución del ovo está restringida a la llanura costera, valles secos y calurosos de la cordillera occidental de los Andes (Koziol y Macía, 1998; Limongi, 2011). Es un frutal con un alto potencial económico, debido a sus múltiples propiedades y usos, como son: alimenticio, estimulante, forrajero, industrial, medicinal y saponífera (Azofeifa, 2007). Se adapta a suelos pobres y delgados, abarcando una amplia variedad, en condiciones adversas donde no se desarrollan otros cultivos (Alia-Tejacal et al., 2012; Barrance et al., 2003). Generalmente esta especie se desarrolla en pisos altitudinales de 0 a 1200 msnm, con temperaturas medias de 20 a 28°C y precipitación anual de 700 a 300 mm (Pérez-Arias et al., 2008).

Esta especie ha sido objeto de varios estudios a nivel de Mesoamérica y Sudamérica relacionadas con la caracterización de materiales sobresalientes o de carácter etnobotánico (Ruenes-Morales, Jiménez-Osornio y Caballero, 2010; Vargas-Simón, Hernández y Moguel, 2011), sistemas de producción (Pérez, Saucedo, Arévalo y Muratalla, 2004; Ramírez-Hernández, 2004; Juárez, López y Barahona, 2009), caracterización de calidad (Pire, Garrido, González y Pérez, 2010; Beserra et al., 2011; Engels et al., 2012; Zielinski, Ávila, Nogueira, Wosiacki y Haminiuk, 2014; Solórzano-Moran et al., 2015; Álvarez-Vargas et al., 2017), morfológica y química (Alia-Tejacal et al., 2012; Álvarez, 2010; Pérez-Arias et al., 2008; Lemos, Ritzinger, Soares y Da Silva, 2008; Guerrero, Manzanilla, Hernández, Chacín y Clamens, 2012; Da Silva, Figueiredo y Arroxelas, 2016), postcosecha y nutrición (Bautista-Baños, Díaz, Barrera y Bravo, 2003; Maldonado-Astudillo et al., 2014), y estudios moleculares (Azofeifa, 2007), los cuales sugieren una gran diversidad de ovo.

Además, Cruz, Pita y Gutiérrez (2012) estudiaron la distribución de *S. purpurea* en México, recientemente, Arce-Romero, Monterroso, Gómez y Cruz (2017) indican que el ovo se

distribuye predominantemente en la vertiente del océano Pacífico, centro de Veracruz y Península de Yucatán. En Ecuador, las investigaciones realizadas están relacionadas con la composición química, aporte nutricional y alternativas de comercialización (Koziol y Macía, 1998); botánica económica de *Spondias purpurea* en Imbabura y Guayas (Macía y Barfod, 2000); industrialización del fruto (Chamorro y Herrera, 2012); manejo en postcosecha y conservación del ovo (Reina, 2017).

La caracterización morfológica es considerada como una alternativa de conservación de los recursos fitogenéticos, puesto que permite determinar caracteres visibles, hereditarios y expresables en cualquier zona mediante el uso de descriptores que faciliten su diferenciación, y así determinar su variabilidad genética, nuevas variedades y proceder a su conservación (Villareal, 2013). Existen dos estrategias de conservación: *in situ* y *ex situ*, el primer caso permite garantizar la conservación de las especies con mayor diversidad en sus hábitats originales, y *ex situ* la cual se refiere a la conservación de la diversidad cultivos de tejidos bajo técnicas en bancos de germoplasma, es decir, fuera de su entorno original (González, 2005). Alia-Tejacal et al. (2012) consideran que esta especie posee un alto potencial frutícola como recurso fitogenético. De igual manera Arce-Romero et al. (2017) mencionan que mediante el conocimiento de los aspectos que inciden en el desarrollo de este frutal tropical se pueden identificar posibles áreas de introducción e incluso llegar a conservar, proteger e impulsar su producción.

1.2. Problema

El ovo es un cultivo tradicional en la zona de Imbabura, no obstante, actualmente existe escasa información sobre la especie y no se cuenta con registros de la variabilidad morfológica presente en el país, específicamente en la provincia de Imbabura, ya que los estudios realizados están relacionados con la producción más no con la documentación de las características morfológicas, distribución geográfica, usos y estrategias de conservación que los agricultores han establecido a lo largo del tiempo.

El ovo en Ecuador es un cultivo que no ha sido considerado en estudios de diversidad y menos aún en programas de mejora de los recursos fitogenéticos; en este sentido, a más de ser un cultivo marginado constituye una especie aún no caracterizada e ignorada por los programas de investigación y conservación (Barrance et al., 2003). El ovo no se produce en gran escala sino más bien que se presentan habitualmente en los huertos familiares, junto a los caminos y cercas, además, los frutos son a menudo cosechados y vendidos como fruta fresca en los mercados locales (Koziol y Macía, 1998; Limongi, 2011).

La erosión genética representa una amenaza real para la diversidad de todas las especies que junto al calentamiento global han producido alteraciones en su desarrollo fisiológico y productivo dentro de su hábitat natural (FAO, 2009). A pesar de ser una fuente de sustento para algunos hogares, no se ha dado la importancia real a este frutal que contribuye al equilibrio del ecosistema, así como a la subsistencia de la familia (Macía y Barfod, 2000).

1.3. Justificación

Imbabura es un geoparque mundial, este reconocimiento es un estímulo para fomentar nuevos proyectos de geoturismo en la zona y para la conservación de los recursos naturales de la región (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [Unesco], 2019). Tal es el caso de *Spondias purpurea* L., que constituye una especie valiosa para la agricultura familiar que presenta alto potencial frutícola debido a su bajo costo de mantenimiento, diversos usos y adaptabilidad a condiciones adversas donde no se establecen otros cultivos, es así que el estudio de los cultivares de frutales con uso potencial puede permitir proporcionar alternativas viables a los grandes y pequeños productores de la zona (Pérez-Arias et al., 2008).

En lo que se refiere al ovo, en el occidente y sur de México se registró alta variabilidad en las colectas evaluadas, localizadas en traspatios de las poblaciones rurales y como cerco vivo y algunas con potencial hortícola (Ramírez et al., 2008; Alia-Tejacal et al., 2012). Además, se determinó los materiales de mayor valor que se puede considerar una mejor opción para el productor (Vargas-Simón et al., 2011). Cruz (2002) menciona que en El Salvador tres variedades de ovo representan mayor importancia económica para familias productoras de la zona rural, además se estableció una colección cuyos objetivos fueron la conservación, caracterización, propagación e intercambio de germoplasma y se utiliza como apoyo a los trabajos de investigación, para el incremento de la misma y como un medio de enseñanza para estudiantes y productores interesados en el cultivo.

En el caso de la especie en estudio, en Guatemala se identificó que existe alta variabilidad morfológica y fenológica, relacionadas con el fruto de ovo, también se determinaron cultivares con características sobresalientes para programas de fitomejoramiento y agroindustrialización (Álvarez, 2010). En el país se ha caracterizado la riqueza, abundancia, diversidad y composición de los árboles dispersos con el cultivo de maíz, donde se encontraron 751 árboles procedentes de 22 especies arbóreas, en el cual está presente la especie *Spondias purpurea* generalmente como cerca viva, la cual difiere en usos y manejo en cada zona, cuya abundancia radica en la preferencia de cada productor y la capacidad de desarrollarse de la especie (Limongi, 2011).

Por ello, al realizar la caracterización *in situ* en agroecosistemas donde se han llevado a cabo procesos de selección y conservación de especies vegetales de importancia alimentaria y social, es posible obtener un mayor conocimiento del cultivo tanto de las características morfológicas como agronómicas y así contribuir con información relevante como punto de partida para futuros trabajos de selección, conservación y mejoramiento genético promoviendo su uso y manejo adecuado (Ramírez et al., 2008; Ruenes-Morales et al., 2010).

Es así que, la caracterización *in situ* de ovo permitirá la medición de caracteres morfológicos y determinar la diversidad presente en la provincia de Imbabura, así como el estado actual de la especie y su distribución geográfica asociada a dicha variabilidad, como base para

determinar materiales con características promisorias y de la misma manera explorar alternativas de agroindustrialización (Pérez-Arias et al., 2008; Álvarez, 2010).

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

- Determinar la variabilidad morfológica del cultivo de ovo (*Spondias purpurea* L.) presente en Imbabura.

1.4.2. Objetivos específicos

- Caracterizar *in situ* la variabilidad morfológica del cultivo de ovo mediante descriptores para la determinación la diversidad de la especie.
- Determinar la distribución geográfica de *Spondias purpurea* L. asociada a la variabilidad morfológica en la provincia de Imbabura.
- Identificar el manejo y uso del cultivo de ovo a través de levantamiento de información primaria como alternativa de conservación.

1.5. Preguntas directrices

- ¿Existe variabilidad morfológica del ovo a nivel de la zona norte?
- ¿Cuál es el uso y manejo que los agricultores realizan en el cultivo de ovo?
- ¿La distribución de la especie de ovo está relacionada a los pisos altitudinales?

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Importancia económica y social

El ovo (*Spondias purpurea* L.) es una importante especie frutal promisoría cuyos frutos se caracterizan por ser ricos en minerales como calcio, fósforo y potasio, así como en vitaminas del complejo B y C, con una amplia tradición de consumo ya sea en estado inmaduro o maduro (Koziol y Macía, 1998), por lo cual es considerada una especie de gran potencial económico ya que se puede emplear como materia prima para procesos de industrialización (Ruenes-Morales et al., 2010). Los árboles se adaptan a suelos pobres y delgados, en condiciones adversas donde no se desarrollan otros cultivos (Alia-Tejagal et al., 2012). También se puede emplear para consumo animal y para fines medicinales por las propiedades diuréticas y antiespasmódico de hojas y frutos (Barrance et al., 2003). En Imbabura se comercializa en mercados locales y se elaboran varios subproductos a partir de este fruto entre ellos helados, mermeladas y vinos (Macía y Barfod, 2000).

2.2. Origen y distribución

S. purpurea es nativa de Centroamérica (Guatemala, Costa Rica, Nicaragua, Honduras, El Salvador) y Sur de México, y de las Antillas; aunque se distribuye hasta Perú y Brasil (Barrance et al., 2003). En la actualidad se encuentra dispersa por el Caribe y América Tropical, además, esta especie está presente en Filipinas, donde se adaptó ampliamente, su nombre proviene del náhuatl “Xocotl”, término genérico para referirse a frutos de sabor agrio (Campos y Espíndola, 2007). En Ecuador es una especie introducida, difundida en las provincias de Esmeraldas, Galápagos, Guayas, Loja, El Oro, Imbabura, Los Ríos, Manabí y Napo, cultivado en huertos familiares y utilizado como cercas vivas (Limongi, 2011). Imbabura es una provincia que se encuentra ubicada dentro del rango de distribución, por lo que se puede evidenciar que dentro de la zona se encuentra cultivada esta especie (Macía y Barfod, 2000).

2.3. Descripción taxonómica

La descripción taxonómica del ovo (*Spondias purpurea* L.) según Baraona (2000) es la siguiente:

- Reino: Plantae
- División: Magnoliophyta
- Clase: Magnoliopsida (Dicotiledóneas)
- Subclase: Rosidae
- Orden: Sapindales
- Familia: Anacardiaceae
- Género: *Spondias*

- Especie: *purpurea* L.
- Nombre científico: *Spondias purpurea* L

En el país, esta especie recibe diversos nombres de acuerdo a la localidad donde se encuentre presente (Tabla 1).

Tabla 1

Nombres comunes de Spondias purpurea L. en Ecuador.

| Nombre común | Localidad (Provincia) |
|------------------------------|-----------------------------|
| Hobo, chi (Cha palachi) | °Eloy Alfaro (Esmeraldas) |
| Ciruela | Isla Puná (Guayas) |
| | Daule-Peripa (Los Ríos) |
| Ciruela morada | Añangu (Orellana) |
| Ciruela morreña | Petrillo (Guayas) |
| Ciruela roja | Petrillo (Guayas) |
| Ciruelo | Yunguilla (Guayas) |
| | Agua Blanca (Manabí) |
| | Jauneche (Los Ríos) |
| | Pichilingue (Los Ríos) |
| Hokos puka (Cha palachi) | Zapallo Grande (Esmeraldas) |
| Ka hokos pú chi (Cha paachi) | Eloy Alfaro (Esmeraldas) |
| Ovita | Progreso (Guayas) |
| Ovito | Ambuquí (Imbabura) |
| Ovo, hobo | Zapallo Grande (Esmeraldas) |
| | Isla Puná (Guayas) |
| | Ambuquí (Imbabura) |
| | Agua Blanca (Manabí) |
| Ovo de Ibarra | No indicado |
| Ovo de la Costa | No indicado |

Fuente: Macía y Barfod (2000)

2.4. Descripción botánica

2.4.1. Características del árbol

Es una planta arbórea caducifolia, que presenta varias ramificaciones, de acuerdo con Barrance et al. (2003) esta especie alcanza una altura que va desde los 4 hasta los 8 m con una copa muy extendida, mientras Vanegas (2005) menciona que dependiendo de la variedad puede llegar a presentar 50cm de diámetro y puede llegar a medir hasta los 20 m. Campos y Espíndola (2007) explican que se trata de un árbol o arbusto de 3 a 8 m que puede llegar a medir hasta 15 m de altura, con un diámetro de 0.8 hasta 1.5 m, es decir que este parámetro dependerá de las condiciones agroclimáticas de donde se encuentre presente esta especie por lo cual existen diferencias.

2.4.2. Tronco y ramas

La especie *S. purpurea* se caracteriza por presentar troncos que se ramifican desde 2 a 10 m de altura con 40 cm de diámetro, cuyas ramas pueden ser gruesas, dobladas y delicadas las mismas poseen gran cantidad de gomas o exudados que secretan troncos y ramas del ovo (Vanegas, 2005).

2.4.3. Corteza

Es rugosa, ornamentada, con una coloración que va desde grisáceo hasta verdoso, puede presentar fisuras irregulares y protuberancias muy grandes incluso se asemejan a espinas (Campos y Espíndola, 2007).

2.4.4. Hojas

Vanegas (2005) describe a las hojas de 7 a 22 cm de largo y 4 a 12 cm de ancho, con pecíolos de 0.5 a 2 mm de largo, folíolos de 3 a 12 pares que pueden ser opuestos, de forma elíptica a ovaladas, con medidas de 1.5 a 6 cm de largo y 0.7 a 3cm de ancho, con borde ligeramente ondulado.

2.4.5. Inflorescencia

La inflorescencia del ovo es en forma de panículas pubescentes, que miden desde 1 a 4 cm. de largo de las ramillas cuando se encuentra sin hojas, pedicelos articulados, bracteolados, de 0.5 a 4 mm de largo; 5 segmentos de cáliz, de coloración rosada a roja, ovados, aproximadamente 1mm de largo, fimbriados en el margen, pubérulos (Álvarez, 2010).

Cada flor se caracteriza por poseer de 4 a 5 pétalos, de coloración blanco a rosados dependiendo de la variedad, relacionado al color del fruto, la panícula generalmente presenta el número de 6 a 21 flores que se desarrollan en las ramas cortas, horizontales y jóvenes de aproximadamente de uno a dos años de edad, sin embargo, también pueden nacer de ramas secundarias, además mencionan que son flores polígamas, es decir masculinas, femeninas y hermafroditas (Vanegas, 2005).

2.4.6. Fruto

Es una drupa pequeña de 2.5 a 5 cm de largo y 1.5 cm de diámetro, color púrpura, rojo, naranja o amarillo, en cuanto al epicarpio es firme y liso, el mesocarpio es carnoso, amarillo, jugoso con un sabor de tipo agridulce y el endocarpio se caracteriza por ser duro con fibras, cuyo interior presenta una textura escamosa que corresponde a restos de los óvulos desarrollados, cabe recalcar que dichos óvulos no pueden ser fecundados debido a la ausencia de granos de polen y a la inmadurez de las células madres de los microsporos (Venegas, 2005).

2.4.7. Semilla

Es una nuez áspera, fibrosa, dura y gruesa, de 1 a 2 cm de largo y contiene hasta 5 semillas, sin embargo, habitualmente las semillas están ausentes y la nuez solo contiene restos de semillas abortadas debido a infertilidad del polen (León, 1987). En algunos casos, se han registrado algunas variedades fértiles que se propagan por semilla (Ruenes-Morales et al., 2010).

2.5. Variedades

Según Campos y Espíndola (2007) las variedades o tipos cultivados se encuentran divididos en dos variedades (Tabla 2):

Tabla 2

Variedades de ovo de acuerdo a la estación.

| Estación | Variedades | Altitud | Características |
|---------------------------------|----------------------------------|-----------------|--|
| Variedades de estación seca | Tronador, Criollo, Nica y Morado | 0 - 800 msnm | Se caracterizan por iniciar la fructificación desde febrero a mayo, sus frutos pequeños, redondos a elipsoidales, de 2.5 a 4 cm de largo, lisos brillantes, con epicarpio o cáscara de color amarillento, anaranjado a rojo intenso; con mesocarpio blando, amarillo, dulce a ácido. |
| Variedades de estación lluviosa | Petapa, Corona y Cabeza de Loro | 800 - 1200 msnm | Son aquellas variedades que entran en fructificación entre los meses de septiembre a diciembre, con frutos más grandes de 3.5 a 5 cm de largo, de color amarillo a rojo intenso, epicarpio liso y brillante, protuberancias en el ápice, amarillo, succulento, dulce a ácido. |

Fuente: Barrance et al. (2003)

2.6. Requerimientos climáticos

El cultivo de ovo necesita de factores ambientales tales como: radiación, temperatura, vientos, precipitación y humedad relativa, los cuales permitirán un adecuado desarrollo de la especie (Tabla 3).

Tabla 3*Requerimientos climáticos del cultivo de ovo.*

| Características | Descripción |
|------------------------|--|
| Altitud | 0-1800 msnm (Álvarez, 2010). |
| Radiación (luz) | Álvarez (2010) menciona que los cultivos de ovo deben implantarse en lugares donde exista una adecuada luminosidad, y así evitar que la sombra de otros árboles incida en una mala formación de la copa por competencia de luz. |
| Temperatura | Los requerimientos de temperaturas varían dependiendo de la variedad, en general los rangos de temperatura anual son de 20 a 28°C. Es una especie tropical que puede desarrollarse en clima subtropical, sin embargo, el clima frío merma la producción y resiste entre 4 y 8°C durante cortos períodos (Barrance et al., 2005). |
| Vientos | En zonas en el cual viento sobrepasa los 15 km por hora es necesario utilizar cortinas rompe vientos con el fin de evitar la pérdida tanto de flores como de los frutos (Vanegas, 2005). |
| Precipitación | Los rangos oscilan entre los 500 a 1600 mm anuales con un promedio de 800mm, cabe recalcar que posee la capacidad de resistencia a la sequía debido a su mecanismo de defoliación (Pérez-Arias et al., 2008). |
| Humedad Relativa | Campos y Espíndola (2007) indican que el rango de humedad relativa es de 75 a 85%, puesto que, mayor porcentaje de humedad permite la proliferación de varias enfermedades especialmente las fungosas. |

2.7. Requerimientos edáficos

Para el establecimiento del cultivo de ovo es necesario ciertas características del suelo como son: profundidad, pH, textura y topografía, estas características se pueden apreciar en la tabla 4.

Tabla 4*Requerimientos edáficos del cultivo de ovo.*

| Característica | Descripción |
|-----------------------|--|
| Profundidad del suelo | La profundidad del suelo debe ser mayor de 1 metro, para permitir un desarrollo adecuado de la raíz. El árbol de ovo es menos exigente en la condición de suelo y puede establecerse en suelos con profundidades mayores de 2 metros. |
| Ph | El rango óptimo del pH del suelo es de 5.5 a 7.0. En suelos con pH menores de 5.5, la presencia de aluminio disminuye la absorción de los nutrientes por la planta, siendo corregible con aplicaciones o enmiendas de cal agrícola al suelo. |
| Textura | El rango de adaptación a textura de suelo del cultivo de ovo es muy amplio se mencionan desde francos, arenosos y arcillosos. Estas texturas se pueden encontrar combinadas, no constituyendo problema para su adaptación. |
| Topografía | El cultivo de ovo puede tener un adecuado desarrollo en terrenos con diferentes topografías, desde planas, onduladas a quebradas, es decir es un tipo de cultivo adaptable a condiciones adversas que otros cultivos no podrían adaptarse. |

Fuente: Ruenes-Morales et al. (2010)

2.8. Plagas presentes en el cultivo de ovo

Según Venegas (2005) las plagas más importantes que inciden en este cultivo son las siguientes (Tabla 5):

Tabla 5*Principales plagas presentes en el cultivo de ovo.*

| Plaga | Descripción de los daños ocasionados |
|--|---|
| Taladrador del ovo (<i>Lagocheirus</i> sp.) | Los adultos de este insecto realizan raspaduras en la base de los troncos, donde colocan sus huevecillos, también agrietan la corteza. En estadio larval realizan galerías que disminuyen o detienen en su totalidad el paso de nutrientes, causando una muerte lenta al árbol. |
| Mosca de la fruta (<i>Ceratitis capitata</i> , <i>Anastrepha obliqua</i> y <i>A. ludens</i>) | El daño de estas moscas inicia ovipositando los frutos en desarrollo, posteriormente las larvas consumen la pulpa, ocasionando un daño total en la fruta. |
| Ácaros (<i>Brevivalpus nodiflorae</i> , <i>B. phoenicis</i> , <i>B. salasi</i> y <i>Tenuipalpus uvae</i>) | Afectan las hojas produciendo un tono amarillento, y pueden producir una mancha irregular de color grisácea en frutos inmaduros para lo cual se recomienda implementar un insecticida a base de azufre (Castro, 2007). |
| Avispas (<i>Trigona</i> sp.) | Producen un raspado en la epidermis de los frutos inmaduros, deteriorando la calidad y valor de comercialización, y por ende repercute económicamente a la producción. |

2.9. Enfermedades presentes en el cultivo de ovo

Ramírez et al. (2008) designan al árbol de esta especie como rústico, sin embargo, en algunos casos es atacado por algunas enfermedades, entre ellas (Tabla 6):

Tabla 6*Principales enfermedades presentes en el cultivo de ovo.*

| Enfermedad | Descripción de los daños ocasionados |
|----------------------------------|--|
| Muerte regresiva (Fitoplasma) | Se dispersa por medio de material vegetal, los síntomas observados en campo es la producción sumamente abundante con frutos de mala calidad decayendo consecutivamente. La muerte puede ser repentina o tardar de dos a tres años, por lo cual se recomienda erradicar la planta para evitar mayores pérdidas. |
| <i>Rosellinia</i> sp. | Se trata de un hongo determinado como polífago, las plantas presentan síntomas en las raíces primarias y secundarias. Al dañarse las raíces es frecuente observar amarillamiento del follaje, defoliación prematura, en ocasiones floraciones fuera de época. |
| <i>Cercospora</i> sp. | Afecta a la hoja, específicamente los folíolos y en ocasiones al ápice, cuyos síntomas se presentan en la parte central como lesiones de coloración marrón y se encuentran con mayor frecuencia en brotes nuevos. |
| <i>Septoria</i> sp | Produce lesiones circulares en las hojas maduras, específicamente en los bordes y absisiones, con manchas de color gris blanquecino. |

Fuente: Vanegas (2005)

2.10. Manejo agronómico

Según Campos y Espíndola (2007) los aspectos que se deben considerar durante el manejo agronómico del cultivo de ovo son los siguientes:

2.10.1. Propagación

La forma de propagación más común es por esquejes vegetativos la cual se inicia después de la cosecha cuando las hojas caen y la floración acaba de comenzar (Macía y Barfod, 2000). Se emplean estacas rectas, de más de 6 cm de grueso y al menos 1.5 m de longitud, las cuales se mantienen a la sombra por unas dos semanas y se plantan a una profundidad de 30 cm (Barrance et al., 2003).

Las plantas propagadas por estacas inician la producción de frutos a los 2 ó 3 años. También se pueden propagar por injerto, empleando el enchapado lateral denominado como tipo inglés; utilizando como portainjerto el ovo silvestre o la misma variedad propagada por estaca. Los árboles cultivados generalmente se propagan asexualmente (estaca) y los silvestres por la vía sexual (semilla) (Ramírez et al., 2008). La propagación sexual no es recomendada debido a la variabilidad genética y el tiempo que transcurre desde la germinación de la semilla hasta su producción (Vanegas, 2005).

2.10.2. Preparación del suelo

Cuando se trata de suelos planos o semiplanos, se puede emplear maquinaria agrícola como subsoladores y arados para la remoción del suelo y proporcionar una adecuada inclinación destinada al drenaje. Por otro lado, en suelos ondulados y laderas, es necesario implementar prácticas de conservación de suelos, como barreras a nivel, acequias de infiltración, terrazas individuales o múltiples.

2.10.3. Trazado y estaquillado

Esta práctica tiene como fin diseñar y orientar la plantación, así como el ordenamiento y el espacio uniforme de los surcos y de las plantas, que permitan un crecimiento uniforme y que facilite el manejo agronómico de los árboles. Se pueden utilizar herramientas como el clinómetro y teodolito para mayor precisión; así mismo se pueden emplear cintas métricas y la metodología en triángulo; tomando medidas de 3 m, 4 m y 5 m en cada esquina del área a sembrar mediante la utilización de una piola, que permite obtener excelentes resultados.

2.10.4. Ahoyado

La práctica de ahoyado para el establecimiento de este cultivo se debe de realizar, de preferencia, un mes antes de la siembra en campo; esto con el objetivo que se solarice el suelo y exista control de plagas y enfermedades que puedan afectar posteriormente el cultivo. Es ideal realizarlo en los meses de marzo o principios de abril, para sembrar a finales de este último mes. Las dimensiones del hoyo dependen de la textura del suelo, para permitir a la planta un adecuado desarrollo de las raíces, eliminando piedras u otras barreras físicas que puedan impedir su adecuado enraizamiento. Si se cuenta con materia orgánica, se puede aplicar al ahoyado aproximadamente de 1.3 a 2.2 kg por hoyo.

2.10.5. Siembra de esquejes

Los esquejes se preparan entre los meses de enero a febrero y no se irrigan después de la trasplatación, se debe escoger material libre de plagas, enfermedades y daños mecánicos. El esqueje debe sembrarse enterrando al menos de 20 a 30 cm inclinándolo levemente (de 30° a 45° de ángulo) con el objetivo de estimular las yemas a lo largo del esqueje (Vanegas, 2005).

2.10.6. Poda

Es una práctica indispensable que permite el adecuado manejo de cualquier plantación de frutales. En el caso particular del género *Spondias* es necesario realizar tres tipos de podas:

- a) **Poda de formación** consiste en el despunte de la planta para estimular las yemas laterales y así evitar el crecimiento vertical de la misma. Se eligen ramas cercanas al suelo y centrales, evitando con ello el gasto innecesario de energía de la planta. Se recomienda realizarla al segundo año, en el mes de mayo, utilizando las herramientas adecuadas y desinfectadas para evitar la proliferación de enfermedades. El material de las podas se puede utilizar para la siguiente siembra.
- b) **Poda fitosanitaria:** consiste en eliminar materiales con daños mecánicos como rajaduras o quebraduras. Estos daños facilitan la entrada de plagas o enfermedades. También se deben eliminar ramas con daños de plagas o enfermedades. Para evitar la propagación de plagas o enfermedades, se recomienda iniciar las podas en plantas sanas, que no presenten ningún síntoma y finalizar con las plantas infectadas. Posteriormente todas las ramas eliminadas se deben sacar de la plantación y quemarlas para evitar fuentes de inóculo.
- c) **Poda productiva:** permite incrementar el área o ramas productoras de las plantas. En este sentido, se deben podar las ramas terminales o verticales muy vigorosas para estimular el crecimiento de ramillas laterales de crecimiento horizontal, de menor vigor y más productoras. El corte se debe realizar con una inclinación de 35 a 45°, en dirección contraria a la yema. Cuando los árboles no reciben podas, crecen verticalmente dificultando la cosecha, y el centro de la planta se vuelve improductivo. Esta poda se debe realizar por bloques o de forma parcial, porque las ramas productoras de ovo son las que tienen al menos 1 año de edad y las ramas en que se realicen las podas, producirán hasta el siguiente año.

2.10.7. Anillado

Esta es una práctica que tiene la finalidad de estimular el crecimiento lateral de las ramas, la cual consiste en realizar un anillo a la corteza del árbol de 1 cm de ancho, en el lugar donde se pretende estimular el crecimiento de nuevas ramas, las mismas que crecerán debajo del

corte, para lo cual se aplica el cubrecorte sobre el anillo. Se recomienda realizarla en los meses de mayo y junio dependiendo de las condiciones del lugar, obteniendo mejores resultados en el mes de junio ya que nacen rápidamente brotes laterales (Baraona y Rivera, 1995). De las 2 a 4 semanas aproximadamente, se comienza a observar la brotación de las ramas laterales y se realiza una poda de las ramas que crecen al centro de la copa (Vanegas, 2005).

2.10.8. Fertilización

Se recomienda iniciar con la fertilización al año de haber establecido la plantación, asegurándose que los esquejes sembrados estén enraizados con el fin de que pueda absorber adecuadamente el fertilizante a aplicar, dicho enraizamiento se presenta a los 5 a 10 días de sembrado el esqueje y concuerda con el inicio de la estación lluviosa, alrededor de los 20 a 25 días. El adecuado manejo de fertilización consiste en colocar el fertilizante a 20 cm de la base y enterrarlo en el suelo, evitando pérdidas por volatilización o infiltración. También es recomendable aplicar fertilizantes foliares que le otorguen a la planta elementos menores e implementar fertilización orgánica que asegure la fertilidad del suelo y evite el deterioro del suelo.

El programa de fertilización se debe implementar acorde al análisis de suelo. En el primer año se recomienda 60 g de Nitrógeno, 80 g de Fósforo (P_2O_5) y 40 g de Potasio (K_2O) por planta. Para obtener mejores resultados se debe realizar la fertilización acorde a la tabla 7.

Tabla 7

Etapas de fertilización en el cultivo de ovo.

| Etapas | Aplicación |
|-----------------------|--|
| Primera fertilización | A los 20 a 25 días después de sembrado el esqueje, aplicando 80 g de 18-46-0. |
| Segunda fertilización | A los 30 a 45 días posteriores a la primera fertilización, aplicando el restante de 18-46-0 (94 g) y 30 g de 0-0-60. |
| Tercera fertilización | A los 30 a 45 días posteriores a la fertilización; aplicando 30 g de 0-0-60 y 62 g de Urea 46% N. |

Fuente: Vanegas (2005)

2.10.9. Cosecha

Baraona y Rivera (1995) determinan que el fruto de esta especie demora seis meses, aproximadamente 182 días desde el cuaje a la cosecha. La cosecha puede realizarse en dos etapas diferentes de maduración: completamente maduros con una coloración de naranja rojiza o, frutos tiernos los cuales deben poseer el tamaño adecuado o similar al que presentan los frutos maduros (Cruz, 2002). En el caso del ovo de estación seca, la maduración de sus

frutos ocurre de abril a mayo o de mayo a junio; mientras que para las variedades de estación húmeda se recolectan a finales de agosto a inicios de diciembre según la zona de producción.

2.11. Contenido nutricional

El contenido nutricional de esta especie se presenta a continuación (Tabla 8):

Tabla 8

Composición nutricional del ovo (Spondias purpurea L.) por cada 100 g.

| Próximo | Unidades | Rango | Promedio |
|----------------------------|----------|-------------|----------|
| Humedad | g | 65.0-87.0 | 77.6 |
| Proteína | g | 0.1-1.0 | 0.7 |
| Grasa | g | 0.03-0.8 | 0.2 |
| Fibra | g | 0.2-0.7 | 0.5 |
| Minerales (ceniza) | g | 0.3-1.1 | 0.7 |
| Carbohidratos totales | g | 16.0-22.3 | 19.1 |
| Energía alimentaria (Kcal) | g | 61-86 | 74 |
| Minerales | mg | | |
| Calcio | mg | 6-25 | 17 |
| Hierro | mg | 0.09-1.22 | 0.72 |
| Fósforo | mg | 32-56 | 42 |
| Sodio | mg | 2-9 | 6 |
| Potasio | mg | 230-270 | 250 |
| Zinc | ug | - | 20 |
| Vitaminas | ug | | |
| Ácido ascórbico | ug | 26-73 | 49 |
| Tiamina | ug | 0.033-0.110 | 0.084 |
| Riboflavina | ug | 0.014-0.080 | 0.040 |
| Niacina | ug | 0.4-1.8 | 1.0 |
| Caroteno | ug | 0.004-0.225 | 0.119 |
| Composición de la pulpa | | | |
| pH | % | | 3.29 |
| Total de sólidos solubles | % | | 18 |
| Almidón | g | | 2.47 |
| Pectina | g | | 0.22 |
| Fructosa | g | | 2.53 |
| Glucosa | g | | 2.00 |
| Azúcares reductores | g | | 8.08 |
| Sacarosa | g | 5.997-7.21 | 6.59 |
| Ácido cítrico | mg | | 30 |
| Ácido málico | mg | | 110 |
| Ácido oxálico | mg | | 30 |
| Ácido tartárico | mg | | 20 |

Fuente: Koziol y Macía (1998)

2.12. Usos

Barrance et al. (2003) argumentan que este frutal tiene un gran potencial en procesos de industrialización, ya que constituye una materia prima importante y económica para la preparación de diversos productos, aprovechando sus hojas, madera y frutos.

- a) **Consumo humano:** la fruta fresca tiene un sabor muy agradable y es consumida en estado maduro o inmaduro con el que se puede preparar mermeladas y jarabes, los cuales se recomiendan para personas con síntomas de anemia por su alto contenido de hierro. El zumo de la fruta cocida produce una excelente gelatina y también se usa para hacer vino, vinagre, entre otros productos. Además, los brotes nuevos y hojas se caracterizan por ser ligeramente ácidos y se consumen como verdura en zonas del norte de Centroamérica.
- b) **Consumo animal:** las hojas debido a su contenido de fibra se pueden emplear como alimento para el ganado y los frutos pueden destinarse para alimentación en cerdos.
- c) **Madera:** el árbol de esta especie se caracteriza por presentar madera ligera y blanda con excelente pulpa para producir papel y además debido sus propiedades saponíferas se puede obtener jabones.
- d) **Medicinal:** la cocción del fruto se usa comúnmente para heridas y úlceras que se pueden producir en la boca, así como para el tratamiento para la sarna, disentería e hinchazón causada por gas intestinal en el caso de bebés. La decocción de hojas o la corteza sirven para reducir casos de fiebre.

2.13. Recursos fitogenéticos del ovo

El Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS, 2015), refiere que los recursos fitogenéticos son un patrimonio de la humanidad por su valor potencial e incalculable ya que su pérdida provocaría un desequilibrio en los ecosistemas, desarrollo agrícola y seguridad alimentaria.

Ramírez et al. (2008) describieron las características de los agroecosistemas y rasgos morfológicos, físicos y químicos relacionados con la calidad de los frutos del ovo, cuyas características resaltan su importancia agronómica y ecológica para los ambientes tropicales y subtropicales en donde puede ser utilizada en programas de reforestación por su capacidad para desarrollarse en suelos rocosos infértiles, y en agroecosistemas en los que se practica agricultura de subsistencia. De hecho, el cultivo de *S. purpurea* puede ayudar a convertir suelos marginales en productivos.

Ruenes-Morales et al. (2010) estudiaron la etnobotánica de *Spondias purpurea* L. en el municipio de Hocabá, Yucatán, y establecieron 10 tipos de ovos aprovechados por las

familias campesinas mayas como alimento, medicina y forraje, además identificaron tres grupos de acuerdo con las épocas de cosecha de la fruta entre abril y octubre. Determinando que un vasto conocimiento del cultivo demuestra el manejo de la agrobiodiversidad por los agricultores durante milenios, propiciando el mantenimiento, conservación y diversificación de los recursos fitogenéticos locales.

2.13.1. Variabilidad morfológica del ovo

La suma de todos los individuos con sus respectivas variantes es lo que se conoce como variabilidad genética de una especie, la cual permite a dicha especie adaptarse a los cambios que se pueden presentar en su entorno. La variabilidad se puede producir de manera evolutiva por medio de factores como la mutación, recombinación, selección natural y artificial y deriva genética, otra fuente de variabilidad es la de tipo geográfica por su amplio rango de distribución ya sea natural como por la acción del hombre y finalmente el proceso de domesticación el cual el hombre ha ido ejerciendo durante tiempos ancestrales (Franco e Hidalgo, 2003).

En lo que refiere a la especie, en el occidente de México se registraron 12 variedades de *Spondias purpurea*; 7 poblaciones cultivadas y 5 silvestres, localizadas en traspatios de las poblaciones rurales y como cerco vivo (Ramírez et al., 2008). Mientras que, en el Sur de México, Alia-Tejacal et al. (2012) determinaron alta variabilidad en las colectas evaluadas provenientes de los estados de Guerrero, Morelos y Chiapas, las cuales se diferenciaron en siete grupos de acuerdo a los análisis realizados. El autor Cruz (2002) menciona que en el Salvador se conocen alrededor de nueve variedades de ovo, de estos, únicamente tres son lo que representan mayor importancia económica para familias productoras de la zona rural, pues son los más apetecidos por el consumidor como fruta fresca.

El Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA) en 1999 estableció una colección de variedades de ovo en el Centro de Desarrollo Agropecuario de San Andrés, cuyos objetivos fueron la conservación, caracterización, propagación e intercambio de germoplasma. Además de cumplir con los objetivos ya mencionados, también se utiliza como apoyo a los trabajos de investigación, para el incremento de la misma y como un medio de enseñanza para estudiantes y productores interesados en el cultivo (Cruz, 2002). Mientras que, en Ecuador las investigaciones realizadas se enfocan a la propagación, cosecha, procesamiento, rendimiento e importancia socioeconómica, sin embargo, no se han realizado estudios referentes a caracterización.

2.14. Erosión genética

La erosión genética se conoce como la pérdida de diversidad, la cual constituye una amenaza para la diversidad fitogenética y la causa principal de acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura en el mundo (FAO, 2009) hace referencia a la sustitución de las variedades locales por variedades modernas.

En la zona de la Barranca de Huentitán-México el cultivo de ovo se incrementó notablemente desde mediados del siglo XX, y en el presente siglo es una de las zonas productoras más importantes en el Estado de Jalisco. En contraste, en la costa de México *S. purpurea* fue desplazada para cultivar otras especies que tienen mayor demanda en el mercado nacional e internacional, como, por ejemplo: mango (*Mangifera indica*), piña (*Ananas comosus*) y coco (*Cocos nucifera*) (Ramírez et al., 2008). Por ello, los esfuerzos para contrarrestar esta erosión genética se concentran en combinar la conservación *ex situ*; en bancos de germoplasma con la conservación *in situ* en sus ecosistemas agrícolas.

2.15. Caracterización del ovo

La caracterización permite la descripción de variedades de forma sistemáticamente como particularidades de la especie, es decir, la caracterización de los recursos fitogenéticos identifica la variabilidad genética que presente una especie o colección mediante el uso de descriptores, los cuales permiten diferenciar y establecer cuánta variabilidad posee el agricultor y así determinar cuáles son sus características promisorias, para lo cual se aplica la metodología establecida por los agricultores para conocer los criterios de diferenciación que ellos utilizan en su predio y luego se procede a caracterizar mediante los métodos convencionales (caracterización morfoagronómica y molecular) para determinar si es válido dichos criterios mencionados (Baena, Jaramillo y Montoya, 2003).

En el país se ha caracterizado la riqueza, abundancia, diversidad y composición de los árboles dispersos con el cultivo de maíz, donde se encontraron 751 árboles procedentes de 22 especies arbóreas, en el cual está presente la especie *Spondias purpurea* generalmente como cerca viva, la cual difiere en usos y manejo en cada zona, cuya abundancia radica en la preferencia de cada productor y la capacidad de desarrollarse de la especie (Limongi, 2011). Alia-Tejacal et al. (2012) realizaron un estudio sobre caracterización de frutos de ovo, en base a sesenta y siete colectas de ovo de los estados de Guerrero, Morelos y Chiapas y se evaluaron características del fruto en masa, dimensiones, componentes del color, sólidos solubles totales, acidez titulable y la proporción, evidenciándose una alta variabilidad entre las colectas que se diferencian en siete grupos y algunas con un potencial hortícola.

En el caso de la especie en estudio, Álvarez (2010) realizó una investigación en torno a la caracterización morfológica de flor y fruto de los cultivares de ovo presentes en Guatemala, identificando ocho cultivares, por lo cual concluye que existe alta variabilidad morfológica y fenológica entre los árboles de ovo, relacionadas con el fruto e identificó cultivares con características sobresalientes. Mientras que, en el estado de Tabasco, México, se trabajó en la caracterización morfológica de ovo y se identificaron cuatro variedades observándose diferencias morfológicas relacionadas con los registros bibliográficos, además, se determinó la variedad de mayor valor que se puede considerar una mejor opción para el productor, aunque cuando se trata de conservación del germoplasma todas las variedades se pueden incluir (Vargas-Simón et al., 2011).

2.15.1. Caracterización morfológica

Para la caracterización morfológica se utilizan descriptores que deben reunir las siguientes características: ser fácilmente observables, tener alta acción discriminante y baja influencia ambiental, lo que permite registrar la información obtenida de los sitios de colecta; un requisito es que los descriptores utilizados deben ser uniformes para que la caracterización tenga un valor global, para ello se hace uso de las listas de descriptores los cuales facilitan todas las operaciones de registro de datos, actualización, modificación, recuperación de información, intercambio, análisis y transformación de datos (González, 2002).

En la mayoría de las plantas cultivadas, los órganos más importantes para la descripción morfológica son aquellos que están menos influenciados por el ambiente, entre estos se ubican las partes reproductivas de la planta como son: flor y el fruto, y las partes vegetativas en menor grado como las hojas, troncos, ramas, raíces y los tejidos celulares que en varios casos son difíciles de caracterizar (Chucurí, 2014).

2.15.2. Descriptores

Franco e Hidalgo (2003), refieren a los descriptores como atributos cuya expresión es fácil de medir y proporciona información referente a la forma, estructura o comportamiento de la accesión que se pretende estudiar, los descriptores adecuados se caracterizan por ser de tipo heredable, apreciables a simple vista en cualquier hábitat y su aplicación en la caracterización y evaluación de los materiales permite su diferenciación y expresión de los caracteres de manera precisa y uniforme, lo que facilita todo el proceso y en la mayoría de casos los descriptores están definidos para cada especie.

2.15.2.1. Tipos de descriptores

Franco e Hidalgo (2003) incluyen diferentes tipos de descriptores utilizados en la caracterización de los recursos fitogenéticos; estos son:

- a) **De pasaporte:** aportan información básica que se utiliza para el manejo general de la accesión, incluyendo el registro en el banco de germoplasma y cualquier otra información relacionada a la identificación, además, describen los parámetros a observar cuando se hace la recolección del material genético a evaluar.
- b) **De manejo:** específicamente determina información relevante para el manejo de las colecciones en el banco de germoplasma y ayudan durante a los procesos de multiplicación y regeneración, como: fechas de multiplicación, cantidades de semillas disponibles, porcentajes de viabilidad.
- c) **Del sitio y el medio ambiente:** describen los parámetros específicos del sitio y del ambiente, los cuales permiten la interpretación de los datos al iniciar pruebas de

caracterización y evaluación. Se incluyen, también, los descriptores del sitio de recolección del germoplasma; por ejemplo: coordenadas geográficas, características de clima y suelos.

- d) **De caracterización:** facilitan la discriminación entre fenotipos presentes en los sitios de colecta, los cuales son caracteres altamente heredables que pueden ser fácilmente observables a simple vista y se expresan igualmente en todos los ambientes. Además, pueden incluir caracteres adicionales considerados como importantes por criterios de los agricultores de un cultivo en particular, como pueden ser: colores y formas de tallos, hojas, flores, semillas y frutos. Adicionalmente, se están incluyendo descriptores relacionados con los marcadores moleculares.
- e) **De evaluación:** los descriptores de evaluación dependen del medio ambiente y, en consecuencia, se requieren métodos complejos para proceder a su evaluación, ya que se involucra la caracterización molecular o bioquímica. En este tipo de descriptores se incluyen caracteres como rendimiento, productividad agronómica, susceptibilidad a estrés y caracteres bioquímicos y citológicos, los cuales son utilizados en el mejoramiento de cultivos.

2.16. Estrategias de conservación

Las estrategias de conservación buscan poner fin a la pérdida continua de la diversidad vegetal, a menudo, estos proyectos pueden ser muy diferentes, dependiendo de la especie vegetal específica a la que se dirija, sin embargo, en los mismos se suele incluir: la combinación de medidas de conservación locales (*in situ*) y acciones alejadas del lugar en cuestión (*ex situ*) (Sharrock, 2012). Por lo cual, las estrategias de conservación *in situ* del germoplasma en los centros de domesticación pueden ser una táctica que permita un entendimiento del proceso de conservación y la diversificación de *S. purpurea*, así como un manejo integral de este recurso fitogenético (Fortuny-Fernández, Ferrer y Ruenes-Morales, 2017).

En el caso de especies cuyas semillas son recalcitrantes o no pueden secarse y almacenarse a bajas temperaturas, es recomendable la conservación *in vitro* la cual incluye un cultivo del tejido de la planta y la criopreservación, para lo cual se extraen partes pequeñas y se conservan en condiciones estériles a bajas temperaturas (Gálvez, 2004).

2.16.1. Conservación *in situ*

Conservar la biodiversidad *in situ* consiste en proteger y evitar la pérdida de los ecosistemas naturales manteniendo las poblaciones de las especies que los componen o a su vez recuperándolas en casos de deterioro. Las especies silvestres se conservan en ecosistemas naturales y las cultivadas en agroecosistemas o campos de los agricultores donde han desarrollado sus características (Baena et al., 2003).

2.16.2. Conservación *ex situ*

La conservación *ex situ* es considerada como alternativa de protección, rescate, mantenimiento, estudio y uso sustentable del patrimonio biológico de un país o región, así como sus interacciones y los procesos evolutivos que las originan (Salazar, León, Rosas, y Muñoz, 2006). La conservación de recursos fitogenéticos, es decir, plantas útiles o potenciales para el ser humano, se practica de dos formas: *in situ*, en su hábitat original o en estado silvestre o *ex situ*, fuera del lugar donde permanecen en estado silvestre (Chucuri, 2014). Por lo cual, la conservación *ex situ* es un complemento de la *in situ*, que permiten conservar los recursos agrícolas mediante la implementación de los bancos de germoplasma (González, 2002).

A nivel del país se cuenta con varias colecciones nacionales de recursos fitogenéticos que se conservan en entidades públicas y privadas, universidades, centros e instituciones de investigación e incluso a nivel personal o particular. Además, existe un banco de germoplasma nacional que ejecuta y coordina las acciones de conservación *ex situ*, que se encuentran en el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), a través de su Departamento Nacional de Recursos Fitogenéticos (DENAREF) (Salazar et al., 2006).

2.17. Marco legal

La presente investigación se encuentra dentro de lo establecido por las leyes y artículos que rigen al Estado Ecuatoriano, así por ejemplo la Constitución Política del Ecuador reafirmada en el 2008 establecen en el Art. 71 los derechos de la naturaleza, a través del cual se estableció el Plan Nacional de Desarrollo “*Toda una vida*” entre las estrategias 2016-2020, dentro de los cuales se encuentra el Objetivo 3 “*Garantizar los derechos de la naturaleza y promover las sostenibilidad ambiental, territorial y global*”, que tiene como finalidad exigir el respeto a la naturaleza mediante el cuidado de los recursos naturales del país, aplicando estrategias de conservación que mermen el impacto ambiental de la actividad agrícola y pecuaria e impulsen el uso sostenible y agregado del patrimonio natural.

Actualmente, la Asamblea Nacional promulgó la Ley Orgánica de Agrobiodiversidad, semillas y fomento de agricultura (LOASFAS, 2017), es así que, mediante el manejo tradicional de los cultivos, en este caso *Spondias purpurea* L., se puede revalorizar los recursos locales tradicionales con el propósito de garantizar a la población alimentos sanos, seguros y suficientes sin comprometer a las futuras generaciones y contribuye a la conservación de la agrobiodiversidad, bienes colectivos como las semillas, la preservación de saberes ancestrales y la inclusión participativa de los sectores de la producción agrícola de la zona norte del país para alcanzar y cumplir con la Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria (LORSA, 2010).

CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO

3.1. Descripción del área de estudio

El presente estudio se ejecutó en la provincia de Imbabura, específicamente en las localidades de Ambuquí, Chota, García Moreno, Salinas y San Miguel de Urcuquí; lugares seleccionados por la presencia de condiciones agroclimáticas adecuadas para el desarrollo y producción del cultivo de ovo (Tabla 9).

Tabla 9

Características de las zonas en estudio.

| Zonas de estudio | Altitud (m.s.n.m) | Temperatura media anual (°C) | Precipitación media anual (mm) |
|------------------|-------------------|------------------------------|--------------------------------|
| Ambuquí | 1830 | 16 – 18 | 462.7 |
| Chota | 1600 a 3000 | 24 | 500 |
| García Moreno | 1950 | 24 | 2000-3000 |
| Salinas | 1730 | 19.7 | 483.7 |
| Urcuquí | 2000 | 17.8 | 554.3 |

Fuente: Insituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI, 2017)

Las localidades en estudio corresponden a la provincia de Imbabura, los mismos que se pueden apreciar en la figura 1.

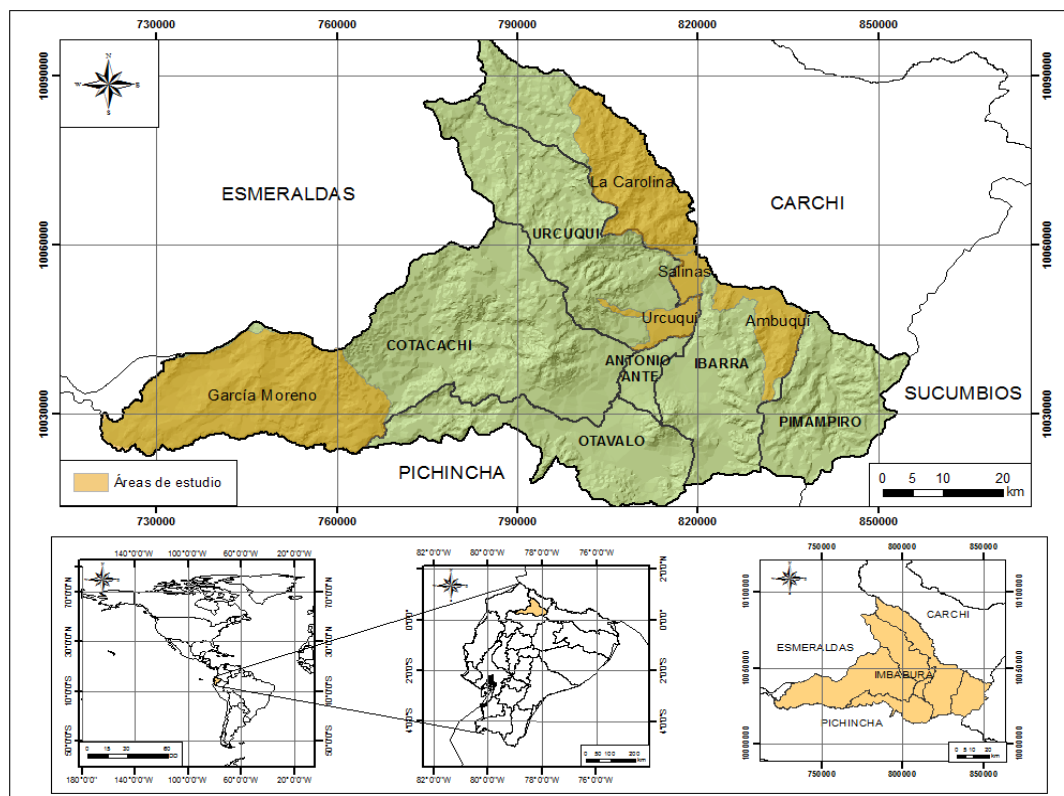


Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio.

3.2. Materiales y métodos

3.2.1. Materiales

Los materiales empleados en la investigación de campo como de oficina se puntualizan a continuación de manera más detallada.

3.2.1.1. Material de evaluación

La presente investigación utilizó 31 materiales, 27 procedentes de Ambuquí, 1 de Chota, 1 de García Moreno y 2 de Salinas, correspondiente a la provincia de Imbabura entre rangos altitudinales que van desde 1449 hasta 1848 msnm.

3.2.1.2. Material de campo

- Apoya manos
- Bolsas ziploc
- Descriptores morfológicos
- Libro de campo
- Libro de colectas
- Tabla de colores Munsell

3.2.1.3. Equipos

- Balanza gramera
- Cámara fotográfica
- Calibrador digital
- Impresora
- Navegador G.P.S
- Refractómetro

3.2.2. Métodos

El nivel de la investigación fue de tipo descriptivo, a través de este proceso se identificó la variabilidad, usos y manejo agronómico, así como la distribución de la especie *Spondias purpurea* L. en la provincia de Imbabura.

3.2.2.1. Determinación de los sitios de visita

Con el fin de establecer los sitios de visita, se realizaron giras de reconocimiento o sondeos en las determinadas localidades de Ambuquí, Chota, García Moreno, Salinas y San Miguel de Urcuquí (Figura 2). La selección de los sitios de visita se determinó en base a los siguientes aspectos:

- a) Accesibilidad y consentimiento por parte de los productores para proceder a evaluar el predio con el cultivo de ovo.
- b) Los sitios de caracterización deberán presentar carreteras transitables o al menos caminos aledaños a estos.
- c) Variabilidad morfológica, es decir, de acuerdo a la presencia de diferentes variedades de ovo y si presentaban o no diferencias morfológicas; el muestreo se realizó al azar.
- d) De acuerdo con la metodología bola de nieve o cadena, con lo cual se identificaron personas que disponen del cultivo en sus predios y que permitieron direccionar las visitas hacia otros agricultores que disponían del mismo (Martínez, 2012).



Figura 2. Zona de Ambuquí.

3.2.2.2. Georreferenciación

La georreferenciación de los árboles de ovo se determinó utilizando un navegador GPS (sistema de posicionamiento global) registrando la posición de cada árbol evaluado, ubicado en los predios de los agricultores de los diferentes sitios de visita (Figura 3). Se utilizó la proyección universal transversal de Mercator (UTM), el datum horizontal World Geodetic System (WGS) 1984 y la zona 17 sur.



Figura 3. Toma de datos de georreferenciación.

3.2.2.3. Levantamiento de información primaria

Se realizaron entrevistas a los productores de cada sitio de visita (Figura 4) en las que se toparon usos y manejo agronómico que mantienen en el cultivo de ovo (Anexo 1).

Además, se tomaron los datos pasaporte, propuestos y utilizados por el Departamento Nacional de Recursos Fitogenéticos que incluyen información del colector, ubicación geográfica, latitud y longitud (Anexo 2).



Figura 4. Entrevistas a productores de ovo.

3.2.2.4. Caracterización in situ

En cada sitio de visita se caracterizaron 10 árboles y se tomaron 20 frutos en estado de madurez de cosecha (según la disponibilidad de material) de cada uno de los cuatro puntos cardinales para obtener una muestra representativa (Figura 5), los cuales fueron trasladados al laboratorio para su posterior evaluación. Cada árbol evaluado fue identificado con una codificación alfanumérica (AC-001) (Anexo 3) y se procedió a fotografiar los caracteres evaluados.



Figura 5. Colecta de material.

- **Descriptores evaluados en campo:**

Para registrar los datos de las variables se utilizaron los descriptores morfológicos propuestos por los autores: Azofeifa (2007) y Álvarez (2010), conformados por 24 caracteres (12 cualitativos y 12 cuantitativos). En campo se evaluaron los caracteres que se detallan a continuación:

a) Textura de la corteza (TCR)

Esta característica fue registrada por observación directa de la textura de la corteza, de acuerdo con la figura 6.

- 1 = Áspero
- 2 = Liso
- 3 = Reticulado



Figura 6. Tipos de textura de la corteza.

Fuente: Azofeifa (2007).

b) Color de la corteza (CCR) y Espinas (ES)

Este dato fue registrado por observación directa de la coloración de corteza, guiándose en la figura 7.

- 1 = Café, ausencia de espinas
- 2 = Grisácea, presencia de espinas denotándose su característica en el círculo.



Figura 7. Color de la corteza con presencia y ausencia de espinas.

Fuente: Azofeifa (2007).

c) Disposición de los frutos en el árbol (DFR)

Esta característica fue registrada por apreciación visual directa considerando la protuberancia basal del fruto, de acuerdo con la figura 8.

- 1 = Frutos en racimos compactos de diferente tamaño.
- 2 = Frutos individuales colgantes.
- 3 = Floración y fructificación simultáneo (la mayor parte del año).



Figura 8. Tipos de disposición del fruto.
Fuente: Azofeifa (2007).

3.2.2.3. Caracterización en laboratorio

A nivel de laboratorio, se evaluaron características relacionadas a fruto y semilla, para lo cual de los 20 frutos se seleccionaron 10 al azar, se lavaron con agua destilada, y se dejó reposar en bolsas ziploc entre 3 y 4 días a temperatura ambiente hasta alcanzar la madurez de consumo (Koziol y Macía, 1998).

- **Descriptorios evaluados en laboratorio:**

Los descriptorios a evaluar en la fase de laboratorio se detallan a continuación:

d) Color principal del fruto (CPFR)

En lo referente al color principal de la epidermis del fruto fue determinado en base a las tonalidades de los frutos mediante la comparación con la carta de colores de tejidos de plantas de Munsell (1977) siguiendo la escala que se indica en la tabla 10.

Tabla 10

Escala de color principal del fruto.

| Nombre color | Código Munsell |
|--------------------------------|---|
| 1.-Rojo oscuro | 2.5 R 4/8; 5 R 3/10; 5 R 3/8; 5 R 3/6 |
| 2.-Naranja rojizo moderado | 10 R 4/8; 10 R 5/8, 2.5 YR 4/8; 10 R 4/10; 10 R 5/10; 10 R 6/10 |
| 3.-Marrón rojizo claro | 10 R 5/2 con 10 R 4/2 |
| 4.- Naranja rojizo parduzco | 5 YR 6/8; 5 YR 6/10; 5 YR 5/8; 5 YR 5/10 |
| 5.- Amarillo anaranjado oscuro | 7.5 YR 6/8 con 7.5 YR 6/10 |
| 6.- Amarillo fuerte | 2.5 Y 8/10 con 2.5 Y 7/10 |
| 7.- Amarillo moderado | 2.5 Y 7/6 con 2.5 Y 7/8 |
| 8.- Café claro | 7.5 YR 5/4 |

e) Color secundario de fruto (CSFR)

En lo referente al color secundario de la epidermis del fruto fue determinado mediante la utilización de la tabla de colores Munsell siguiendo la escala que se detalla en la tabla 11.

Tabla 11

Escala de color secundario del fruto.

| Nombre color | Código Munsell |
|-----------------------------|---|
| 1.- Rojo oscuro | 2.5 R 4/8; 5 R 3/10; 5 R 3/8; 5 R 3/6 |
| 2.- Naranja rojizo moderado | 10 R 4/8; 10 R 5/8; 2.5 YR 4/8; 10 R 4/10; 10 R 5/10; 10 R 6/10 |
| 3.- Marrón rojizo claro | 10 R 5/2 con 10 R 4/2 |
| 4.- Naranja rojizo parduzco | 5 YR 6/8; 5 YR 6/10; 5 YR 5/8; 5 YR 5/10 |
| 5.- Rosa parduzco | 7.5 YR 7/2 con 7.5 YR 6/2 |
| 6.- Amarillo fuerte | 2.5 Y 8/10 con 2.5 Y 7/10 |
| 7.- Amarillo moderado | 2.5 Y 7/6 con 2.5 Y 7/8 |
| 8.- Café claro | 7.5 YR 5/4 |

f) Textura del fruto (TFR)

Este descriptor fue evaluado mediante apreciación del tacto y se determinó la textura en 10 frutos tomados al azar guiándose en la figura 9:

- 1 = Liso
- 2 = Semiliso
- 3 = Semirugoso
- 4 = Rugoso



Figura 9. Tipos de textura del fruto de ovo.
Fuente: Álvarez (2010).

g) Restos de estigmas (RE)

Este valor fue determinado por apreciación visual de restos de estigmas de la flor sobre el fruto, para lo cual se comparó con las fotografías presentes en la figura 10:

- 1 = Protuberantes, denotándose sus características en el círculo.
- 2 = No protuberantes
- 3 = Involuto o cóncavo, mostrándose sus características en el círculo.

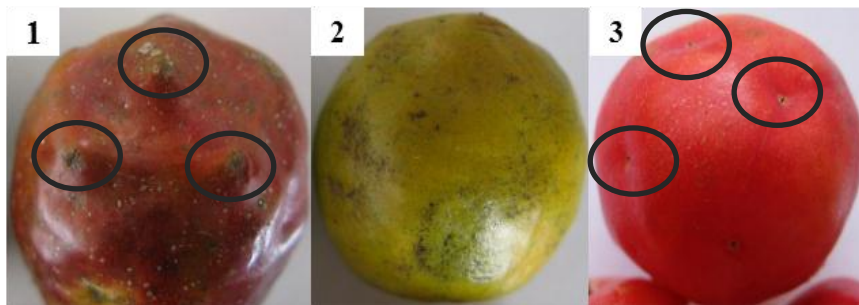


Figura 10. Tipos de restos de estigmas del fruto.

Fuente: Álvarez (2010).

h) Protuberancia basal (PB)

Esta variable fue registrada por apreciación visual directa considerando la protuberancia basal del fruto, de acuerdo con la figura 11:

1 = Apical, denotándose su característica en el círculo.

2 = Central, mostrándose su característica en el círculo.



Figura 11. Diferentes tipos de protuberancias del fruto de ovo.

Fuente: Álvarez (2010).

i) Forma de la base (FB)

Este dato fue tomado por apreciación visual directa de los frutos, considerando la forma de la base del fruto, tomando como referencia la figura 12:

1 = Reducida, denotándose su característica en el círculo.

2 = Plana, mostrándose su característica en el círculo.



Figura 12. Diferentes tipos de base del fruto de ovo.

Fuente: Álvarez (2010).

j) Forma del ápice (FA)

Este descriptor fue registrado por observación directa de los frutos considerando la forma del ápice, de acuerdo con la figura 13:

- 1 = Protuberante, denotándose su característica en el círculo rojo.
- 2 = Redondo

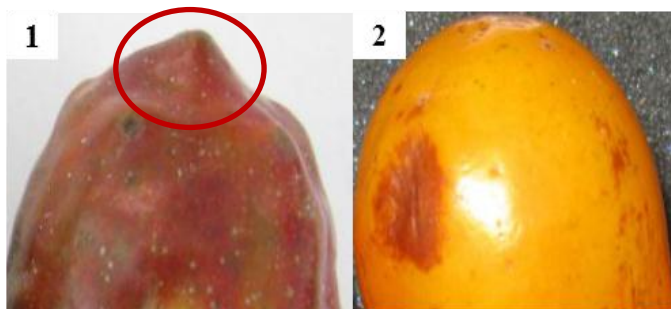


Figura 13. Forma del ápice del fruto de ovo.
Fuente: Álvarez (2010).

k) Vestigios de fusión de estigmas (VFE)

Este dato fue determinado de igual manera por observación directa, considerando la presencia o ausencia de vestigios de fusión de estigmas como se aprecia en la figura 14:

- 1 = Presencia, denotándose sus características en el círculo rojo.
- 2 = Ausencia

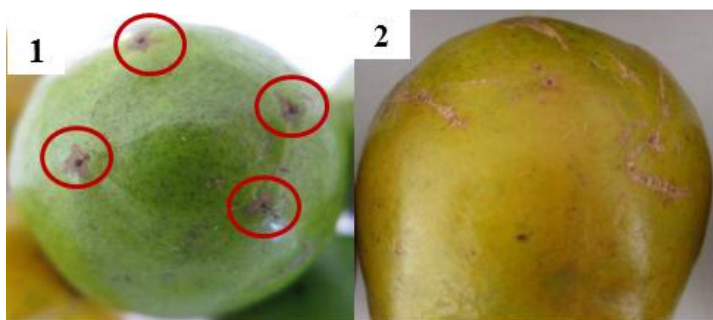


Figura 14. Determinación de vestigios de fusión de estigmas.
Fuente: Álvarez (2010).

l) Peso del fruto (PF)

Cuando los frutos alcanzaron la madurez de consumo se tomaron 10 frutos al azar (con semilla y pulpa) por cada sitio de visita y se promedió el peso, cuyo valor se registró en gramos mediante la utilización de una balanza de 0.1 g de precisión (Álvarez, 2010) (Figura 15).



Figura 15. Peso del fruto.

m) Peso de la pulpa (PP)

Este carácter fue determinado mediante el peso de la porción comestible del fruto (epicarpio y mesocarpio), el cual se registró en gramos mediante la utilización de una balanza de 0.1 g de precisión (Álvarez, 2010) (Figura 16).



Figura 16. Peso de la pulpa.

n) Porcentaje de peso de pulpa respecto a la semilla (POP)

Para determinar este dato se procedió a pesar el fruto y semilla para obtener el porcentaje de pulpa mediante la diferencia de peso del fruto completo y la semilla, tomando en cuenta que el epicarpio es comestible (Álvarez, 2010).

o) Diámetro polar del fruto (DP)

Esta variable se midió en milímetros utilizando un calibrador digital desde el ápice hasta la base del fruto (Álvarez, 2010) (Figura 17).

p) Diámetro ecuatorial del fruto (DE)

Este dato fue determinado en milímetros con un calibrador digital en la parte más amplia del fruto de forma transversal (Chucuri, 2014) (Figura 17).

q) Diámetro del ápice del fruto (DA)

Este dato fue registrado en milímetros empleando un calibrador digital, para lo cual se midió la parte más estrecha del fruto iniciando desde el ápice (Chucuri, 2014) (Figura 17).

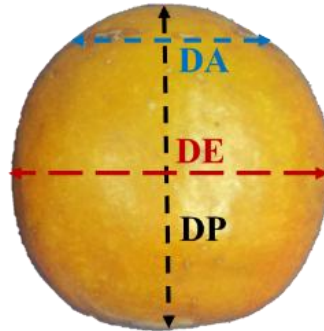


Figura 17. Dimensiones del fruto.

DA= diámetro apical, DE = diámetro ecuatorial
y DP = diámetro polar.

r) Grosor del epicarpio (GE)

Para determinar este carácter se realizó un corte de la epidermis en la parte central del fruto y se midió empleando un calibrador digital, cuyo valor se registró en milímetros (Fresnedo, Segura y Muratallalua, 2011) (Figura 18).



Figura 18. Grosor del epicarpio.

s) Sólidos solubles (SS)

Se determinó la concentración de sólidos solubles colocando una gota del fruto con una pipeta sobre el lente del refractómetro, cuyo resultado se expresó en grados brix (°Brix) (Brito y Vásquez, 2013) (Figura 19).



Figura 19. Determinación de sólidos solubles.

t) Peso de semilla más endocarpio (PS)

Esta variable fue registrada en gramos empleando una balanza de 0.1 g de precisión y se promedió el peso de 10 semillas de los frutos evaluados (Álvarez, 2010) (Figura 20).



Figura 20. Peso de semilla más endocarpio.

u) Longitud de la semilla más endocarpio (LS)

Para determinar este dato se midió desde el ápice hasta la base de cada endocarpio, empleando el calibrador cuyo valor que se registró en milímetros (Fresnedo et al., 2011) (Figura 21).

v) Diámetro de la semilla más endocarpio (DS)

Se procedió a medir cada semilla más endocarpio desde la parte central de forma transversal, carácter que se registró en milímetros (Fresnedo et al., 2011) (Figura 21).

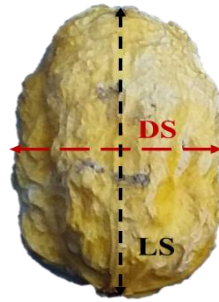


Figura 21. Dimensiones de la semilla más endocarpio.
DS = diámetro de semilla y LS = longitud de semilla.

w) Índice de forma del fruto (IFR)

Esta variable se registró mediante la división del diámetro polar (DP) y el diámetro ecuatorial (DE) del fruto (Gaona-García et al., 2007). Para determinar la forma, los autores Alia-Tejacal et al. (2012) utilizaron la escala de valoración que se detalla en la Tabla 12 y los tipos de formas se observan en la figura 22.

Tabla 12

Índice de forma del fruto de ovo.

| Descriptor | Opciones | Rangos | Forma |
|------------|----------|--------|----------|
| D24 | 1 | 0.7 | Oblato |
| D24 | 2 | 1.0 | Redondo |
| D24 | 3 | 1.5 | Elíptico |



Figura 22. Tipos de formas del fruto de ovo:
1. Oblato, 2. Redondo y 3. Elíptico.

Fuente: Cruz et al. (2012)

3.2.2.5. Determinación de la distribución geográfica del cultivo de ovo asociado a la variabilidad morfológica

Una vez realizado el trabajo en campo y laboratorio con los datos obtenidos se elaboraron mapas de distribución para identificar y asociar las características morfológicas de las muestras colectadas con la diversidad presente en dicha zona, los mismos que fueron asociados a las características discriminantes según los análisis. Se utilizó el Software ArcGIS (versión 10.3), empleando la proyección Universal Transversa de Mercator, datum horizontal World Geodetic System, zona 17 Sur, escala (1:50 000 y 1:25 000).

De igual manera, se utilizó la simbología por categorías para indicar la distribución de diferentes morfotipos dentro de cada grupo. Con el fin de visualizar la distribución de los morfotipos en diferentes pisos altitudinales, se utilizó herramientas de 3D Analyst Tools de ArcGIS para delimitar el territorio en tres zonas altitudinales: 0 a 1000 msnm, 1000 a 1800 msnm y > 1800 msnm.

3.3.3. Análisis estadístico

Para analizar los descriptores morfológicos tanto cualitativos como cuantitativos se utilizaron paquetes estadísticos como InfoStat ver. 2018. A través de algoritmos de Gower (1967) se obtuvo una matriz de distancias genéticas y por medio del método de agrupamiento de Ward (1963) se generó el dendrograma que permite visualizar el agrupamiento de las muestras que poseen características morfológicas similares. La elección del número de muestras se realizó con los criterios de Pseudo F y Pseudo χ^2 utilizando el procedimiento CLUSTER, mientras que para las entrevistas se obtuvieron los resultados a partir de estadística descriptiva.

La determinación del valor discriminante entre grupos para caracteres cuantitativos se determinó con la prueba de LSD-Fisher al 5%, mientras que para caracteres cualitativos se utilizó el análisis de frecuencia y tablas de contingencia con las pruebas estadísticas de Cramer (V) (Kendall y Stuart, 1979), coeficiente de correlación de Pearson (P), valor-P y Chi cuadrado (χ^2). La relación de los genotipos se efectuó mediante el análisis de componentes principales (ACP), el cual se basa en la transformación de un conjunto de variables cuantitativas dentro de un conjunto de variables independientes no correlacionadas, denominadas componentes principales (Franco e Hidalgo, 2003).

CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Caracterización morfológica

Para iniciar con el proceso de caracterización se realizaron giras de sondeo en cuatro localidades: Ambuquí, Chota, García Moreno y Salinas, seleccionas acorde a las características agroclimáticas de la especie. En cada localidad se evaluaron partes vegetativas y reproductivas como son: tallo, fruto y semilla. Los resultados obtenidos de la caracterización morfológica de 31 materiales de ovo (*Spondias purpurea* L.) se presentan a continuación:

4.1.1. Variabilidad morfológica de datos cuantitativos

Para determinar la variabilidad de los datos de las muestras de ovo (*Spondias purpurea* L.), se usaron parámetros estadísticos como la media aritmética y el coeficiente de variación (CV) para los 12 caracteres cuantitativos establecidos por Azofeifa (2007) y Álvarez (2010). Gordón-Mendoza (2015) indica que, el coeficiente de variación se emplea para determinar la validez de una investigación. Al respecto, Franco e Hidalgo (2003) mencionan que los caracteres con valores de CV mayor al 50% presentan alta variabilidad en la especie, así mismo, cuando son menores al 20% indican datos más homogéneos y por lo tanto dicha variación será menor, sin embargo, esto no quiere decir que las variables no tienen importancia, ya que depende del uso que tenga con relación a la especie.

El descriptor porcentaje de pulpa (D15) presentó el CV de 6.40% consistiendo la característica con menor variabilidad, y realizando una comparación con los resultados obtenidos por Álvarez (2010) en frutos de ovo procedentes de Guatemala, la mencionada variable presentó el valor de coeficiente de variación similar al rango obtenido. Por otro lado, el descriptor grosor del epicarpio (D19) presentó un valor de 41.79% siendo el carácter que influye en la variabilidad genética del ovo (*Spondias purpurea* L.), explicada probablemente por la diversidad de condiciones climáticas existentes en las que se encuentra esta especie. A continuación, se detallan los resultados obtenidos para cada variable evaluada.

4.1.1.1. Características cuantitativas del fruto

a) Peso del fruto (g)

El peso de un fruto fluctuó entre 2 y 12.40 g, con un peso promedio de 7.28 g (Tabla 13), es así que la muestra AC-0016 presentó el mayor valor (11.7 g) procedente de la localidad de García Moreno; y los de menor peso (4.54 g) fue la muestra AC-0014 presente en la zona de Ambuquí (Anexo 4). Estos resultados están dentro del rango reportado por Da Silva et al. (2016) quienes encontraron valores que oscilan entre 6.5 y 8.6 g al evaluar frutos de ovo cultivados en la zona norte de Pernambuco, Brasil, del mismo modo Guerrero et al. (2012) señalaron valores entre 9.4 a 11.3 g en materiales de ovo procedentes de Zulai, Venezuela. Por otra parte, Álvarez (2010) identificó valores entre 7.4 y 21.9 g en cultivares de ovo

procedentes de Guatemala, tanto como Alia-Tejacal et al. (2012) quienes mencionan que el peso de los frutos de ovo en el sur de México fluctuó entre 4 y 43.3 g; valores superiores a los obtenidos en el presente estudio. Los resultados aquí mostrados indican que se encontraron materiales con pesos similares a frutos de ovo procedentes de Sudamérica.

Al respecto, Avitia, Castillo y Pimienta (2003) indicaron que existen cuatro ecotipos de ovos en México clasificados según el peso, por ejemplo: silvestres (2-3 g), de estación seca (8-14 g), de estación húmeda (8-12 g) e intermedio (4-7 g). Comparados con los materiales de la presente investigación se colectaron y evaluaron variedades con características similares, sin embargo, a nivel del país no se identificaron árboles silvestres ya que *Spondias purpurea* L. no es originaria de la zona Andina sino más bien es una especie introducida plantada en huertos familiares.

Tabla 13

Evaluación del descriptor peso de fruto de ovo.

| Código | Descriptor | Media | Desviación estándar | Coefficiente de variación | Valor mínimo | Valor máximo |
|--------|--------------------|-------|---------------------|---------------------------|--------------|--------------|
| D5 | Peso del fruto (g) | 7.28 | 1.84 | 25.33 | 2.00 | 12.40 |

b) Proporción de pulpa (peso y porcentaje)

El peso de la pulpa corresponde al peso de la porción comestible del fruto (epicarpio y mesocarpio). El peso de pulpa de un fruto varía entre 0.90 y 9.20 g con una media de 4.55 g (Tabla 14), valores inferiores a los exhibidos por materiales ubicados en Chiquimula, Guatemala con pesos promedio de pulpa por fruto desde 6.10 g hasta 18.70 g (Álvarez, 2010), igualmente Lemos et al. (2008) mencionan un valor mínimo de 6.5 g y un máximo de 19.1 g de frutos procedentes de Bahía, Brasil.

En cuanto al porcentaje de peso de la pulpa de cada fruto se determinaron rangos de 52.17% a 89.02% con una media de 79.56% (Tabla 14). En el presente trabajo el material AC-0015 mostró el mayor valor (86.15%) procedente de la localidad de Ambuquí; y la muestra AC-0019 presentó el menor valor (68.42%) ubicada en la zona de Chota (Anexo 4). Se han notificado valores cercanos por Vargas-Simón et al. (2011) al evaluar frutos de *Spondias purpurea* en tres municipios del estado de Tabasco, México determinó porcentajes entre 78.8% y 85.3%, así como Álvarez (2010) quien registró porcentajes de pulpa por fruto desde 79.4% a 85.4% en cultivares del estado de Chiquimula, Guatemala.

En general, los frutos con mayor proporción de pulpa son más deseables, ya sea para su consumo en fresco como para realizar procesos de industrialización y comercialización, puesto que estas características son importantes de considerar para los programas de fitomejoramiento y manejo postcosecha (Pérez-Arias et al., 2008; Lemos et al., 2008). Ciertamente en términos de la agroindustria, el mayor interés se expresa en las cantidades de pulpa, es así que, a pesar de que los materiales evaluados presentaron valores bajos en cuanto a peso de la pulpa debido a que son frutos relativamente pequeños, mostraron un buen

rendimiento, dado que, cumplen con los estándares de calidad, los cuales mencionan que los frutos deben tener como mínimo la mitad de su peso (Álvarez, 2010), lo que pone a estos materiales como prometedores para este propósito.

Tabla 14

Evaluación de los descriptores pulpa de ovo.

| Código | Descriptor | Media | Desviación estándar | Coefficiente de variación | Valor mínimo | Valor máximo |
|--------|-------------------------|-------|---------------------|---------------------------|--------------|--------------|
| D14 | Peso de pulpa (g) | 4.55 | 1.44 | 31.58 | 0.90 | 9.20 |
| D15 | Porcentaje de pulpa (%) | 79.56 | 5.10 | 6.40 | 52.17 | 89.02 |

c) Sólidos solubles (°Brix)

Una característica importante de esta especie es el contenido de sólidos solubles (SS), en las muestras evaluadas se determinaron valores mínimos de 13°Brix y máximos de 28.5°Brix (Tabla 15), es así que la muestra AC-0022 presentó el mayor valor (23.5°Brix) procedente de la localidad de Ambuquí; y la muestra de menor contenido de sólidos solubles (15.45°Brix) fue AC-0011 presente en la misma zona (Anexo 4). Los materiales analizados en este estudio presentan valores superiores si los comparamos con frutos recogidos en el sur de México con rangos desde 17.23 a 22.8°Brix (Alia-Tejacal et al., 2012; Álvarez-Vargas et al., 2017), al igual que los frutos procedentes de Chiquimula, Guatemala con valores que oscilan entre 18.2 a 22.1°Brix (Álvarez, 2010), igualmente Da Silva et al. (2016) registraron valores desde 15.8 a 18.21°Brix para frutos colectados en el noreste de Brasil. Por otra parte, Guerrero et al. (2012) indican rangos entre 4.7 y 6°Brix en el estado de Zulia, Venezuela; valores demasiado bajos. Por lo tanto, los frutos evaluados en este estudio son más dulces que en Mesoamérica y Sudamérica, lo que hace que sean más agradables al paladar para el consumidor final.

Al respecto, Koziol y Macía (1998) determinaron que el aporte de energía de los frutos de ovo se debe a la alta concentración de sólidos solubles, de los cuales 65% corresponde a glucosa, fructosa y sacarosa. Por esta razón, los ovos se consideran como una fuente significativa de azúcares y minerales en comparación con los frutos producidos por especies frutales más importantes en el mundo, los cuales pueden formar parte de una dieta equilibrada y saludable (Ramírez et al., 2008; Pérez-Arias et al., 2008).

En la agroindustria es importante el contenido de sólidos solubles ya que influyen directamente en la calidad de la materia prima, en términos de rendimiento y sabor (Luchsinger y Camilo, 2008). Se consideran valores aceptables de SS para procesos de agroindustrialización aquellos que están por encima de los 12°Brix (Ruenes-Morales et al., 2010), es así que la totalidad de los materiales evaluados se proyectan con perspectivas de industrialización ya que sus frutos están por encima de los requerimientos de la agroindustria.

Tabla 15*Evaluación del descriptor sólidos solubles en frutos de ovo.*

| Código | Descriptor | Media | Desviación estándar | Coefficiente de variación | Valor mínimo | Valor máximo |
|--------|--------------------------|-------|---------------------|---------------------------|--------------|--------------|
| D20 | Sólidos solubles (°Brix) | 18.99 | 2.16 | 11.36 | 13.00 | 28.50 |

d) Dimensiones del fruto (diámetro polar, ecuatorial y apical)

El diámetro polar (DP) y ecuatorial (DE), varió entre 13.61 y 40 mm y entre 10.97 y 39 mm, respectivamente (Tabla 16), estos valores son comparables a los reportados para frutos de ovo cultivados en México con valores de 25.5 y 41.5 mm, en el DP y 21.8 a 36.5 mm, en el DE (Pérez-Arias et al., 2012), de igual manera Álvarez (2010) identificó diámetros entre 27 a 41 mm (DP) y 23 a 32 mm (DE) en frutos procedentes de Guatemala, sin embargo, se han notificado valores superiores de hasta 48 mm en frutos colectados en Brasil (Lemos et al., 2008). Por consiguiente, el tamaño de los frutos analizados en esta investigación coincide con materiales considerados promisorios para su conservación y comercialización.

Con respecto al diámetro apical se registraron valores entre 8.32 y 24.95 mm, con un valor promedio de 15.55 mm (Tabla 16), al igual que en materiales ubicados en Venezuela con valores entre 25 y 26 mm (Guerrero et al., 2012). Según Chitarra y Chitarra (2005) los valores de dimensiones y la relación entre ellos permite determinar la forma e inferir sobre el tamaño de los frutos, por lo que debido a la amplitud de rangos que se obtuvo se registraron varias formas.

Tabla 16*Evaluación de los descriptores dimensiones del fruto de ovo.*

| Código | Descriptor | Media | Desviación estándar | Coefficiente de variación | Valor mínimo | Valor máximo |
|--------|--------------------------|-------|---------------------|---------------------------|--------------|--------------|
| D16 | Diámetro polar (mm) | 28.78 | 3.57 | 12.40 | 13.61 | 40.00 |
| D17 | Diámetro apical (mm) | 15.55 | 2.33 | 14.99 | 8.32 | 24.95 |
| D18 | Diámetro ecuatorial (mm) | 20.44 | 2.62 | 12.80 | 10.97 | 39.00 |

e) Índice de forma (L/A)

En este estudio la relación entre el diámetro polar y ecuatorial de los frutos de ovo varió de 0.60, 1.0 y 2.20 (Tabla 17), indicando la forma oblata, es decir más anchos que largos, redonda o globosa y elíptica, respectivamente, resultados que coinciden con el estudio de Alia-Tejagal et al. (2012) en frutos procedentes de México, por su parte, Da Silva et al. (2016) al caracterizar frutos de ovo cultivados en la zona forestal del norte de Pernambuco, Brasil informaron que la relación DP/DE varió de 1.34 a 1.52, lo que indica frutos elípticos, de igual forma Ramírez et al. (2008) reportaron valores entre 0.7 y 0.9 para dicha relación, en tanto que Guerrero et al. (2012) indicaron valores de 1.2. Es así que los resultados muestran la variabilidad de formas presentes en los materiales evaluadas.

Algunas de las razones de las diversas formas de frutos obtenidos podrían estar relacionadas a las condiciones agroclimáticas presentes en las diferentes zonas de estudio. La localidad de Ambuquí presentó las tres formas mencionadas, mientras que Salinas mostró frutos redondos y elípticos, Chota la forma elíptica y García Moreno únicamente frutos redondos (Anexo 5). La forma del fruto es una característica que interviene en la calidad de las frutas, igualmente es un parámetro importante a considerar en las preferencias del consumidor, así como para los tipos de empaques a utilizar (Sánchez-Urdaneta et al., 2007).

Tabla 17

Evaluación del descriptor índice de forma en frutos de ovo.

| Código | Descriptor | Media | Desviación estándar | Coefficiente de variación | Valor mínimo | Valor máximo |
|--------|-----------------------|-------|---------------------|---------------------------|--------------|--------------|
| D24 | Índice de forma (L/A) | 1.41 | 0.11 | 7.49 | 0.60 | 2.20 |

f) Grosor de epicarpio

El grosor del epicarpio corresponde a la piel del fruto, comúnmente conocida como cáscara presenta valores entre los 0.04 mm hasta los 0.98 mm, con una media de 0.30 mm (Tabla 18). En el presente trabajo el material AC-0019 mostró el mayor valor (0.63 mm) procedente de la localidad de Chota; y la muestra AC-0025 presentó el menor valor (0.13 mm) ubicada en la zona de Salinas (Anexo 4). Por otra parte, Álvarez (2010) solamente identificó el grosor del epicarpio y mesocarpio con rangos que oscilan entre 4.0 y 6.0 mm procedentes de cultivares evaluados en Guatemala. Estos resultados determinan que el epicarpio del ovo constituye una porción relativamente pequeña del fruto. Al respecto, la variación de este descriptor se atribuye al ambiente y el manejo, dado que, si los árboles se irrigan con poca frecuencia, los frutos desarrollan una capa más delgada de mesocarpio y epicarpio (Macía y Barfod, 2000).

La textura y grosor del epicarpio son caracteres importantes que se deben tomar en cuenta para la conservación y comercialización de la fruta (Ruenes-Morales et al., 2010). Con relación a lo anterior, Pire et al. (2010) determinaron que el epicarpio de ovo constituye una fuente importante de fibra alimentaria soluble que aporta efectos beneficiosos en el ser humano y se puede emplear como aditivo en los alimentos. El consumo del epicarpio de ovo puede favorecer el desarrollo de la flora intestinal, aumentar la capacidad de retención de agua en las heces y la disminución del colesterol y glucosa en la sangre (Tungland y Meyer, 2002).

Tabla 18

Evaluación del descriptor grosor del epicarpio del fruto de ovo.

| Código | Descriptor | Media | Desviación estándar | Coefficiente de variación | Valor mínimo | Valor máximo |
|--------|---------------------------|-------|---------------------|---------------------------|--------------|--------------|
| D19 | Grosor del epicarpio (mm) | 0.30 | 0.12 | 41.79 | 0.04 | 0.98 |

4.1.1.2. Características cuantitativas de la semilla

Las características en cuanto a la semilla se muestran a continuación:

g) Peso de semilla más endocarpio

En cuanto a la característica peso de semilla más endocarpio se determinó un rango desde 0.60 a 2.80 g con un valor promedio de 1.45 g (Tabla 19). Estos valores son similares a los registrados por Cruz et al. (2012) quienes al estudiar la diversidad de frutos de ovo procedentes de cinco estados de México determinaron valores de 2.04 a 2.19 g para variedades cultivadas.

Según Doria (2010) los trabajos relacionados con la semilla permiten profundizar el conocimiento de la especie en estudio, dado que la semilla desempeña funciones esenciales en la renovación, permanencia y propagación de las plantas, no obstante, Cuevas (1994) registró que las variantes de *S. purpurea* son clonales y sus frutos producen semillas inviábiles, lo anterior se atribuye a la infertilidad del polen y a que la reproducción sexual sólo es viable en algunos genotipos (León, 1987). Al respecto, Koziol y Macía (1998) determinaron que la semilla de ovo representa el 34% del peso de la fruta, la cáscara 8% y la pulpa puede tener entre 50% a 58% de peso fresco. En este estudio los materiales cumplen con este requisito debido a que el rendimiento de pulpa equivale a más del 70% del fruto.

Tabla 19

Evaluación del descriptor peso de semilla más endocarpio.

| Código | Descriptor | Media | Desviación estándar | Coefficiente de variación | Valor mínimo | Valor máximo |
|--------|------------------------------------|-------|---------------------|---------------------------|--------------|--------------|
| D21 | Peso de semilla más endocarpio (g) | 1.45 | 0.39 | 27.01 | 0.60 | 2.80 |

h) Dimensiones de semilla más endocarpio (longitud y diámetro)

En cuanto a la característica longitud (LS) y diámetro (DS) del endocarpio se determinaron valores entre 7.72 a 32.05 mm y entre 7.18 y 21.96 mm, respectivamente (Tabla 20), que son similares a los reportados para variedades cultivadas con valores del endocarpio de 20.85 a 21.40 mm, en la LS y el valor promedio de 14.2 mm, en el DS (Cruz et al., 2012), del mismo modo Pérez-Arias et al. (2008) determinaron valores entre 8.37 a 25.87 mm (LS) y 8.73 a 17.07 mm (DS) en materiales procedentes del estado de Guerrero, México, comparables a los analizados en este trabajo.

El interés de estudiar esta característica tiene como finalidad determinar qué proporción aporta mayor peso en el conjunto del fruto, puesto que, la menor relación entre peso total y semilla determina mayor cantidad de pulpa; la cual juega un papel importante en procesos de agroindustria (Ramírez et al., 2010; Ruenes-Morales et al., 2010).

Tabla 20*Evaluación de los descriptores de dimensiones en la semilla más endocarpio.*

| Código | Descriptor | Media | Desviación estándar | Coefficiente de variación | Valor mínimo | Valor máximo |
|--------|---|-------|---------------------|---------------------------|--------------|--------------|
| D22 | Longitud de semilla más endocarpio (mm) | 21.41 | 3.00 | 13.99 | 7.72 | 32.05 |
| D23 | Diámetro de semilla más endocarpio (mm) | 11.68 | 1.42 | 12.12 | 7.18 | 21.96 |

4.1.2. Variabilidad morfológica de datos cualitativos

La variabilidad morfológica de los materiales evaluados se presenta a continuación:

4.1.2.1. Características cualitativas del tallo

Con respecto a la parte vegetativa denominada tallo se identificaron cuatro características:

i) Corteza (color, textura y espinas)

Las corteza del tallo presentó tres tipos de textura; es así que se destaca la de tipo áspera en un 53%, seguida de lisa (33%) y reticulada (33%), y dos colores de corteza; predominando la coloración grisácea en un 88% y el resto café (12%) (Tabla 21), particularidades que son similares al estudio realizado por Azofeifa (2007), sin embargo, en cuanto a la presencia de espinas no se identificaron materiales con esta característica, al igual que los autores Ruenes-Morales et al. (2010) y Vargas-Simón et al. (2011).

Tabla 21*Frecuencia absoluta y relativa para las características cualitativas del tallo evaluadas en 31 materiales de ovo.*

| Código | Variable | Clase | Carácter | Frecuencia absoluta | Frecuencia relativa |
|--------|--------------------|-------|----------------------|---------------------|---------------------|
| D1 | Textura de corteza | 1 | Áspero (Figura 23) | 110 | 0.53 |
| | | 2 | Liso | 69 | 0.33 |
| | | 3 | Reticulado | 28 | 0.14 |
| D2 | Color de corteza | 1 | Café (Figura 24) | 25 | 0.12 |
| | | 2 | Grisácea (Figura 24) | 182 | 0.88 |
| D4 | Espinas | 1 | Ausencia de espinas | 207 | 1.00 |

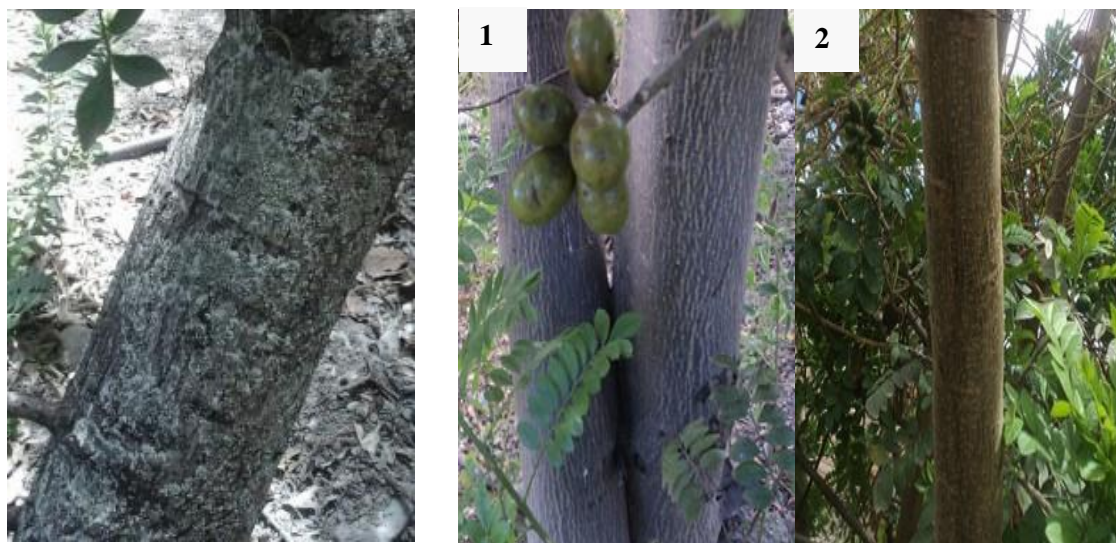


Figura 23. Corteza áspera. **Figura 24.** Coloración del árbol: 1. Grisácea y 2. Café.

j) Disposición de los frutos en el árbol

En lo referente a esta variable sobresale la presencia de racimos compactos en un 73%, seguida de la presencia de árboles en floración y fructificación (17%), presencia de frutos individuales (7%), racimos compactos con árboles en estado de floración y fructificación (2%) y menos del 1% presentan racimos compactos con frutos individuales (Tabla 22). Un aspecto interesante de los árboles de *S. purpurea* es la presencia de algunas ramas con frutos diferentes al resto de la planta, hallazgo que fue corroborado en este estudio, es así que la entrada AC-016 se caracteriza por presentar estas características y en otro aspecto se destaca el material AC-020 con producción continua de frutos, dado que, mediante su identificación sería posible aprovechar estas características en programas de selección y multiplicación mediante la técnica *in vitro* (Azofeifa, 2007).

Tabla 22

Frecuencia absoluta y relativa para la característica disposición de los frutos en el árbol evaluada en 31 materiales de ovo.

| Código | Variable | Clase | Carácter | Frecuencia absoluta | Frecuencia relativa |
|--------|-------------|-------|------------------------------------|---------------------|---------------------|
| D3 | Disposición | 1 | Racimos compactos (Figura 25) | 151 | 0.73 |
| | | 2 | Frutos individuales | 15 | 0.07 |
| | | 3 | Floración y fructificación | 36 | 0.17 |
| | | 4 | Racimo y frutos individuales | 1 | 4.8E-03 |
| | | 5 | Racimo, floración y fructificación | 4 | 0.02 |



Figura 25. Disposición de frutos en racimos compactos.

4.1.2.2. Características cualitativas del fruto

k) Color de la epidermis del fruto

En esta investigación se apreciaron ocho tonalidades relacionadas al color principal de la epidermis del fruto, así el 37% de los materiales evaluados se caracterizó por presentar color naranja rojizo claro y otro 37% presentó color naranja parduzco, además, se identificó la presencia de frutos color amarillo anaranjado oscuro (20%), amarillo moderado (3%), rojo oscuro (2%), y menos del 1% fueron de color marrón rojizo claro, amarillo fuerte, rosa parduzco y café claro (Tabla 23), lo cual indica que existe una gran variabilidad en las muestras evaluadas en cuanto a colores del fruto presentes en los sitios de colecta.

Varios autores describen la presencia de una amplia variedad de colores, tales como púrpura a rojo, naranja y amarillo con tendencia a verde en los epicarpios de frutos recogidos en el sur de México y Brasil mediante espectrometría (Alia-Tejacal et al., 2012; Solorzano-Morán et al., 2015; Álvarez-Vargas et al., 2017). De modo que, los colores de la epidermis de ovo pueden atribuirse principalmente a la presencia de compuestos fenólicos y carotenoides que pueden ser de interés debido a sus propiedades antioxidantes en sistemas biológicos con efecto protector frente a las enfermedades causadas por el estrés oxidativo (Beserra et al., 2011; Engels et al., 2012; Zielinski et al., 2014). En consecuencia, Pérez-Arias et al. (2008) consideran que las diferencias de color puede facilitar la identificación de morfotipos para su caracterización, selección y mejoramiento.

Tabla 23

Frecuencia absoluta y relativa para la característica color de la epidermis del fruto en 31 materiales de ovo.

| Código | Variable | Clase | Carácter | Frecuencia absoluta | Frecuencia relativa |
|--------|----------------------------|-------|--|---------------------|---------------------|
| D6 | Color principal del fruto | 1 | Rojo oscuro | 45 | 0.02 |
| | | 2 | Naranja rojizo moderado (Figura 26) | 758 | 0.37 |
| | | 3 | Marrón rojizo claro | 4 | 1.9E-03 |
| | | 4 | Naranja parduzco (Figura 26) | 761 | 0.37 |
| | | 5 | Amarillo anaranjado oscuro | 415 | 0.20 |
| | | 6 | Amarillo fuerte | 6 | 2.9E-03 |
| | | 7 | Amarillo moderado | 67 | 0.03 |
| | | 8 | Café claro | 10 | 4.8E-03 |
| D7 | Color secundario del Fruto | 1 | Rojo oscuro | 14 | 0.01 |
| | | 2 | Naranja rojizo moderado | 204 | 0.10 |
| | | 3 | Marrón rojizo claro | 1 | 4.8E-04 |
| | | 4 | Naranja parduzco | 537 | 0.26 |
| | | 5 | Rosa parduzco | 3 | 1.5E-03 |
| | | 6 | Amarillo anaranjado oscuro (Figura 27) | 1056 | 0.51 |
| | | 7 | Amarillo moderado | 241 | 0.12 |
| | | 8 | Café claro | 10 | 4.8E-03 |



Figura 26. Color principal de la epidermis del fruto:
1.- Naranja rojizo moderado y 2.- Naranja parduzco.



Figura 27. Color secundario de la epidermis del fruto: amarillo anaranjado oscuro.

l) Textura del fruto

La variable textura de tipo lisa se destacó en 50% de las muestras evaluadas, seguida de la textura semilisa en un 27%, frutos semirugosos se registraron en un 18% y también la presencia de frutos rugosos en 5% (Tabla 24), resultados que coinciden con el estudio de Álvarez (2010), en tanto que Cruz et al. (2012) al analizar frutos de ovo en especies silvestres y cultivadas determinaron frutos con texturas de tipo lisa (98%) y rugosa (88%).

Azofeifa (2007) relaciona la textura del fruto de ovo con la coloración que adquiere la epidermis del fruto, mencionando así que los colores amarillos a rojos poseen cáscara rugosa y los colores que se tornan anaranjados a rojizos presentan piel lisa, por lo cual ambas características están relacionadas. Además, Torres, González y Acevedo (2015) reportan que la textura del fruto es un parámetro importante en la industria alimentaria dado que define la calidad organoléptica y puede lograr una mayor vida en poscosecha.

Tabla 24

Frecuencia absoluta y relativa para la característica textura del fruto en 31 materiales de ovo.

| Código | Variable | Clase | Carácter | Frecuencia absoluta | Frecuencia relativa |
|--------|-------------------|-------|------------------|---------------------|---------------------|
| D8 | Textura del fruto | 1 | Liso (Figura 28) | 1028 | 0.50 |
| | | 2 | Semi liso | 562 | 0.27 |
| | | 3 | Semi rugoso | 377 | 0.18 |
| | | 4 | Rugoso | 99 | 0.05 |



Figura 28. Textura de tipo liso del fruto de ovo.

m) Restos y vestigios de estigmas del fruto

Los restos de estigmas presentaron un amplio rango, predominando el tipo involuto o cóncavo (47%), seguida de la característica no protuberante (33%) y protuberante (20%) (Tabla 25). A su vez, los frutos se caracterizaron por presentar vestigios de fusión de estigmas (99%) aunque también se evidenció la ausencia de este carácter en menor proporción (1%) (Tabla 25), estos resultados coinciden con las observaciones de Álvarez (2010). Al respecto, Jordano (1998) menciona que en los frutos con semilla vacía procedente de flores no polinizadas se puede observar vestigios del funículo, como una estructura esponjosa de coloración blanquecina, que sugiere la existencia de un embrión abortado, de igual manera Crivario, Moujau, Gualdieri y Calloni (1999) informan que los restos de estigmas son típicos en las variedades de *Spondias*, y que podrían servir de base para desarrollar sistemas de investigación de genuinidad de alimentos derivados o elaborados con frutos de ovo.

Por su parte, Campos y Espíndola (2007) mencionan que los frutos de ovo se caracterizan por presentar protuberancias en el extremo apical, correspondientes a las cicatrices de los estigmas. En relación a lo anterior, Pérez-Arias et al. (2008) consideran que es importante tener en cuenta esta constitución ya que influye en su valor comercial, puesto que los frutos

que presentan dichas estructuras se consideran de baja calidad asumiendo que corresponden a daños físicos o por patógenos y por ende el consumidor prefiere frutos sin la presencia de estas características.

Tabla 25

Frecuencia absoluta y relativa para las características restos y vestigios de estigmas del fruto en 31 materiales de ovo.

| Código | Variable | Clase | Carácter | Frecuencia absoluta | Frecuencia relativa |
|--------|---------------------------------|-------|-------------------------|---------------------|---------------------|
| D9 | Restos de estigmas | 1 | Protuberantes | 413 | 0.20 |
| | | 2 | No protuberantes | 678 | 0.33 |
| | | 3 | Involuto | 975 (Figura 29) | 0.47 |
| D13 | Vestigios de fusión de estigmas | 1 | Con vestigios de fusión | 2038 (Figura 30) | 0.99 |
| | | 2 | Sin vestigios de fusión | 28 | 0.01 |



Figura 29. Restos de estigmas de tipo involuto.



Figura 30. Presencia de vestigios de fusión de estigmas.

n) Partes o regiones del fruto (protuberancia basal, forma de la base y ápice)

El fruto de ovo presenta varias características relacionadas con aspectos útiles para la comercialización, entre estas: protuberancia basal que presentó principalmente materiales de tipo central (92%) y apreciándose la de tipo apical (8%), la forma de la base registró frutos de forma plana (74%) y reducida (26%), y en cuanto a la forma del ápice predominó la de tipo redondo (67%) y el resto la forma protuberante (33%) (Tabla 26), coincidiendo con los resultados de Álvarez (2010), sin embargo, difirió de lo señalado por Cruz et al. (2012) quienes determinaron el ápice redondeado (48% y 72%) y la forma de la base truncada (54% y 71%) en especies silvestres y cultivadas, respectivamente. De ahí que estas características se pueden considerar relevantes para seleccionar materiales para la propagación y conservación.

Tabla 26

Frecuencia absoluta y relativa para las características partes o regiones del fruto en 31 materiales de ovo.

| Código | Variable | Clase | Carácter | Frecuencia absoluta | Frecuencia relativa |
|--------|---------------------|-------|--------------|---------------------|---------------------|
| D10 | Protuberancia basal | 1 | Apical | 160 | 0.08 |
| | | 2 | Central | 1906 (Figura 31) | 0.92 |
| D11 | Forma de la base | 1 | Reducida | 536 | 0.26 |
| | | 2 | Plana | 1530 (Figura 32) | 0.74 |
| D12 | Forma del ápice | 1 | Protuberante | 674 | 0.33 |
| | | 2 | Redondo | 1392 (Figura 33) | 0.67 |

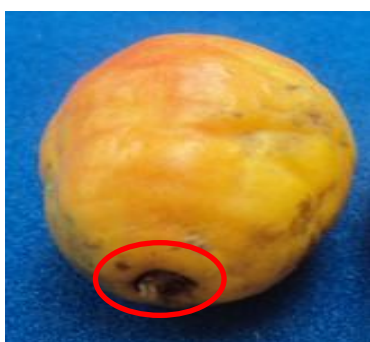


Figura 31. Protuberancia basal de tipo central.

Figura 32. Forma de la base de tipo plana.

Figura 33. Forma del ápice redondo.

4.2. Análisis de conglomerados

El análisis de conglomerados se realizó utilizando 24 variables tanto cualitativas como cuantitativas de 31 materiales procedentes de la provincia de Imbabura, obteniendo así tres grupos representados en el dendrograma (Figura 34), el cual permite observar la similitud entre los diferentes individuos. De acuerdo con Sokal y Rohlf (1962) mencionan que el coeficiente cofenético indica la mínima alteración en la estructura de los datos, cuyos valores oscilan entre 0.6 y 0.95.

En este estudio se registró un coeficiente cofenético de 0.5; valor inferior, probablemente debido a que la caracterización estuvo relacionada con la morfología del fruto y no se evaluó su estructura floral.

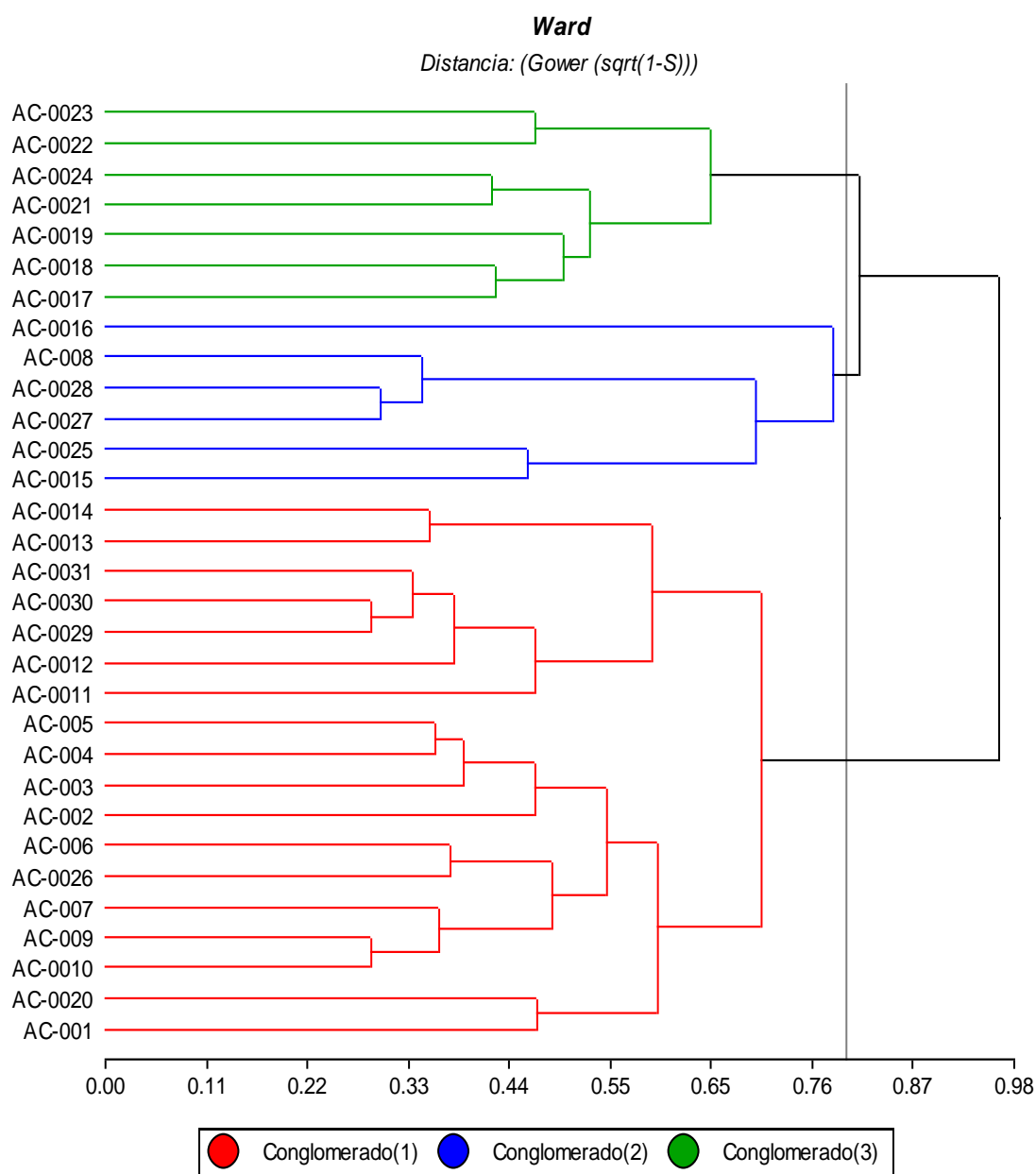


Figura 34. Dendrograma obtenido por análisis de conglomerados para las variables cuantitativas y cualitativas en 31 materiales de ovo (*Spondias purpurea* L.).

Para la presente investigación se trabajó con 31 materiales: el **Grupo 1** está integrado por 18 entradas y son materiales procedentes de la localidad de Ambuquí; el **Grupo 2** está conformado por el menor número de muestras, de las cuales dos son procedentes de Salinas, tres corresponden a la zona de Ambuquí y una entrada de la localidad de García Moreno; por su parte el **Grupo 3** se caracteriza por abarcar 8 materiales procedentes de las localidades Ambuquí (Tabla 27).

Tabla 27*Distribución de las muestras por grupo, según el análisis de conglomerados jerárquico.*

| Grupo 1 (18) | Localidad | Grupo 2 (6) | Localidad | Grupo 3 (8) | Localidad |
|---------------------|------------------|--------------------|------------------|--------------------|------------------|
| AC-014 | Ambuquí | AC-016 | García Moreno | AC-0023 | Ambuquí |
| AC-013 | Ambuquí | AC-008 | Ambuquí | AC-0022 | Ambuquí |
| AC-031 | Ambuquí | AC-028 | Ambuquí | AC-0024 | Ambuquí |
| AC-030 | Ambuquí | AC-027 | Salinas | AC-0021 | Ambuquí |
| AC-029 | Ambuquí | AC-025 | Salinas | AC-0019 | Chota |
| AC-012 | Ambuquí | AC-015 | Ambuquí | AC-0018 | Ambuquí |
| AC-011 | Ambuquí | | | AC-0017 | Ambuquí |
| AC-005 | Ambuquí | | | AC-0016 | Ambuquí |
| AC-004 | Ambuquí | | | | |
| AC-003 | Ambuquí | | | | |
| AC-002 | Ambuquí | | | | |
| AC-006 | Ambuquí | | | | |
| AC-026 | Ambuquí | | | | |
| AC-007 | Ambuquí | | | | |
| AC-009 | Ambuquí | | | | |
| AC-010 | Ambuquí | | | | |
| AC-020 | Ambuquí | | | | |
| AC-001 | Ambuquí | | | | |

4.3. Valor discriminante para los caracteres cualitativos y cuantitativos

Los parámetros estadísticos para la selección de descriptores discriminantes tanto cualitativos como cuantitativos se detallan a continuación:

4.3.1. Caracteres cuantitativos

A través de la prueba de Fisher al 5% se determinó que de doce variables cuantitativas empleadas en la presente investigación once resultaron ser significativas y por ende contribuyen a la diferenciación entre grupos (Tabla 28). La variable que no aporta a la diferenciación entre grupos es el diámetro de la semilla más endocarpio. Al respecto, el comportamiento de las variables cuantitativas está relacionado al manejo agronómico del cultivo (Franco e Hidalgo, 2003).

Es así que, el Grupo 1 posee entradas con frutos de mayor peso (7.40 g), tamaño más grande (28.94 mm), epicarpio grueso (0.32 mm), bajo contenido de azúcares (20.04°Brix) en comparación con el de los otros grupos, dentro del cual se encuentra la muestra procedente de Ambuquí (AC-022) considerada uno de los materiales de mayor interés debido a que presenta frutos grandes (32.83 mm) y mayor dulzor (23.5°Brix).

El Grupo 2 se caracteriza por presentar entradas con peso promedio (7.19 g), menor tamaño (28.09 mm), epicarpio o cáscara delgada (0.19 mm), con semillas cubiertas de endocarpio pequeño (20.91 mm), es así que el material AC-016 se destaca por presentar frutos de mayor peso (11.7 g) y tamaño (32.83 mm) de sabor ácido (17.44°Brix), mientras que, en el Grupo 3 se destacan materiales con frutos de menor peso (6.39 g), ápice poco pronunciado (15.11

mm), alto contenido de sólidos solubles (21.35°Brix) y endocarpio más grande (21.67 mm) en comparación con los otros grupos.

Tabla 28

Valores promedio para caracteres cuantitativos de los tres grupos de ovo (Spondias purpurea L.).

| Código | Descriptor | G1 | G2 | G3 | CV | P-Valor |
|--------|--|---------------------|--------------------|-------------------|-------|---------|
| D5 | Peso del fruto* | 7.40 ± 0.05 B | 7.19 ± 0.011 B | 6.39 ± 0.13 A | 25.03 | <0.0001 |
| D14 | Peso de pulpa* | 4.71 ± 0.03 C | 4.20 ± 0.09 B | 3.70 ± 0.10 A | 30.81 | <0.0001 |
| D15 | Porcentaje de pulpa* | 79.80 ± 0.12 B | 81.85 ± 0.29 C | 76.12 ± 0.35 A | 5.97 | <0.0001 |
| D16 | Diámetro polar del fruto* | 28.94 ± 0.09 B | 28.09 ± 0.22 A | 28.36 ± 0.26 A | 12.36 | 0.0003 |
| D17 | Diámetro apical del fruto* | 15.30 ± 0.06 A | 17.32 ± 0.14 B | 15.11 ± 0.16 A | 14.33 | <0.0001 |
| D18 | Diámetro ecuatorial del fruto* | 20.60 ± 0.06 C | 20.22 ± 0.16 B | 19.00 ± 0.19 A | 12.59 | <0.0001 |
| D19 | Grosor del epicarpio* | 0.32 ± 2.9E-03 C | 0.19 ± 0.01 A | 0.29 ± 0.01 B | 39.33 | <0.0001 |
| D20 | Sólidos solubles* | 18.76 ± 0.05 A | 19.32 ± 0.12 B | 21.35 ± 0.15 C | 10.60 | <0.0001 |
| D21 | Peso de semilla más endocarpio* | 1.46 ± 0.01 B | 1.31 ± 0.02 A | 1.63 ± 0.03 C | 26.56 | <0.0001 |
| D22 | Longitud de semilla más endocarpio* | 21.52 ± 0.07 A | 20.91 ± 0.16 A | 21.67 ± 0.95 A | 13.96 | 0.0016 |
| D23 | Diámetro de semilla más endocarpio ^{ns} | 11.65 ± 0.04 A | 11.68 ± 0.09 AB | 11.91 ± 0.10 B | 12.11 | 0.0590 |
| D24 | Índice de forma* | 1.41 ± 2.1E-03 B | 1.39 ± 0.01 A | 1.50 ± 0.01 B | 7.25 | <0.0001 |

CV: Coeficiente de variación. *: Significativo al 5% de probabilidad, ns: No significativo

4.3.2. Caracteres cualitativos

A través del análisis de las tablas de contingencia (Anexo 5) se determinaron valores de Chi², Cramer, Coeficiente de Pearson y el P-valor (Tabla 29), identificando a través de este último que de doce variables empleadas once resultaron ser significativas y por ende son caracteres discriminantes que pueden usarse para diferenciar grupos. La variable que no aporta la diferenciación entre grupos corresponde al color de la corteza del tallo. Como se puede observar los caracteres usados describen la parte vegetativa y reproductiva de la especie como son: tallo y fruto. En relación a lo anterior, las variables cualitativas tienen un comportamiento intrínseco determinado genéticamente (Franco e Hidalgo, 2003).

Tabla 29

Descriptorios morfológicos utilizados con parámetros para la estimación del valor discriminante en caracteres cualitativos de 31 materiales de ovo (Spondias purpurea L.).

| Código | Variable | Chi ² | Gl | Valor Cramer | Coficiente Pearson | P-Valor |
|--------|---|------------------|----|--------------|--------------------|---------|
| D1 | Textura de la corteza (tallo)* | 10.36 | 4 | 0.13 | 0.22 | 0.0348 |
| D2 | Color de la corteza (tallo) ^{ns} | 2.17 | 2 | 0.07 | 0.10 | 0.3377 |
| D3 | Espinas (tallo)* | 184.46 | 2 | 0.94 | 0.69 | <0.0001 |
| D4 | Disposición de frutos* | 64.51 | 8 | 0.32 | 0.49 | <0.0001 |
| D6 | Color principal del fruto* | 181.57 | 14 | 0.18 | 0.29 | <0.0001 |
| D7 | Color secundario del fruto* | 144.35 | 14 | 0.15 | 0.26 | <0.0001 |
| D8 | Textura del fruto* | 482.99 | 6 | 0.28 | 0.44 | <0.0001 |
| D9 | Restos de estigmas* | 136.89 | 4 | 0.15 | 0.25 | <0.0001 |
| D10 | Protuberancia basal* | 84.73 | 2 | 0.14 | 0.20 | <0.0001 |
| D11 | Forma de la base* | 46.72 | 2 | 0.11 | 0.15 | <0.0001 |
| D12 | Forma del ápice* | 32.72 | 2 | 0.09 | 0.12 | <0.0001 |
| D13 | Vestigios de fusión de estigmas* | 11.57 | 2 | 0.01 | 0.07 | 0.0208 |

Gl: Grados de libertad. *: Significativo al 5% de probabilidad. ns: No significativo

4.4. Análisis de los caracteres cualitativos para grupos conformados

Las características cualitativas de los grupos se encuentran conformadas por varios caracteres que muestran la variabilidad presente en los materiales. La relación que existe entre los grupos formados con los descriptorios analizados que poseen mayor valor discriminante permite comprender la relación entre agrupamientos.

a) Textura de la corteza

Los tres grupos presentaron todas las formas relacionadas con esta variable, así por ejemplo en los Grupos 1, 2 y 3 predomina la textura áspera en un 53% y 52%, seguida del tipo liso entre el 37%, 26% y 16%, y los mismos grupos presentaron en menor cantidad la forma reticulada entre el 10%, 23% y 32%, respectivamente (Figura 35).

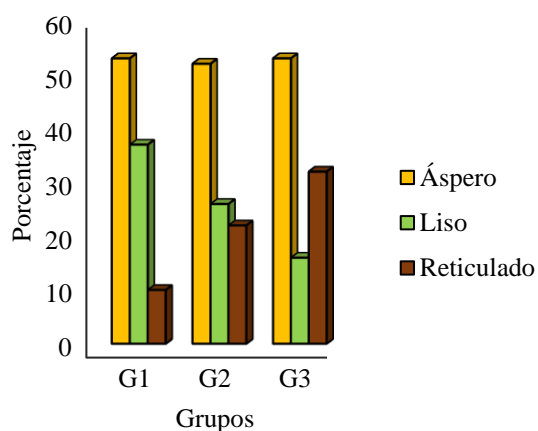


Figura 35. Porcentaje de corteza en los grupos conformados.

En la figura 36 se puede observar las tres características relacionadas a la corteza del tallo de ovo, presentes en la zona norte del país.



Figura 36. Tipos de textura de corteza en los grupos conformados: 1.- Áspero, 2.- Liso y 3.- Reticulada.

b) Disposición de frutos

Con relación a la disposición de los frutos, en los Grupos 2 y 3 predomina la característica ramas en estado de floración y fructificación en un 52% y 58%, seguida de racimos compactos con el 41% y 37%, mientras que, estos mismos grupos registraron en menor proporción frutos individuales colgantes entre el 4% y 5%. Adicionalmente, únicamente el Grupo 2 mostró el 4% de árboles con frutos compactos e individuales. Mientras que, en el Grupo 1 prevaleció el 83% de las ramas con racimos, el 8% dispuesto en frutos individuales colgantes, el 7% con frutos compactos en estado de floración y fructificación y apenas el 2% de las entradas muestran ramas con frutos compactos en estado de floración y fructificación (Figura 37).

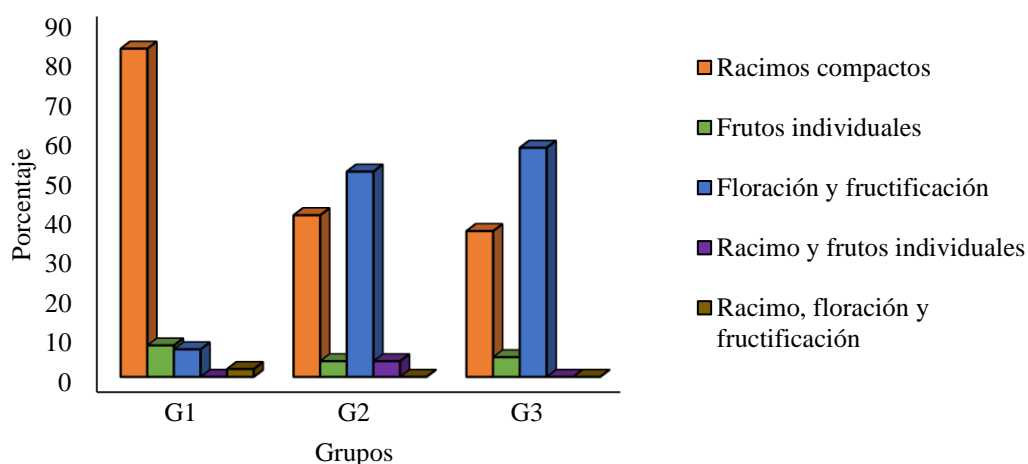


Figura 37. Porcentaje de disposición de las ramas del árbol de ovo en los grupos conformados.

En cuanto al carácter disposición de las ramas en el árbol, la figura 38 muestra cinco características presentes en los grupos conformados.



Figura 38. Tipos de disposición de las ramas del árbol de ovo en los grupos conformados: 1.- Frutos en racimos compactos de diferente tamaño, 2.- Frutos individuales colgantes, 3.- Floración y fructificación simultáneo, 4.- Racimos compactos y frutos individuales y 5.- Frutos en racimos compactos, floración y fructificación.

c) Espinas

En todos los grupos los árboles se caracterizaron por ausencia de espinas (100%), cuyo descriptor se analizó al momento de realizar la evaluación y se percató que ningún lote evaluado poseía arboles con dicha característica.

d) Color principal del fruto

Los frutos de ovo pueden presentar varias tonalidades, así por ejemplo los Grupos 2 y 3 se caracterizan por presentar frutos de color naranja parduzco en un 47% y 41%, seguido del naranja rojizo moderado en un 12% y 38% y estos mismos grupos mostraron el color amarillo anaranjado oscuro entre el 36% y 2%, además, únicamente el Grupo 2 mostró el color café claro en un 4% distinguiéndose de los otros grupos, mientras que el Grupo 3 presentó el tono amarillo moderado en el 1%. Por otra parte, en el Grupo 1 predominó el color naranja rojizo moderado con el 41%, naranja parduzco con el 35%, amarillo anaranjado oscuro en un 17%, amarillo moderado con el 4%, rojo oscuro con el 3% y menos del 1% los colores marrón rojizo claro y amarillo fuerte (Figura 39).

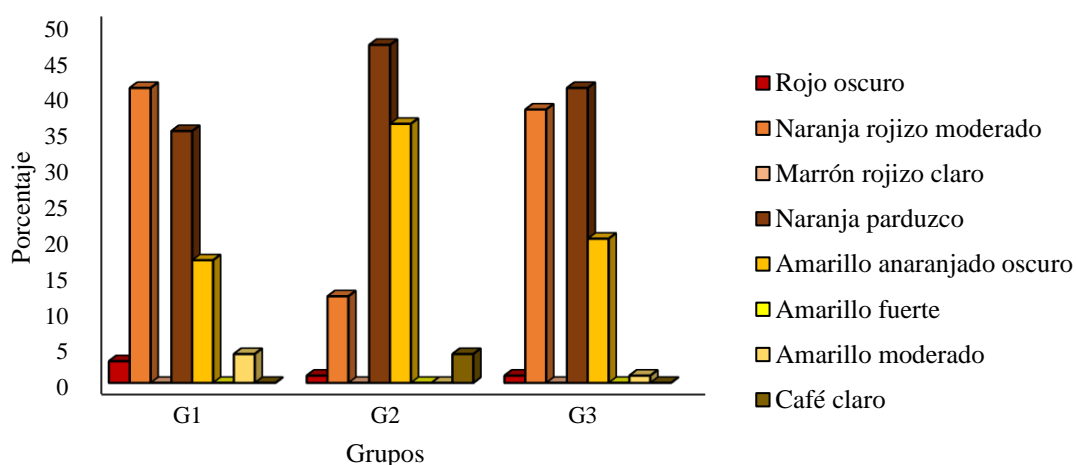


Figura 39. Porcentaje de colores predominantes en la colección de ovo.

En la figura 40, se puede apreciar las ocho tonalidades relacionados al color principal de la epidermis del fruto.

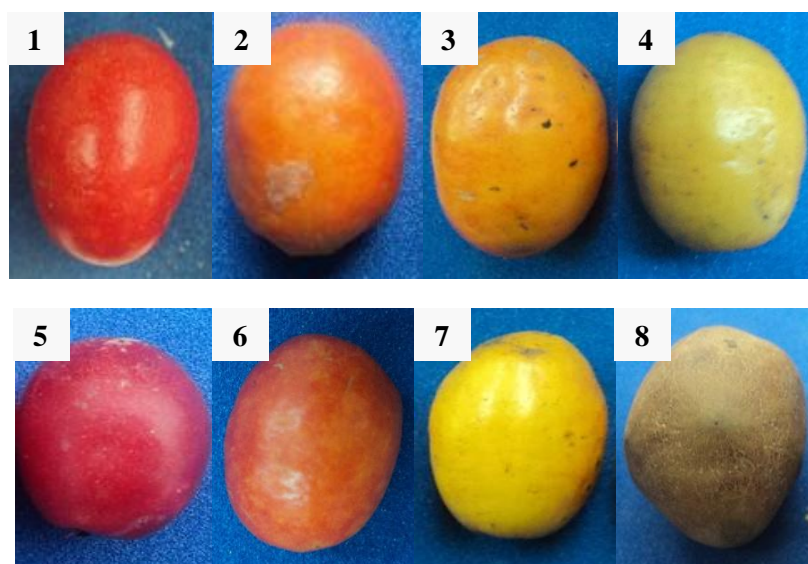


Figura 40. Colores predominantes en la colección de ovo: 1.- Naranja rojizo moderado, 2.- Naranja parduzco, 3.- Amarillo anaranjado oscuro, 4.- Amarillo moderado, 5.- Rojo oscuro, 6.- Marrón rojizo claro, 7.- Amarillo fuerte y 8.- Café claro.

e) Color secundario del fruto

Los Grupos 1 y 3 presentaron entre el 24% y 43% de sus entradas frutos de color naranja parduzco, amarillo anaranjado oscuro con el 5% y 42%, los mismos grupos registraron el color naranja rojizo moderado con el 10% y 9% y amarillo moderado entre el 14% y 6%, mientras que, en el Grupo 2 predominó el color amarillo anaranjado oscuro con el 63%, seguido del naranja parduzco con el 25%, naranja rojizo moderado con el 8% y el color amarillo moderado con apenas el 1% de sus entradas, además, los Grupos 1 y 2 mostraron en menos del 1% el color rojo oscuro. Por otra parte, únicamente el Grupo 1 presenta en menor proporción los colores marrón rojizo claro y rosa parduzco; que pertenece a la entrada

AC-0019, y el Grupo 2 muestra el color café claro; que pertenece a la muestra AC-0016 (Figura 41).

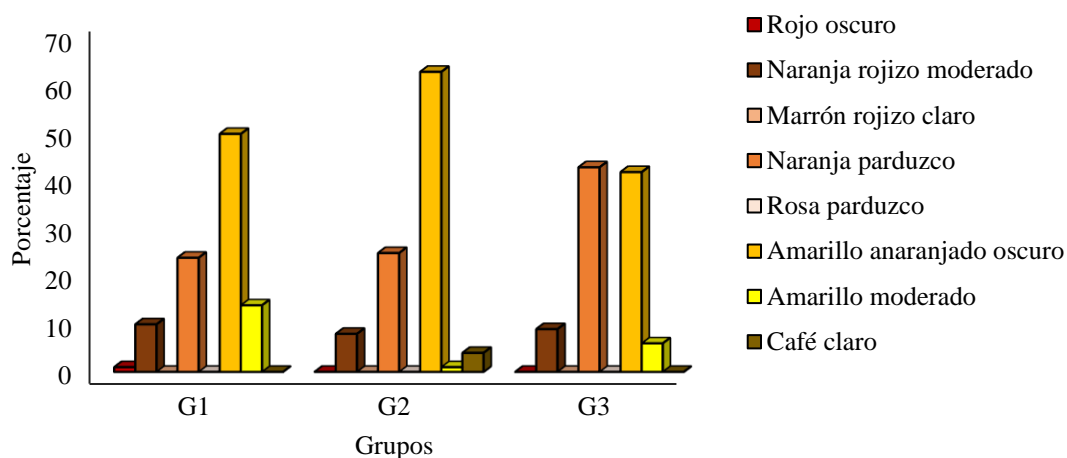


Figura 41. Porcentaje de colores secundarios en grupos conformados.

El carácter color secundario de la epidermis del fruto presenta ocho tonos, los cuales se pueden apreciar en la figura 42.



Figura 42. Colores secundarios en grupos conformados: 1.- Naranja rojizo moderado, 2.- Naranja parduzco, 3.- Amarillo anaranjado oscuro, 4.- Amarillo moderado, 5.- Rojo oscuro, 6.- Marrón rojizo claro, 7.- Rosa parduzco y 8.- Café claro.

f) Textura del fruto

El fruto de ovo puede expresar cuatro tipos de textura, en este estudio la característica más predominante es la textura lisa identificada en los Grupos 1 y 2 presentando entre el 47% y 92%, seguida de semilisa con el 32% y 7% y estos mismos grupos mencionados registraron en menor proporción la textura de tipo semirugosa entre el 18% y el 1%. Mientras que, en

el Grupo 3 predomina la textura semirugosa con el 45 %, el 19% semiliso y apenas el 12% de tipo lisa. Adicionalmente, los Grupos 1 y 3 presentaron frutos con la característica rugosa en el 3% y 24%, respectivamente (Figura 43).

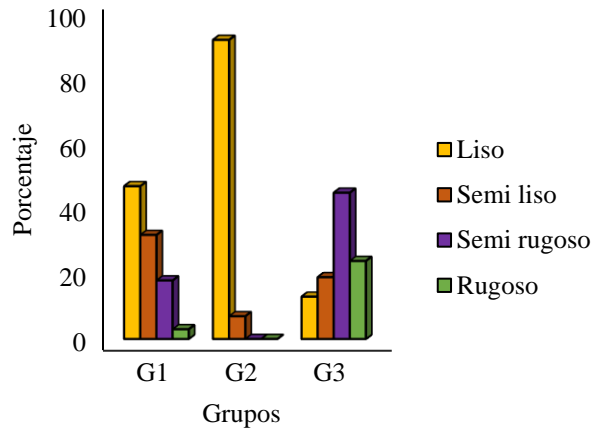


Figura 43. Porcentaje de textura del fruto de ovo en grupos conformados.

En cuanto a la variable textura del fruto, la figura 44 muestra cuatro tipos identificados en los grupos conformados.



Figura 44. Tipos de textura del fruto de ovo en grupos conformados: 1.-Lisa, 2.- Semilisa, 3.- Semirugosa y 4.- Rugosa.

g) Restos de estigmas

Los tres grupos presentan todas las formas relacionadas con esta variable, así por ejemplo los Grupo 1 y 2 se destacan por presentar el 44% y 74% estigmas de tipo involuto, seguida de entradas sin protuberancia entre el 40% y 13% y estos mismos grupos presentaron apenas

el 17% y 16% de frutos protuberantes. En el Grupo 3 predomina restos de estigmas protuberantes en un 51%, el 45% estigmas involutos y solamente el 4% frutos con restos no protuberantes (Figura 45).

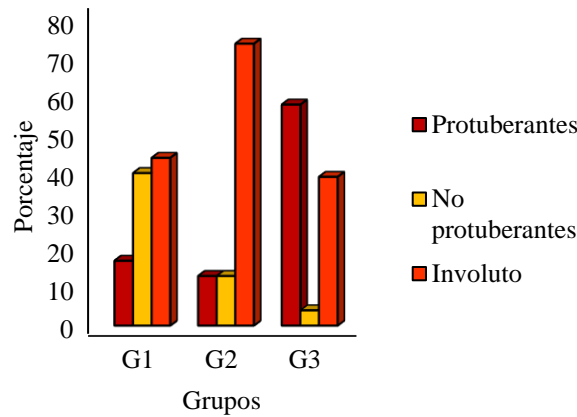


Figura 45. Porcentaje de restos de estigmas en grupos conformados.

En los grupos conformados se identificaron tres tipos de restos de estigmas, los cuales se pueden visualizar en la figura 46.

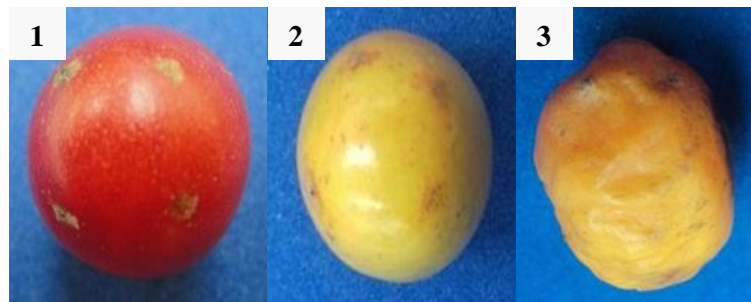


Figura 46. Tipos de restos de estigmas en grupos conformados: 1.- Involuto, 2.- No protuberantes y 3.- Protuberantes.

h) Protuberancia basal

Respecto al descriptor protuberancia basal, en los Grupos 1 y 2 más del 93% de las entradas presentaron protuberancia basal de tipo central y estos mismos grupos mostraron menos del 7% la protuberancia apical; por su parte, el Grupo 3 muestra el 76% de sus entradas con la forma central y el 24% corresponde a la de tipo apical (Figura 47).

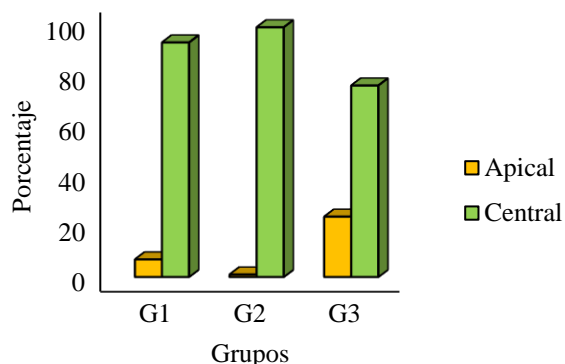


Figura 47. Porcentaje de protuberancia basal en grupos conformados.

En la figura 48 se puede observar dos características relacionadas al descriptor protuberancia basal presentes en los tres grupos identificados.



Figura 48. Tipos de protuberancia basal en grupos conformados: 1.- Central y 2.- Apical.

i) Forma de la base

Con respecto a esta característica, los Grupos 1 y 3 presentaron el 72% y 66% de sus entradas la base plana, sin embargo, estos mismos grupos presentan entre el 28% y 34% el tipo de base reducida, mientras que, el Grupo 2 presenta el 90% la forma plana y apenas el 10% la base reducida (Figura 49).

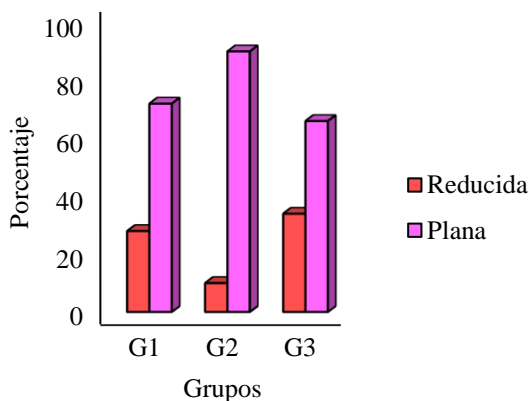


Figura 49. Porcentaje de forma de la base en grupos conformados.

El carácter forma de la base del fruto presenta dos características, las cuales se pueden apreciar en la figura 50.



Figura 50. Tipos de forma de la base en grupos conformados:
1.- Plana y 2.- Reducida.

j) Forma del ápice

Los Grupos 1 y 3 presentaron el 65% de sus entradas la forma del ápice redondo, sin embargo, el 35% de los mismos grupos mostraron frutos con ápice protuberante; por su parte, el Grupo 2 presenta el 83% de sus entradas la forma redonda y apenas el 17% mostró la forma protuberante (Figura 51).

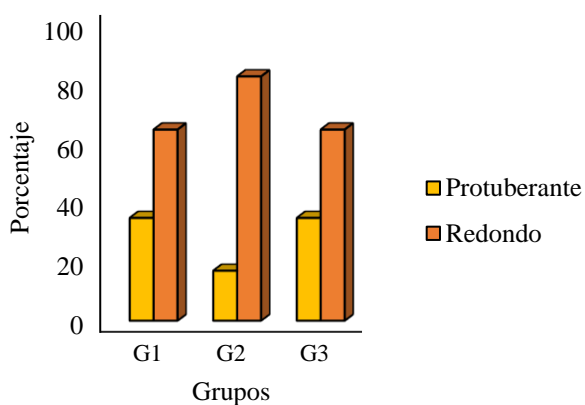


Figura 51. Porcentaje de forma del ápice en grupos conformados.

En la figura 52 se puede observar dos características relacionadas al descriptor forma del ápice presentes en los grupos conformados.



Figura 52. Tipos de forma del ápice en grupos conformados:
1.- Redondo y 2.- Protuberante.

k) Vestigios de fusión de estigmas

Para este descriptor, cerca del 95% de los materiales presentaron frutos con vestigios de fusión de estigmas y estos mismos grupos mostraron menos del 5% frutos sin vestigios, lo cual implica que las entradas podrían presentar semillas inviábiles (Figura 53).

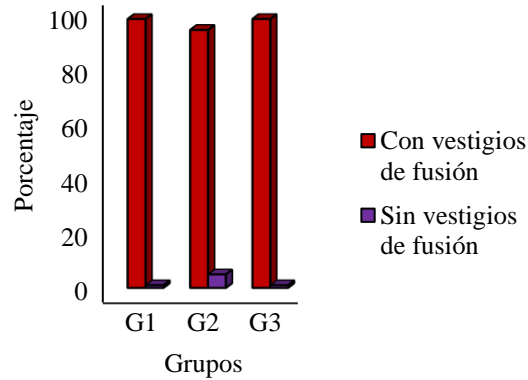


Figura 53. Porcentaje de vestigios de fusión en grupos conformados.

En la figura 54 se puede observar dos características relacionadas al carácter vestigios de fusión de estigmas presentes en los grupos conformados.



Figura 54. Vestigios de fusión en grupos conformados: 1.- Con vestigios de fusión y 2.- Sin vestigios de fusión.

l) Forma del fruto

Para el descriptor forma del fruto, todos los grupos se caracterizan por presentar cerca del 100% frutos elípticos y estos mismos grupos indicaron menos del 3% de sus entradas la forma circular, adicionalmente, sólo el Grupo 1 presentó menos del 1% frutos oblatos (Figura 55 y 56).

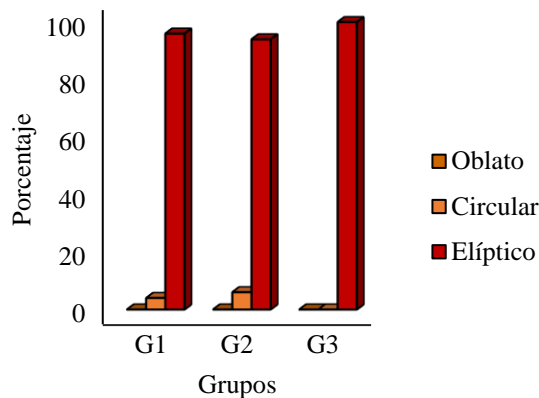


Figura 55. Porcentaje de forma del fruto en grupos conformados.

En los grupos conformados se identificaron tres formas del fruto de ovo, los cuales se pueden visualizar en la figura 56.

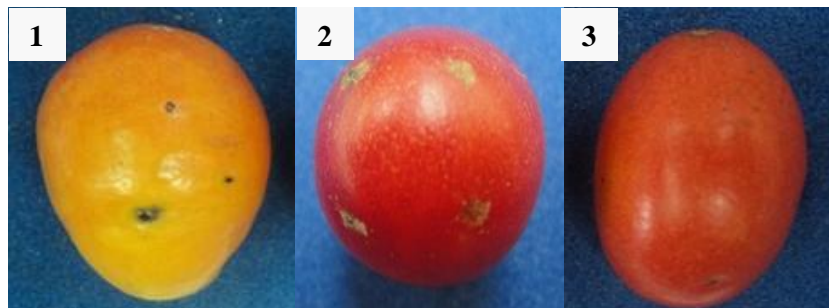


Figura 56. Tipos de forma del fruto en grupos conformados: 1.- Oblato, 2.- Circular y 3.- Elíptico.

4.3.3. Análisis de Componentes Principales (ACP)

El análisis de componentes principales de 31 materiales de ovo determinó que los dos ejes explican el 100% de la variabilidad entre las agrupaciones del análisis de conglomerados. El eje 1 explica el 69.1% de la variabilidad entre las agrupaciones con las variables: peso del fruto (-0.34) porcentaje de pulpa (-0.36), diámetro ecuatorial del fruto (-0.32); todas estas son correlaciones negativas, mientras que, peso de la semilla (0.35) e índice de forma (0.36); pertenecen a correlaciones positivas. El eje 2 explica el 30.9% de la variabilidad restante entre las agrupaciones con las variables: diámetro apical (-0.38) como correlación negativa, peso de pulpa (0.36), diámetro polar (0.54) y grosor del epicarpio (0.46) corresponden a correlaciones positivas (Tabla 30).

Tabla 30

*Autovalores y autovectores encontrados en el análisis de componentes principales para las diferentes variables usadas en la caracterización de ovo (*Spondias purpurea* L.).*

| Auto valores | | | |
|----------------------|-------------------------------|-----------------------------|--------------|
| Ejes | | | |
| 1 | Proporción | Proporción acumulada | |
| 1 | 0.69 | 0.69 | |
| 2 | 0.31 | 1.00 | |
| Auto vectores | | | |
| Código | Variabes | e1 | e2 |
| D5 | Peso del fruto | -0.34 | 0.20 |
| D14 | Peso de pulpa | -0.27 | 0.36 |
| D15 | Porcentaje de pulpa | -0.36 | -0.04 |
| D16 | Diámetro polar del fruto | -0.01 | 0.54 |
| D17 | Diámetro apical del fruto | -0.26 | -0.38 |
| D18 | Diámetro ecuatorial del fruto | -0.33 | 0.23 |
| D19 | Grosor del epicarpio | 0.19 | 0.46 |
| D20 | Sólidos solubles | 0.33 | -0.22 |
| D21 | Peso de semilla | 0.35 | 0.16 |
| D22 | Longitud de semilla | 0.33 | 0.23 |
| D24 | Índice de forma | 0.36 | -0.03 |

La proyección de los autovectores (coeficientes con que cada variable original fue ponderada para conformar las CP1 y CP2) del análisis de componentes principales asocia el Grupo 1 con las variables: peso del fruto (D5), diámetro ecuatorial del fruto (D18), peso de pulpa (D14) y diámetro polar del fruto (D16). El Grupo 2 con el porcentaje de pulpa (D15) y el diámetro apical del fruto (D17). Al Grupo 3 con los caracteres grosor del epicarpio (D19), longitud de la semilla (D22), peso de semilla (D21), índice de forma (D24), y sólidos solubles (D20) (Figura 57).

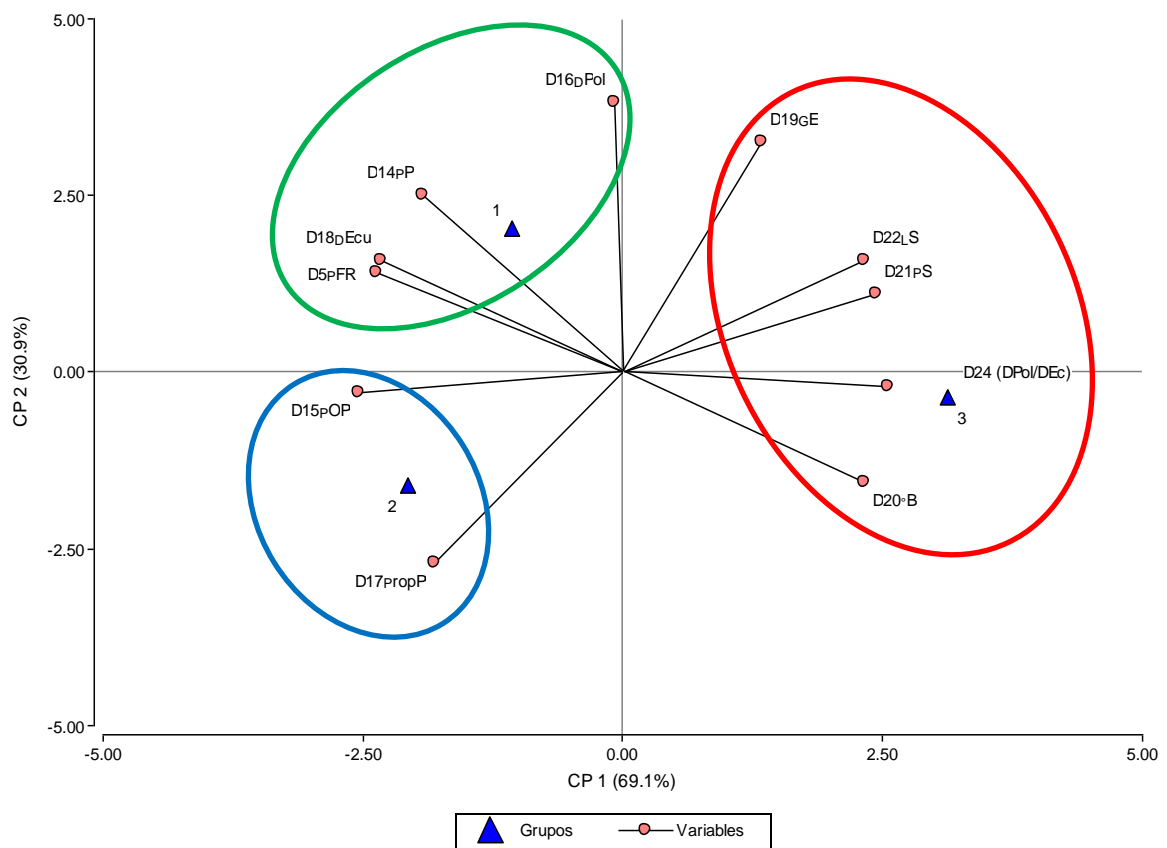


Figura 57. Diagrama del análisis de componentes principales para los grupos y variables en estudio.

4.6. Identificación de morfotipos por grupos

Mediante el análisis de agrupamiento jerárquico de Ward, se obtuvieron tres grupos de entradas. Dentro de los cuales se identificó seis morfotipos (grupos de muestras que comparten características en común que se diferencian en alguna de ellas). A continuación, se describen las características de cada morfotipo identificado en los grupos.

Dentro del **Grupo 1** se determinaron dos morfotipos (M1 y M2). Los detalles de los caracteres cualitativos evaluados se detallan en la tabla 31 y figura 58.

a) Morfotipo 1. Este morfotipo se encuentra constituido por siete materiales: AC-0014, AC-0013, AC-0031, AC-0030, AC-0029, AC-0012, AC-0011, las características que presentan son: árboles de corteza áspera y en menor proporción lisa, con racimos compactos e individuales, frutos de coloración naranja a rojo oscuro, textura lisa, semilisa, semirugosa y rugosa, restos de estigmas de tipo involuto y en algunos materiales de tipo protuberantes y no protuberantes, con ausencia de vestigios de estigmas, de forma elíptica y en menor cantidad frutos redondos (Tabla 31).

b) Morfotipo 2. Este morfotipo se conforma de once materiales: AC-005, AC-004, AC-003, AC-002, AC-006, AC-0026, AC-007, AC-009, AC-0010, AC-0020, AC-001, el cual se diferencia del M1 por presentar corteza lisa y en menor proporción corteza áspera y

reticulada, con racimos compactos y frutos individuales en estado de floración y fructificación, de color naranja a rosa parduzco, textura lisa a semilisa, restos de estigmas no protuberantes y en menor cantidad protuberantes e involutos, ausencia de vestigios de estigmas, distinguiéndose frutos oblatos, redondos y elípticos (Tabla 31).

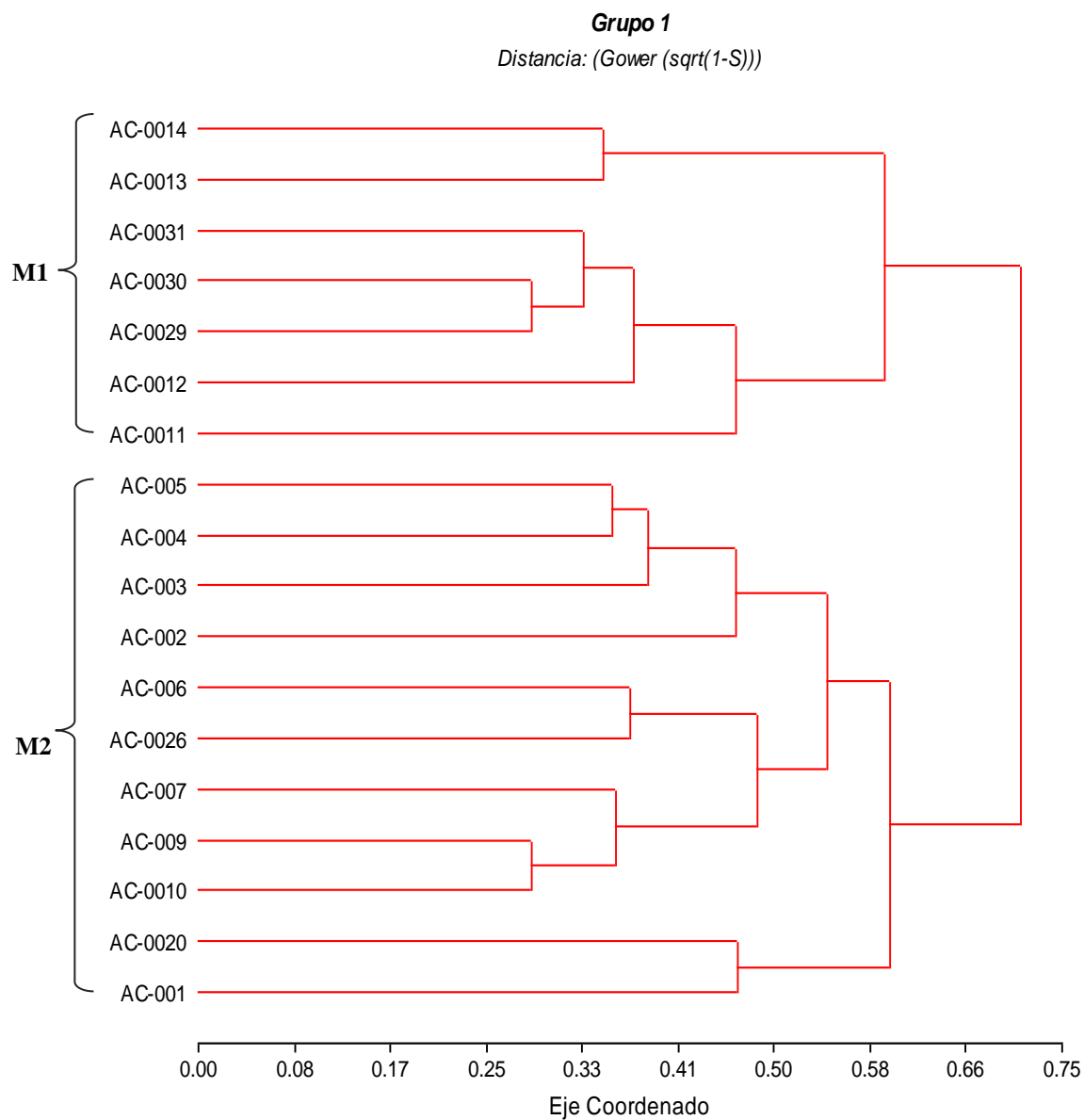



Figura 58. Dendrograma de 18 materiales que conforman el grupo 1.

Tabla 31

Morfotipos del grupo 1, determinados en base a las características cualitativas evaluadas en la caracterización morfológica de 31 materiales de ovo (Spondias purpurea L.).

| Morfotipos | M1 | M2 |
|-------------------------------|---|---|
| N° | AC-0014, AC-0013, AC-0031, AC-0030, AC-0029, AC-0012, AC-0011 | AC-005, AC-004, AC-003, AC-002, AC-006, AC-0026, AC-007, AC-009, AC-0010, AC-0020, AC-001 |
| Identificación de germoplasma |  | |
| *Textura de la corteza | Áspero/Liso | Liso/Áspero/Reticulado |
| *Espinas | Ausencia | Ausencia |
| *Disposición de los frutos | Racimos compactos/Frutos individuales | Racimos compactos/Frutos individuales en floración y fructificación |
| *Color principal del fruto | Naranja rojizo moderado/Naranja parduzco/Rojo oscuro/Marrón rojizo claro/ Amarillo fuerte | Naranja rojizo moderado/ Naranja parduzco/Rosa parduzco |
| *Color secundario del fruto | Naranja rojizo moderado/Naranja parduzco | Naranja parduzco/ Amarillo anaranjado oscuro |
| *Textura del fruto | Semirugoso/Rugoso/Semiliso/Liso | Liso/Semiliso/Semirugoso |
| *Protuberancia basal | Involuto/No protuberantes/Protuberantes | No protuberantes/ Protuberante/ Involuto |
| *Restos de estigmas | Central/Apical | Central/Apical |
| *Protuberancia basal | Plana/Reducida | Plana/Reducida |
| *Forma de la base | Redondo/Protuberante | Redondo/Protuberante |
| *Vestigios de estigmas | Ausencia | Ausencia/Presencia |
| *Índice de forma | Elíptico/Redondo | Elíptico/Redondo/Oblato |

Grupo 2. Dentro de este grupo se identificaron tres morfotipos. Los detalles de los caracteres evaluados se detallan en la tabla 32 y figura 59.

a) Morfotipo 3. Este morfotipo se encuentra constituido por un material: AC-0016, las características de este grupo es que presentan corteza de tipo lisa, ramas con racimos compactos e individuales, frutos de color café claro, con textura lisa, restos de estigmas protuberantes, con ausencia de vestigios de estigmas y forma redonda (Tabla 32).

b) Morfotipo 4. Este grupo se conforma de tres entradas: AC-008, AC-0028, AC-0027, este morfotipo se diferencia del M4 por presentar corteza áspera y en menor proporción de tipo lisa y reticulada, ramas con racimos compactos en estado de floración y fructificación a la

misma vez, frutos de tonos naranja parduzco, amarillo anaranjado a rojizo oscuro, textura lisa a semirugosa, restos de estigmas de tipo involuto y en menor cantidad protuberantes y no protuberantes, presencia de vestigios de estigmas y en menor proporción sin esta característica y materiales de forma elíptica y redonda (Tabla 32).

c) Morfotipo 5. Dentro de este se agrupan dos muestras: AC-0025 y AC-0015, se diferencia del M4 principalmente por mostrar árboles de textura reticulada, con racimos compactos y frutos individuales, frutos de color naranja moderado a amarillo anaranjado, textura lisa, restos de estigmas de tipo involuto y no protuberante, frutos con vestigios de estigmas y en menor proporción sin esta característica, con materiales elípticos (Tabla 32).

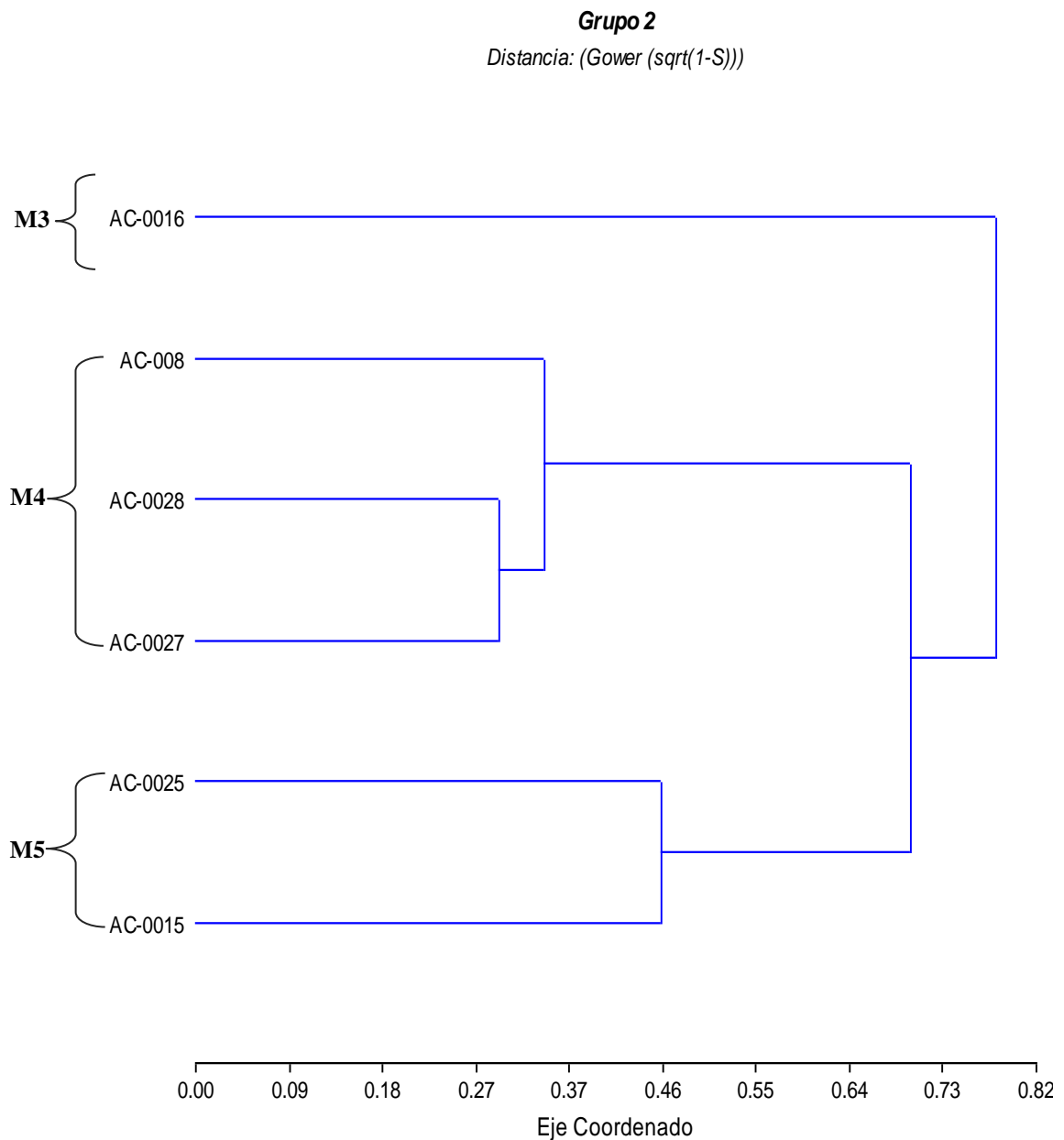



Figura 59. Dendrograma de 6 materiales que conforman el grupo 2.

Tabla 32

Morfotipos del grupo 2, determinados en base a las características cualitativas evaluadas en la caracterización morfológica de 31 materiales de ovo (Spondias purpurea L.).

| Morfotipos | M3 | M4 | M5 |
|--------------------------------------|--|---|--|
| N° | AC-0016 | AC-008, AC-0028, AC-0027 | AC-0025 y AC-0015 |
| Identificación de germoplasma |  | | |
| *Textura de la corteza | Liso | Áspero/Liso/Reticulado | Reticulado |
| *Espinas | Ausencia | Ausencia | Ausencia |
| *Disposición de los frutos | Racimos compactos y frutos individuales | Racimos compactos/Floración y fructificación | Racimos compactos/Frutos individuales |
| *Color principal del fruto | Café claro | Naranja parduzco/Amarillo anaranjado oscuro/Rojo oscuro | Naranja rojizo moderado/Naranja parduzco/Amarillos anaranjado oscuro |
| *Color secundario del fruto | Café claro | Amarillo anaranjado oscuro/Naranja rojizo moderado/Naranja parduzco | Naranja rojizo moderado/Naranja parduzco/Amarillos anaranjado oscuro |
| *Textura del fruto | Liso | Liso/Semiliso/Semirugoso | Liso |
| *Restos de estigmas | Protuberante | Involuto/Protuberante/No protuberante | Involuto/ No protuberante |
| *Restos de estigmas | Central | Central/Apical | Central/Apical |
| *Protuberancia basal | Plana | Plana/Reducida | Plana/Reducida |
| *Forma de la base | Redondo /Protuberante | Redondo | Redondo |
| *Vestigios de estigmas | Ausencia | Presencia/Ausencia | Presencia/Ausencia |
| *Índice de forma | Redondo | Elíptico/Redondo | Elíptico |

Grupo 3. Dentro de este grupo se identificó sólo un morfotipo. Los detalles de los caracteres evaluados se detallan en la tabla 33 y figura 60.

c) Morfotipo 6. Este grupo consta de siete materiales: AC-0023, AC-0022, AC-0024, AC-0021, AC-0019, AC-0018, AC-0017, este morfotipo se diferencia por mostrar corteza reticulada y en menor proporción de tipo áspera y lisa, árboles en estado de floración y fructificación con frutos en racimos compactos y en menor cantidad individuales, frutos de color naranja parduzco a amarillo moderado, textura rugosa a lisa, restos de estigmas de tipo protuberantes y en menor cantidad no protuberantes e involutos, ausencia de vestigios de estigmas y en menor proporción la presencia de vestigios, de forma elíptica (Tabla 33).

Grupo 3

Distancia: (Gower (sqrt(1-S)))

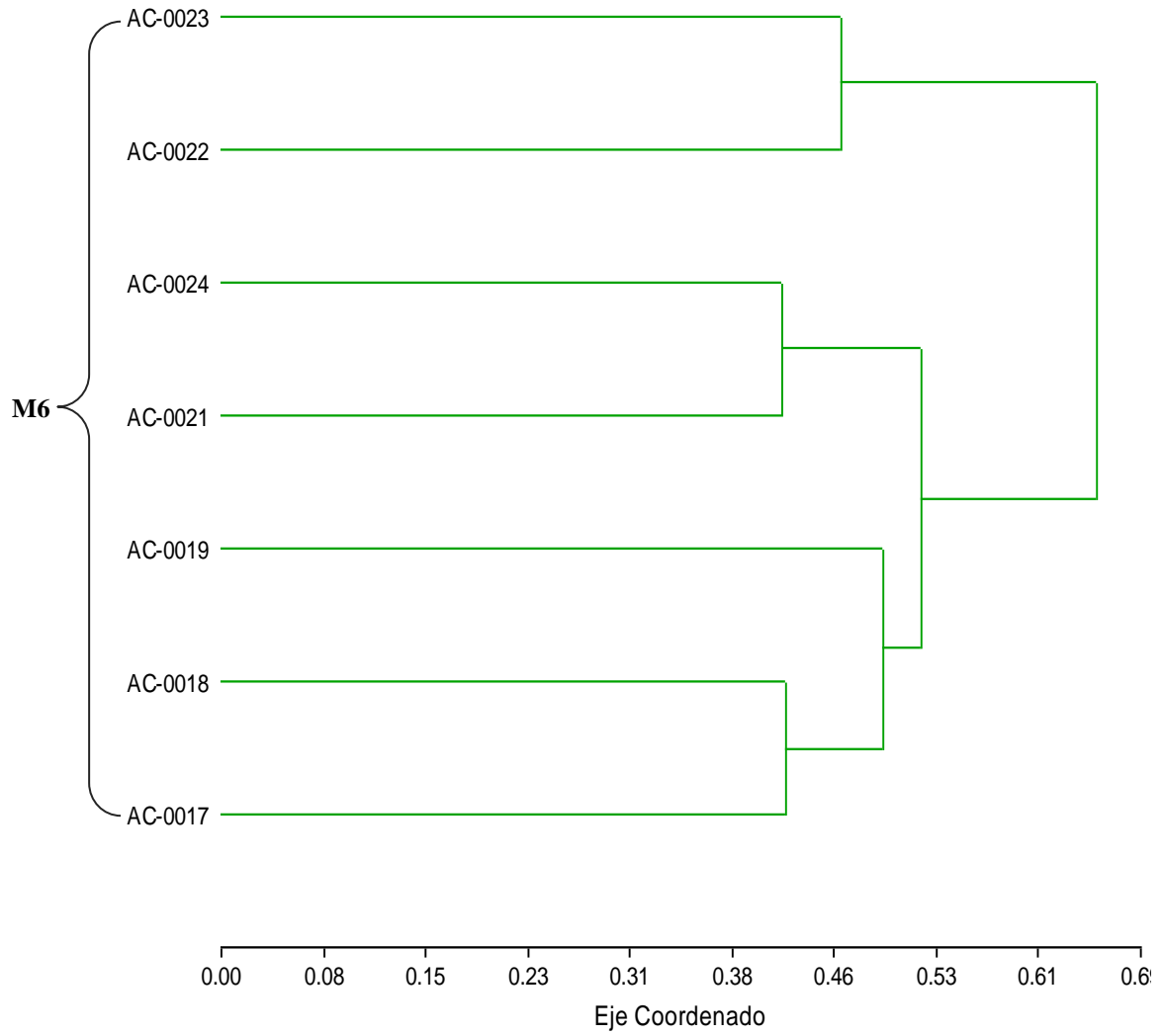



Figura 60. Dendrograma de 7 materiales que conforman el grupo 3.

Tabla 33

Morfotipos del grupo 3, determinados en base a las características cualitativas evaluadas en la caracterización morfológica de 31 materiales de ovo (*Spondias purpurea* L.).

| Morfotipos | M6 |
|-------------------------------|--|
| N° | AC-0023, AC-0022, AC-0024, AC-0021, AC-0019, AC-0018, AC-0017 |
| Identificación de germoplasma |  |
| *Textura de la corteza | Reticulado/Áspero/Liso |
| *Espinas | Ausencia |
| *Disposición de los frutos | Floración y fructificación/Racimos compactos y frutos individuales |
| *Color principal del fruto | Naranja rojizo moderado/Naranja parduzco/Amarillos anaranjado oscuro/Amarillo moderado |
| *Color secundario del fruto | Naranja parduzco/Amarillos anaranjado oscuro/Amarillo moderado |
| *Textura del fruto | Semirugoso/Rugoso/Semiliso/Liso |
| *Protuberancia basal | Protuberante/No protuberantes/Involuta |
| *Restos de estigmas | Central |
| *Protuberancia basal | Plana/Reducida |
| *Forma de la base | Redondo/Protuberante |
| *Vestigios de estigmas | Ausencia/Presencia |
| *Índice de forma | Elíptico |

6. Determinación de la distribución del cultivo de ovo a nivel de la zona norte del país

Se registraron 49 puntos geográficos de *S. purpurea* en dos cantones de la provincia de Imbabura: Ibarra (Ambuquí, Chota, Salinas) y Cotacachi (García Moreno). Los datos obtenidos permitieron determinar que la especie está distribuida en altitudes que va desde 1098 a 2467 msnm (Figura 61), esta última elevación se encuentra fuera del rango adecuado de desarrollo de la especie, ya que de acuerdo con Morataya (2004) menciona que el ovo se encuentra en alturas desde el nivel del mar ascendiendo hasta cerca de 1800 msnm, por otra parte, Azofeifa (2007) indica que a partir de los 2200 msnm algunos materiales no florecen, o florecen y forman frutos que permanecen en estado inmaduro, por el contrario, bajo las condiciones agroclimáticas de Ecuador se identificaron árboles que forman frutos y completan su desarrollo, esto se podría relacionar con la ventaja adaptativa de la especie.

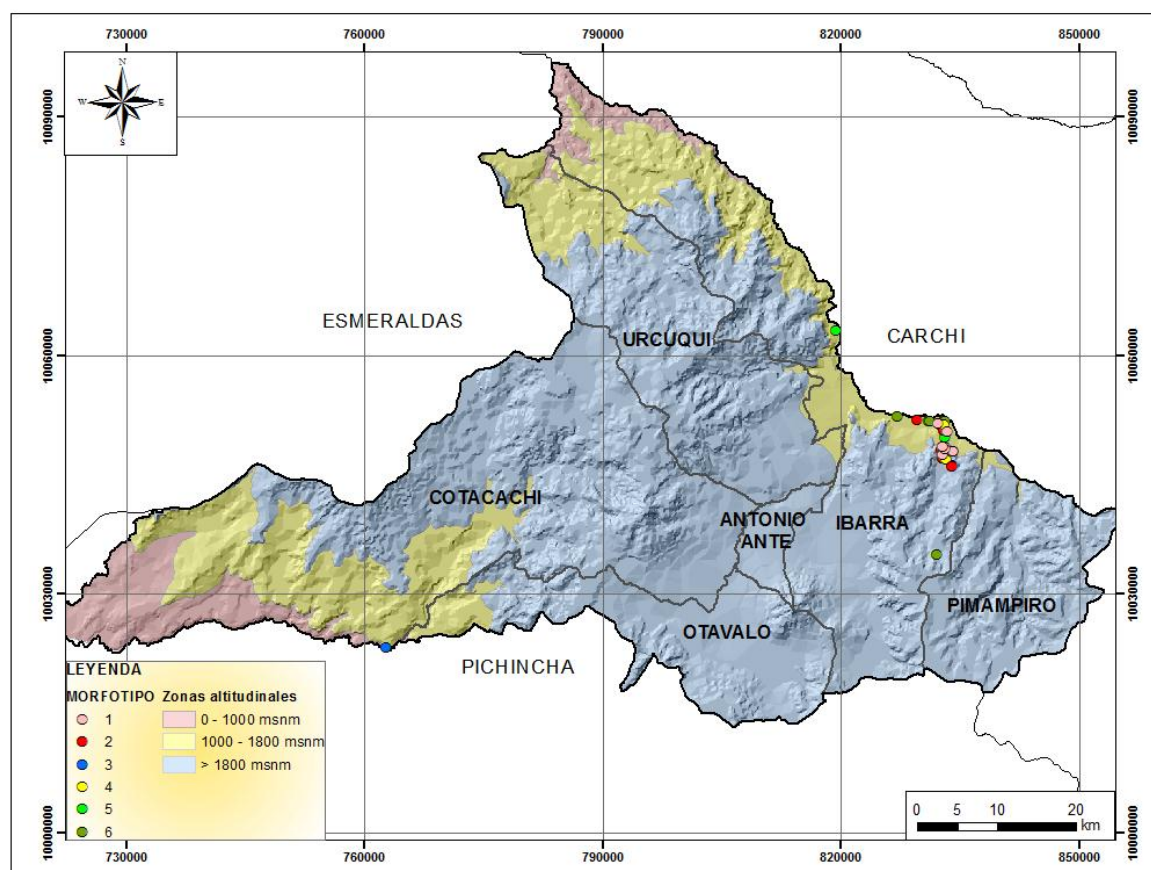


Figura 61. Ubicación de sitios de muestreo de *Spondias purpurea* a nivel de Imbabura.

Fuente: Trabajo de campo, 2018; Instituto Geográfico Militar (IGM), 2011.

Se identificó que el ovo está presente en diferentes hábitats como: huertos mixtos, jardines y fincas, árboles individuales a orillas de caminos y en plantaciones extensas. Además de encontrar la presencia de *S. purpurea* en las cuatro localidades, se identificaron en otras zonas como: parroquia San Antonio (cantón Ibarra) 2495 msnm, parroquia Imantag en la comunidad Morlán (cantón Cotacachi) en 2418 msnm y Chavezpamba (cantón Pichincha) en 1978 msnm, dado que, de acuerdo con Ramírez et al. (2008) esta especie posee una capacidad de plasticidad para responder a recursos disponibles por desarrollarse en diferentes factores ambientales, climatológicos y fenológicos, lo que permite identificar posibles áreas de introducción, así como el interés del agricultor por mantener y conservar varias especies vegetales que pueden ser de importancia alimenticia y social.

Con respecto a localidad de Urcuquí no se encontró la presencia de ovo, a pesar de presentar clima subtropical con pisos altitudinales adecuados para el desarrollo de la especie, esto podría deberse a que sus habitantes se dedican a cultivar productos como: papas, maíz, ocas, mellocos, morochillo, trigo, habas, cebada, banano, fréjol, caña de azúcar, yuca, papaya, naranjilla, entre otros (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de San Miguel de Urcuquí, 2014).

6.1. Distribución de los morfotipos correspondientes a cada grupo

Grupo 1: en este grupo se identificaron dos morfotipos (M1 y M2) pertenecientes a la zona de Ambuquí con pisos altitudinales desde 1580 a 1840 msnm (Figura 62). De acuerdo con la distribución del ovo, en la localidad de Ambuquí se concentra el mayor grado de variabilidad, es así que, en el M1 y M2 se ubicaron frutos de color naranja, amarillo, rojo y marrón con forma elíptica, circular y oblata.

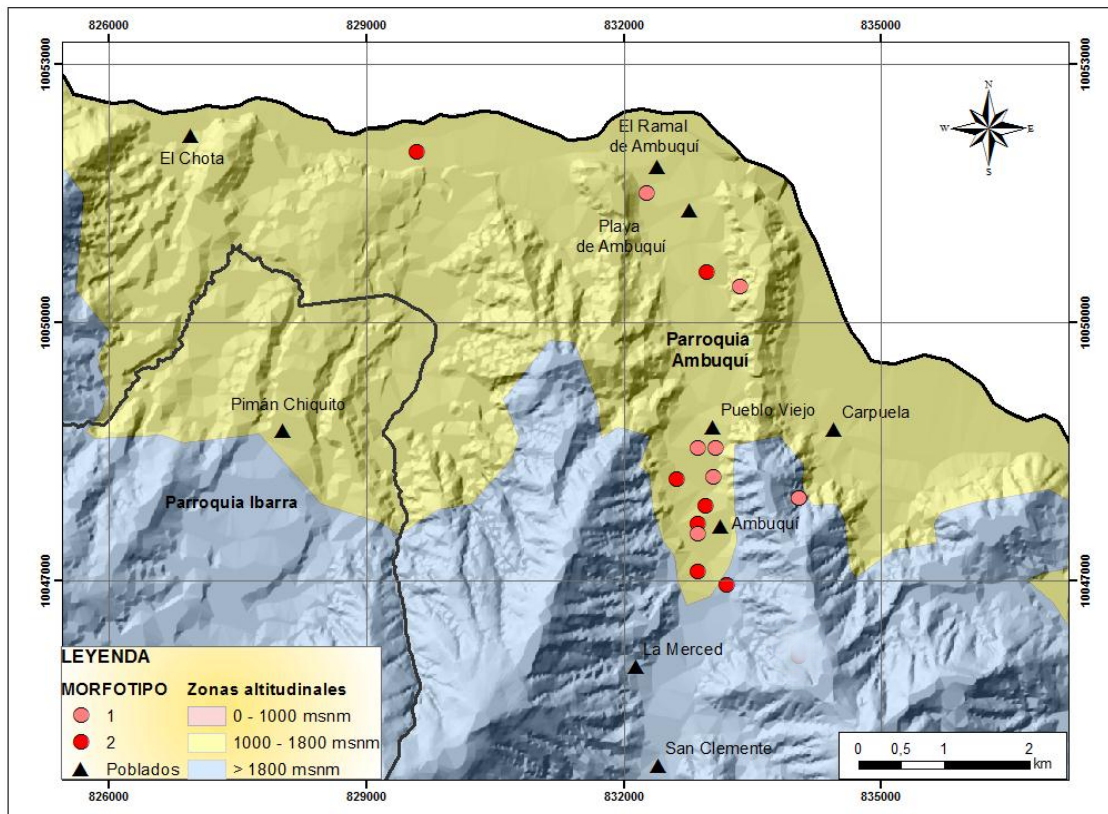


Figura 62. Identificación de dos morfotipos del Grupo 1.

Fuente: Trabajo de campo, 2018; Instituto Geográfico Militar (IGM), 2011.

Grupo 2: la variabilidad presente en dicho grupo (M3, M4 y M5) está distribuida entre 1449 a 1848 msnm en las localidades de Ambuquí, Salinas y García Moreno (Figura 63); cabe recalcar que, en esta última zona de acuerdo con los agricultores el cultivo es reciente y está presente como cerca viva. Además, este grupo se caracteriza por abarcar el mayor número de morfotipos; distribuidos en zonas relacionadas a características agroclimáticas adecuadas para el desarrollo y producción del cultivo de ovo, cuyos materiales se caracterizan por presentar frutos de color naranja, amarillo y café, con forma elíptica y circular.

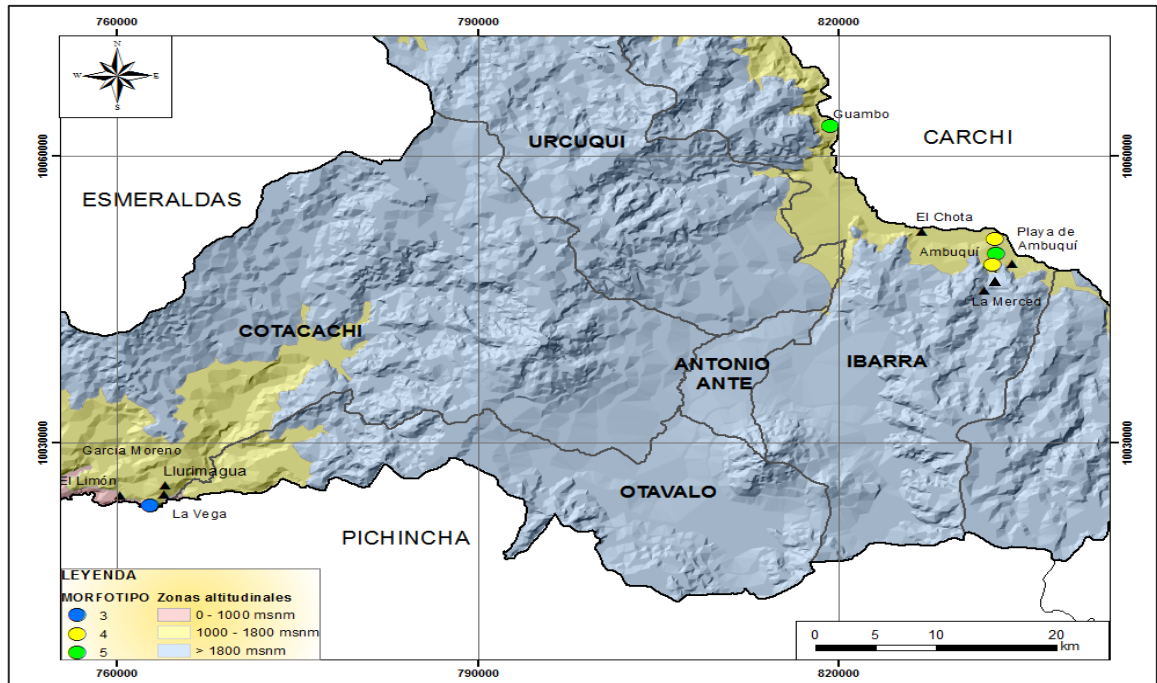


Figura 63. Identificación de tres morfotipos del Grupo 2.
Fuente: Trabajo de campo, 2018; Instituto Geográfico Militar (IGM), 2011.

Grupo 3: el morfotipo (M6) esta difundido desde 1098 a 2467 msnm en las localidades de Ambuquí y Chota (Figura 64), pisos altitudinales que muestran como el ovo se distribuye predominantemente en los valles interandinos de Imbabura y en zonas altitudinales superiores al rango de adaptación de la especie. El M6 abarca materiales de color naranja y amarillo.

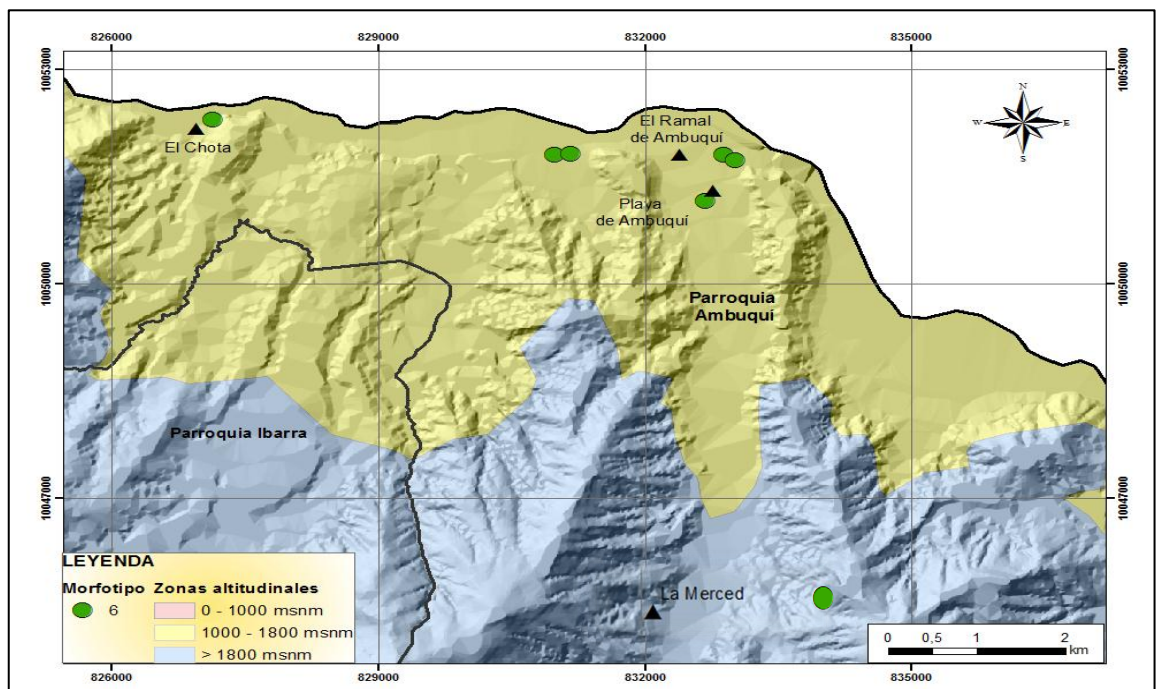


Figura 64. Identificación de un morfotipo del Grupo 3.
Fuente: Trabajo de campo, 2018; Instituto Geográfico Militar (IGM), 2011.

5. Análisis de las entrevistas semi-estructuradas

Las entrevistas se realizaron a 45 productores del cultivo de ovo, de los cuales el 71% (32) corresponde al género masculino y el 29% (13) femenino, en un rango de edad de 18 a 85 años. Las plantaciones cultivadas son huertos de pequeña extensión (100 m² a 1 ha) localizados comúnmente en traspatios o cercas vivas, así como también plantaciones extensas (4 a 5 ha). Los agricultores entrevistados señalaron que las plantas son muy longevas, por lo que se calcularon edades que rebasan los 100 años; ubicados en la zona de Ambuquí y se encontraron árboles a partir de los 9 meses en adelante; localizados en la localidad de Salinas.

Además, los productores señalaron que los árboles cultivados se propagan asexualmente (estaca) debido a que este método resulta más rentable ya que se obtiene producción a corto plazo, y un caso sin verificar se determinó por medio de propagación sexual (semilla), al respecto, León (1987) menciona que la reproducción sexual sólo es viable en algunos genotipos, por lo cual se considera necesario realizar más estudios acerca de la propagación del ovo dentro de la provincia de Imbabura. La información obtenida de la entrevista se muestra a continuación:

a) Actividad agropecuaria

Se identificó que el 77% de los entrevistados mantienen como principal actividad la agricultura, el 12% se dedican a la comercialización de sus productos y el 2% a la ganadería. Entre otras ocupaciones mencionaron: ama de casa, albañil, artesano, tractorista y jubilado que en conjunto equivalen a un 9% (Figura 65).

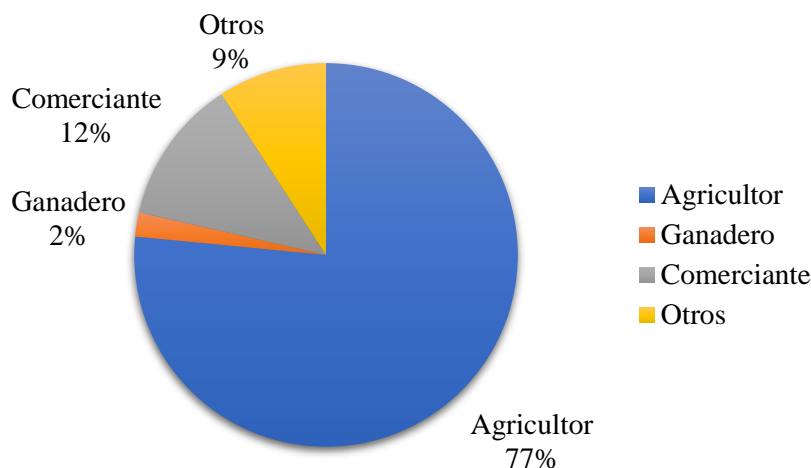


Figura 65. Actividad agropecuaria.

b) Obtención del material genético

El cultivo de ovo está presente en la zona de Imbabura debido a que la mayor parte de productores obtuvieron el material genético de sus parientes (50%), el 22% mencionan que esta especie se introdujo debido a la presencia de Jesuitas antiguos quienes sembraron

árboles de ovo en la zona de Ambuquí (no existe un registro oficial de dicho acontecimiento), sin embargo, de acuerdo a observaciones directas se percató de la existencia de lotes pertenecientes a la iglesia católica, mientras que el 17% de los entrevistados señalaron la procedencia de la especie como herencia familiar, otro 17% a través de vecinos de la misma zona y apenas el 2% mediante la adquisición de estacas en el mercado local (Figura 66).

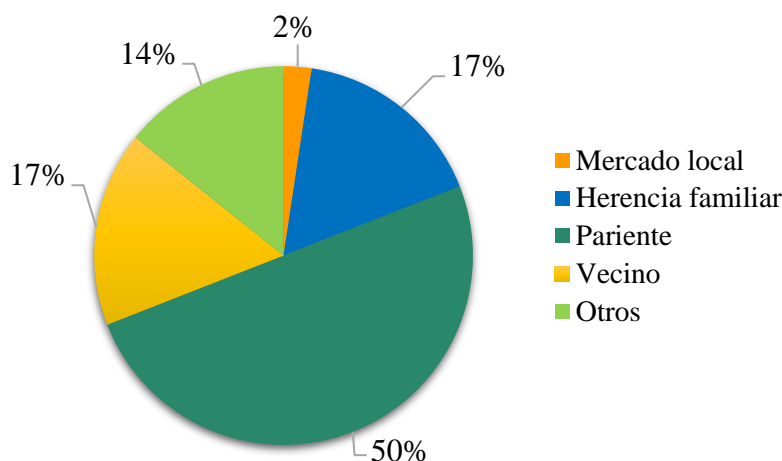


Figura 66. Obtención del material genético.

c) Labores de manejo

Las labores de manejo que se realizan en el cultivo de ovo se puntualizan a continuación de manera más detallada (Figura 67).

- **Riego**

En relación con el riego el 96% de los productores realizan esta labor, por lo general ocho veces en época de cosecha y contratan de uno a tres jornales dependiendo de la extensión del lote, y el 4% restante no lo consideran necesario. Las familias mencionaron que el mes de enero es adecuado para dar riego y suspenden esta labor hasta que el fruto engrose o entre en producción, dado que la planta no requiere de grandes cantidades de agua para su crecimiento por presentar un enraizamiento superficial (Ruenes-Morales et al., 2010), así mismo, Pérez-Arias et al. (2008) mencionan que los requerimientos de precipitación de la especie oscilan entre los 500 a 1600 mm al año.

- **Podas y deshierbe**

En la zona en estudio el 78% de los agricultores realizan una poda drástica, la cual consiste en cortar todas las ramas del árbol dejando un tercio de su longitud, de acuerdo con los entrevistados el período de descanso del cultivo denominado “agostar” es la época adecuada para eliminar material afectado, viejo o seco, mientras que, el 22% no efectúan esta labor, es así que se encontraron materiales con una altura que oscila entre 5 y 8 metros, presentes como cercas vivas. Con respecto al deshierbe, el 80% no ejecutan dicha práctica, sólo un 20% la realizan una a dos veces por año para eliminar malezas y facilitar la cosecha, cuyo control puede ser de tipo manual, químico o la combinación de las dos técnicas.

- **Fertilización**

Con respecto a esta labor, el 41% de los productores de ovo señalaron que fertilizan la plantación, para lo cual emplean fertilizantes sintéticos sin antes realizar un análisis del suelo, mientras que el 44% no desarrollan dicha práctica, y el 15% restante utilizan abonos orgánicos como compost, bioles y residuos de material procedentes de podas.

- **Control de plagas y enfermedades**

El 53% de los productores mencionan que realizan un control de plagas y enfermedades, por lo general, utilizan productos químicos recomendados por casas comerciales que se aplican una a dos veces por semana en estado de fructificación para controlar ácaros, mosca de la fruta y cochinilla, ya que afectan la calidad del fruto y por ende la obtención de ingresos, y en algunos casos se implementa el control etológico mediante la utilización de trampas amarillas, sin embargo, el 47% restante considera que no es necesario ya que los árboles son resistentes y dichas plagas no representan daños severos.

- **Cosecha y comercialización**

En las cuatro localidades de estudio, el 91% de los agricultores efectúan dos cosechas anuales, sin embargo, se encontraron árboles en constante producción, y sólo el 9% no realizan esta labor dado que el árbol está presente como cerca viva. La cosecha se realiza de forma manual debido a la poda drástica que facilita el acceso a los frutos y se contratan mano de obra dependiendo de la extensión de la plantación.

Los frutos se comercializan según la calidad y etapas de maduración; los ovos en madurez de cosecha se venden entre 15 a 20 dólares por caja alcanzando precios desde 30 hasta 40 dólares en los meses de diciembre a enero y los que han madurado en el árbol se obsequian a vecinos o se destinan a intermediarios a precios que varían. Los frutos verdes y maduros se guardan en lugares separados y se envasan para exportarse a mercados locales (Ibarra, Quito, Tulcán) y externos (Colombia). En la localidad de Ambuquí, el pico de la cosecha es febrero y marzo; mes en el que se celebra las tradicionales fiestas del ovo como principal producto fructífero de la región.

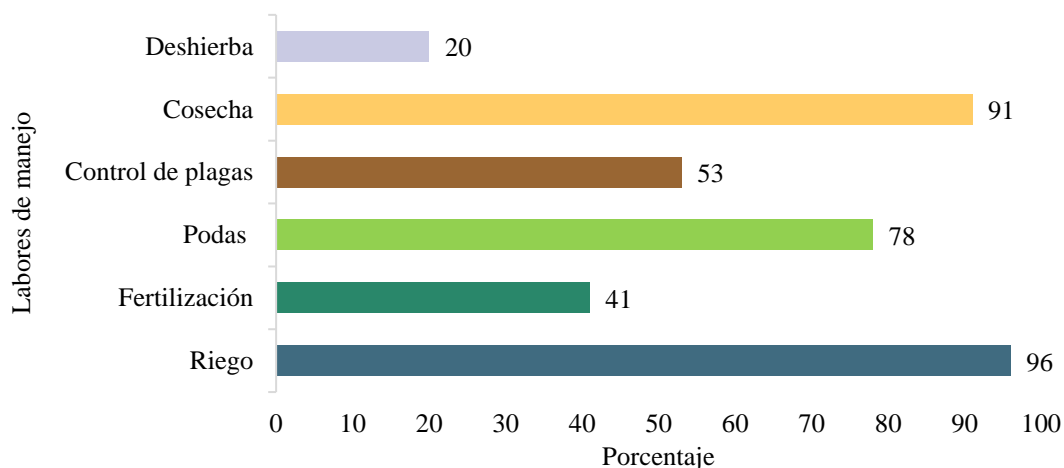


Figura 67. Labores culturales realizadas en el cultivo de ovo.

d) Asociación del ovo con otros cultivos

En la zona de estudio, es común que las poblaciones cultivadas de *S. purpurea* se intercalen con otras especies: es así que el 68% corresponde a frutales considerados de importancia económica como: mango (*Mangifera indica*), plátano (*Musa paradisiaca* L.), guayaba (*Psidium guajava*), limón (*Citrus aurantifolia* Crustm), aguacate (*Persea americana*), papaya (*Carica papaya* L.), mandarina (*Citrus reticulata*), naranja (*Citrus sinensis*) y en menor proporción granadilla (*Passiflora ligularis*), durazno (*Prunus pérsica*), café (*Coffea* sp.), granada (*Punica granatum*), pitahaya (*Hylocereus undatus*) y sandía (*Citrullus lanatus*) (Figura 68). En contraste, el ovo en la zona de Ambuquí está siendo desplazado para cultivar otras especies que tienen mayor demanda en el mercado como por ejemplo el cultivo de mango.

Además, el 16% de agricultores asocian el cultivo de ovo con especies vegetales como yuca (*Manihot esculenta* Crantz.), caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), guandul (*Cajanus cajan*) y en algunos casos fréjol (*Phaseolus vulgaris*), cebolla (*Allium fistulosum*), tuna (*Opuntia ficus-indica*) y camote (*Ipomoea batatas*), principalmente para autoconsumo. Por otra parte, el 11% pertenecen a monocultivos, el 3% ocupan especies ornamentales, y apenas el 1% corresponde a especies forrajeras principalmente el pasto elefante (*Pennisetum purpureum*) y medicinales como hierba luisa (*Lippia triphylla*) y menta (*Mentha* sp.) (Figura 68).

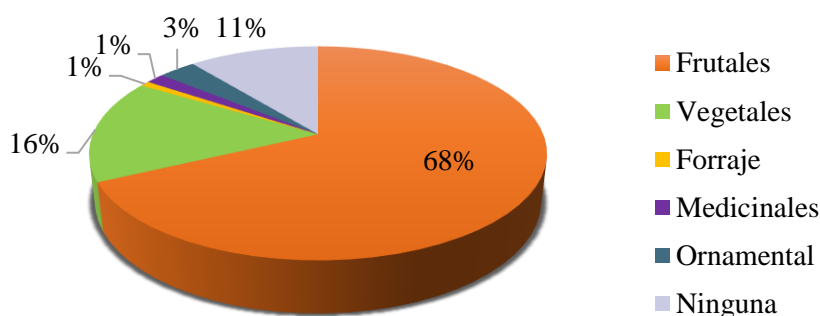


Figura 68. Asociación del ovo con otros cultivos.

e) Limitaciones para el establecimiento y manejo del cultivo de ovo

En la zona de estudio, el 31% de plantaciones de ovo no presentan inconvenientes para su desarrollo óptimo, en concordancia con familias entrevistadas en Yucatán, México quienes mencionan que es una planta robusta y longeva la cual se adapta a condiciones adversas donde otros cultivos no se desarrollan (Ruenes-Morales et al., 2010). Por otra parte, el 29% de los entrevistados consideran que el fruto es atacado por plagas como ácaros y mosca de la fruta, y el 8% señalaron que el clima es un factor que limita la producción del cultivo (Figura 69). Al respecto, varios autores mencionan que el cultivo presenta principalmente inconvenientes de tipo climático y tecnológico; dado que inciden en la aparición de plagas y enfermedades y suelen ocasionar pérdidas, por lo tanto, restringen su desarrollo y no permiten un margen de ingresos satisfactorios (Morataya, 2004; Castro, 2007; Cabanillas-Lizárraga, Cayeros, Pérez y Meza, 2015).

Además, otro 8% mencionan que es necesario una gran cantidad de dinero para el establecimiento del cultivo dado que hasta iniciar la producción no reciben remuneración, el 4% considera que el mal estado de los caminos aledaños dificulta la comercialización del producto el cual es muy frágil, y con respecto al agua, el 4% de los productores de la zona de Ambuquí recalcan que no todos poseen riego para proporcionarle al cultivo las cantidades necesarias (Figura 69).

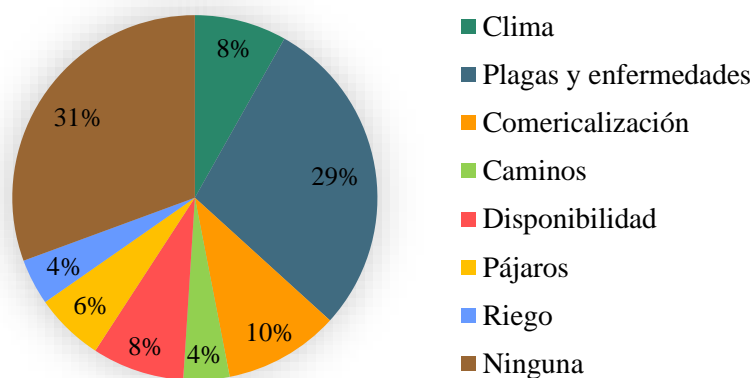


Figura 69. Limitaciones para el desarrollo y manejo del cultivo de ovo.

f) Importancia socioeconómica de la presencia del cultivo de ovo en el área de estudio

El análisis de componentes principales de la importancia socioeconómica de ovo determinó que los dos ejes explican el 100% entre las agrupaciones de los ejes, es así que, el eje 1 explica el 50% con los caracteres: tradición (0.43), fácil de sembrar (0.43), ingresos (0.43) y madera (0.41); que pertenecen a correlaciones positivas, mientras que el eje 2 explica el otro 50% correspondiente a las características: sabor (0.47), color (0.47), medicinal (0.52); como correlaciones positivas, valor ornamental (-0.31) y cerca viva (-0.31); que pertenecen a correlaciones negativas (Tabla 34).

Tabla 34

Autovalores y autovectores del análisis de componentes principales para las diferentes características usadas en principales en la importancia socioeconómica del cultivo de ovo.

| Auto valores | | |
|------------------|-------------|----------------------|
| Ejes | Proporción | Proporción acumulada |
| 1 | 0.50 | 0.50 |
| 2 | 0.50 | 1.00 |
| Autovectores | | |
| Características | e1 | e2 |
| Tradición | 0.43 | 0.13 |
| Fácil de sembrar | 0.43 | 0.15 |
| Ingresos | 0.43 | 0.14 |
| Sabor | -0.25 | 0.47 |
| Forma | 0.00 | 0.00 |
| Color | -0.25 | 0.47 |
| Ornamental | -0.13 | -0.31 |
| Turismo | 0.28 | 0.13 |
| Cerca viva | -0.13 | -0.31 |
| Medicinal | -0.20 | 0.52 |
| Madera | 0.41 | 0.12 |
| Abono | 0.00 | 0.00 |

La proyección de los autovectores del análisis de componentes principales determinó la importancia que representa la especie según el cantón (Figura 70), así por ejemplo en Ibarra por su tradición y diversos usos tiene mayor razón de presencia del cultivo de ovo a diferencia del cantón Cotacachi en donde es un cultivo nuevo utilizado como cercado de los predios.

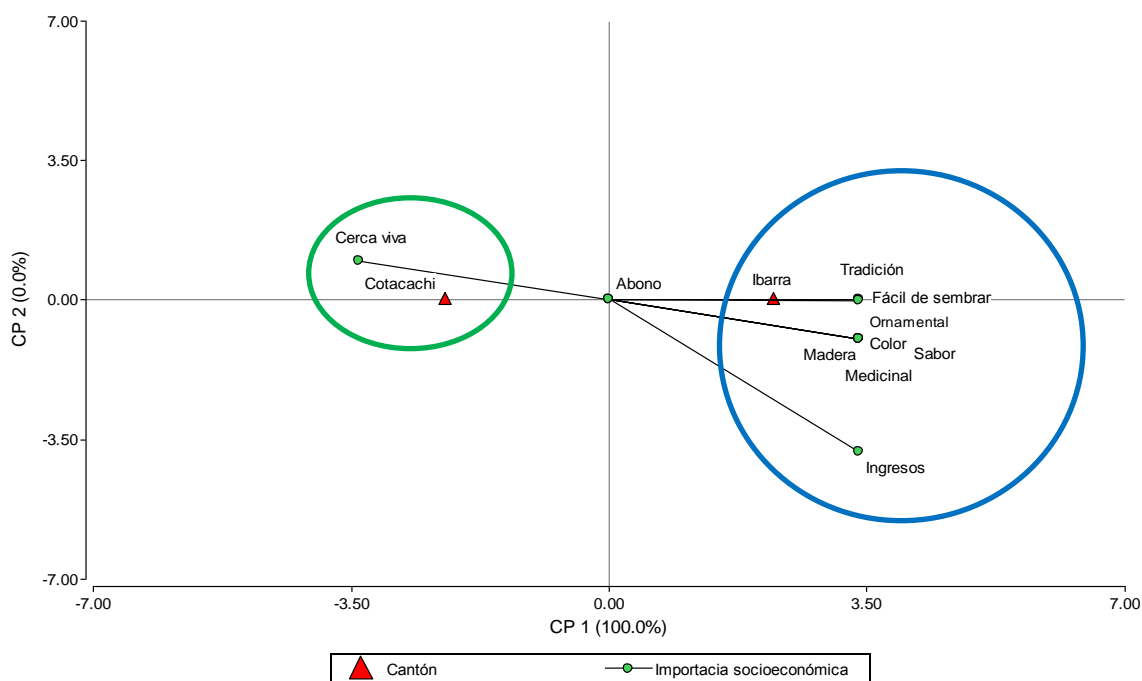


Figura 70. Diagrama de componentes principales relacionando uso del ovo y cantón.

Al analizar el componente principal en función del género se puede apreciar cómo se asocia el cultivo de ovo con la zona de estudio (Figura 71), es así que en la localidad de Ambuquí tanto hombres como mujeres consideran que la importancia del ovo está dado por la obtención de ingresos económicos, facilidad al sembrar o ya sea porque interviene en el turismo y tradición de la parroquia, dado que los agricultores a más de comercializar el ovo fresco comúnmente procesan los frutos en productos como mermelada, vino y licor que se venden en la puerta de sus hogares y también se utilizan para preparar helados y jugos destinado para consumo familiar. Además, cuando el árbol es podado las ramas son a menudo utilizadas como madera a manera de combustible.

Mientras que, en el Chota la especie está bajo el cuidado del género femenino quienes aprecian sus características organolépticas y medicinales ya que aprovechan las propiedades de las hojas en casos de indigestión. Con respecto a las localidades de García Moreno y Salinas a pesar de ser una especie que apenas se está introduciendo se utiliza como cerca viva para delimitar la propiedad y proporcionar forraje al ganado, conjuntamente, muestra otros usos como abono mediante la utilización de frutos inmaduros y valor ornamental.

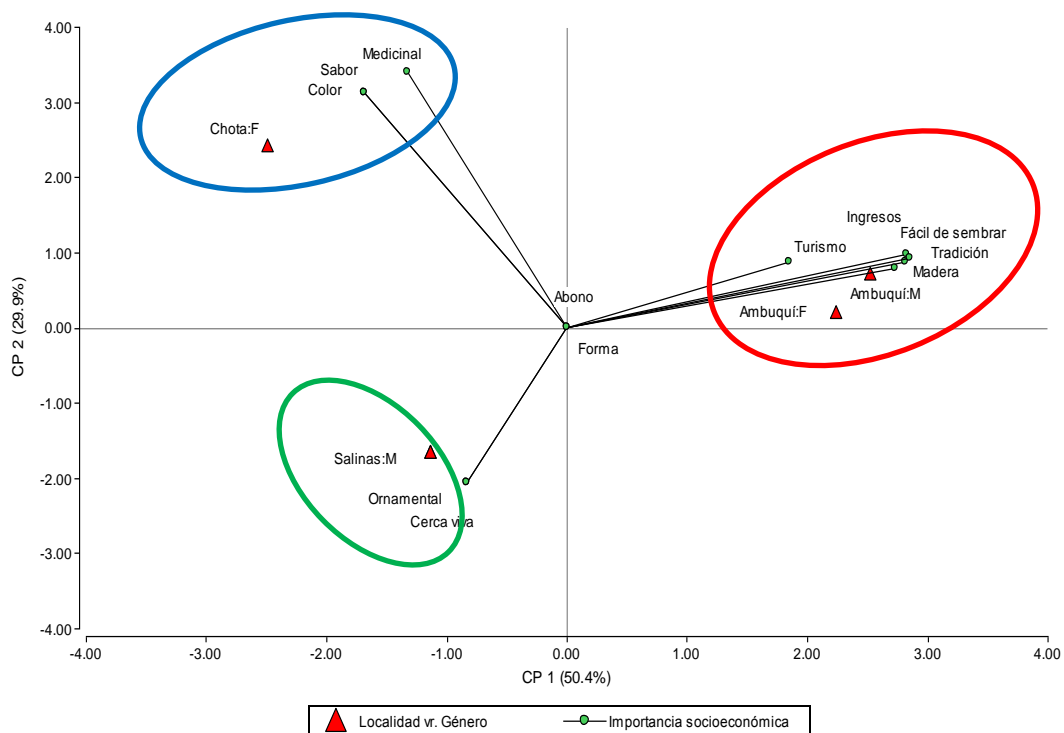


Figura 71. Diagrama del análisis de componentes principales relacionando la importancia socioeconómica del cultivo de ovo versus la localidad y género.

Consecuentemente se considera que son zonas donde presenta una proyección que permanece tanto en el presente como el futuro, ya que, el conocimiento tradicional con respecto al cultivo y proceso de producción de ovo ha contribuido no sólo al desarrollo de la actividad en el aspecto económico, sino también le ha otorgado un sentido social y cultural, sin embargo, están en un proceso de cambio de uso del suelo por el cultivo de mango, por lo

que se considera necesario establecer estrategias de conservación que promuevan el sistema de producción de consumo o venta del fruto.

Al respecto, Cabanillas-Lizárraga et al. (2015) mencionan la importancia de los saberes tradicionales en los sistemas de desarrollo de una determinada localidad, al igual que Morataya (2004) quien indica que el ovo es una alternativa de producción viable que no se ha sabido aprovechar convenientemente, siendo la falta de tecnificación un factor fundamental en el atraso del proceso productivo.

5.1. Estrategias de conservación

Mediante la aplicación de entrevistas semi-estructuradas a los productores de ovo, se estableció el estado actual de la especie, su percepción sobre el uso y manejo del cultivo, es así que se determinó la importancia socioeconómica que tienen el cultivo en la zona norte del país. Para lo cual, se diseñaron dos programas (Tabla 35 y 36) con el fin de emprender acciones viables para la conservación, manejo y uso de *Spondias purpurea* en la provincia de Imbabura. Con la implementación de estos programas se pretende fortalecer los aspectos sociales, económicos y ecológicos asociados al manejo sostenible del cultivo.

Este proceso de planificación requiere fomentar una serie de relaciones interinstitucionales, participación comunitaria, fomento a la investigación, programas educativos, fortalecimiento o revisión del marco legal, así como también los programas de conservación tanto *in situ* como *ex situ*.

Tabla 35

Programa 1. Manejo agronómico del cultivo de ovo (Spondias purpurea L.).

Programa: Manejo agronómico del cultivo de ovo

Presentación: *Spondias purpurea* tiene un alto potencial frutícola dado que es una especie de gran importancia económica, de fácil propagación vegetativa, conveniente capacidad de adaptación, amplia distribución, diversos usos, además, posee importantes valores nutritivos en cuanto a vitaminas B y C, representa una valiosa fuente de Hierro, Calcio y Fósforo (Koziol y Macía, 1998; Ramírez et al., 2008) y se considera una especie que posee una buena productividad (449g/m²/año) (Jiménez et al., 2004). Por lo general, el manejo de las plantaciones cultivadas comúnmente es de baja intensidad e ineficientes lo que conlleva a problemas fitosanitarios y baja utilidad (Ramírez-Hernández 2004), sin embargo, mediante adecuadas labores culturales se puede alargar la época de cosecha hasta en ocho o diez meses, acorde a la floración y fructificación lo que significa mayor rendimiento y por tanto incremento de ingresos para el sustento familiar (Ruenes-Morales et al., 2010).

Para lograr mantener un sistema agrícola sostenible se propone la implantación de un programa de manejo del cultivo de ovo, el cual tiene como propósito la aplicación de técnicas adecuadas por parte de los productores, las cuales se determinaron acorde a las necesidades de la zona.

Objetivo:

Mejorar el sistema de producción del cultivo de ovo optimizando las técnicas de manejo.

| Contenido | Actividades | Producto |
|--|--|--|
| Manejo sostenible | <p>Fortalecimiento de los grupos Fomentar la participación de los productores de ovo y grupos de interés en talleres de capacitación sobre:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.- Etapas fenológicas del cultivo de ovo: floración, fructificación, defoliación, producción. 2.- Sistema de manejo: riego, fertilización, deshierbe, podas adecuadas para el cultivo, control de plagas y enfermedades. 2.- Requerimientos nutricionales de la plantación. 3.- Técnicas para la conservación de los suelos. 4.- Los impactos ambientales consecuentes a la aplicación de productos químicos dentro de las chacras. 5.- Beneficios ambientales y económicos en la producción y aplicación del compost en el suelo. 6.- Los beneficios de la implementación de cercas vivas a partir de la siembra de especies forestales y arbustivas. 7.- Elaboración e implementación de un plan de manejo integrado de plagas y enfermedades (MIPE) del cultivo de ovo en sus sistemas agrícolas para maximizar la calidad de la producción. | - Cartillas, folletos y guías de campo con información tecnológica confiable para transferir a los productores de ovo. |
| | <p>Asociación de productores Se sugiere retomar la creación de una asociación de productores de ovo para socializar los saberes locales, ya que cuentan con un amplio conocimiento y experiencias relacionadas al cultivo de ovo, conjuntamente, se recomienda la formación de una comitiva encargada del proceso de documentación de permisos y aspectos legales.</p> | - Rescate sobre los saberes locales del ovo. |
| Conformación de una asociación de productores de ovo | <p>Vinculación gubernamental Además, mediante la formación de dicha sociedad se podría buscar el apoyo financiero y técnico de organizaciones gubernamentales como el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca (MAGAP) y el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) y no gubernamentales para mejorar la capacidad productiva de los agricultores.</p> | - Convenios con entidades gubernamentales. |

Tabla 36

Programa 2. Conservación de Spondias purpurea L.

Programa: Conservación de *Spondias purpurea*: usos alternativos e innovación.

Presentación: La implementación de programas para mejorar, diversificar y conservar el germoplasma representa una medida inminente, sobre todo porque la producción de esta especie puede aportar varios beneficios, y su comercialización puede contribuir a los ingresos de la región donde se encuentra presente (Vargas-Simón et al., 2011). *S. purpurea* se caracteriza por poseer frutos relativamente pequeños, su sabor, color, y valor nutrimental revelan una calidad aceptable en comparación con especies frutales más importantes. Por ello, el procesamiento de los frutos, como ha sucedido con otras especies *Spondias* podría ser una alternativa de consumo y comercialización (Ramírez et al., 2008). Además, puede emplearse como parte de las estrategias para restaurar ambientes tropicales degradados (Nava-Cruz, Maass-Moreno, Briones-Villareal y Méndez-Ramírez 2007).

Para mantener la diversidad de la especie se propone el programa de conservación, el cual tiene como finalidad buscar alternativas de comercialización e industrialización para potenciar los productos derivados a base de ovo.

Objetivos:

- Mantener la diversidad del cultivo de ovo en la provincia de Imbabura.
- Revalorizar el cultivo dentro de los canales de comercialización y autoconsumo para conocer las propiedades nutricionales de la especie.

| Contenido | Actividades | Producto |
|---------------------------------|---|---|
| Importancia | <p>La diversidad de la especie Promover el uso del ovo determinando su importancia desde sustento alimentario, recurso medicinal, forrajero, maderable, ornamental y como artesanal mediante el aprovechamiento de las partes vegetativas (tallo, corteza, hojas) y reproductivas (flor, fruto, semilla) de la especie.</p> | - Conocimiento de diversos usos de la especie. |
| | <p>Recetario de ovo Documentación y realización de la gastronomía usando la fruta como ingrediente común de las recetas que incluyen entradas, platos fuertes, postres y bebidas para promover y conservar las tradiciones culturales y culinarias de la zona.</p> | - Recetario local. |
| Actividades de comercialización | <p>Promoción de los productos Se realizará gestiones en los medios de comunicación locales para la promoción de los productos, ya que a través de una estación de radio y televisión se podría divulgar las propiedades nutricionales que poseen el fruto de ovo y donde se puede adquirir o degustarlos.</p> | - Promoción y divulgación |
| | <p>Rescate de los sistemas de envasado Recuperación de la cultura del uso de envases alternativos como una opción para mantener la tradición y reducir la producción innecesaria de plástico. La práctica consiste primeramente en formar paquetes que se deben enrollar en forma de cilindros con hojas de plátano junto con las espinas de <i>Acacia macracantha</i> (Faique, guarango o espino), la cual es una especie que crece en la zona y a su vez se deben forrar las cajas de madera con las hojas para asegurar que la maduración se produzca de manera uniforme.</p> | - Envases alternativos |
| Conservación <i>ex situ</i> | <p>Banco de germoplasma Una medida importante para conservar la diversidad presente en la zona de Imbabura consiste en coleccionar material vegetal (estacas) procedentes de las localidades de estudio y proceder a colocar las muestras con sus respectivas variantes en la Granja Experimental “La Pradera” perteneciente a la Universidad Técnica del Norte, con el fin de propagar la especie, otorgarle un valor ornamental y como un medio de enseñanza para estudiantes, productores e interesados en la especie, ya que cuando se trata de conservación de germoplasma todas las variedades se pueden incluir</p> | - Jardín botánico donde se encuentre presente la especie. |

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- A través de la caracterización *in situ* de ovo se identificaron tres grupos en función de los 24 descriptores morfológicos empleados y dentro de estos se determinaron seis morfotipos que difieren en algunas características morfológicas relacionadas con la parte reproductiva que es el fruto, lo que indica que la mayor parte de la variación encontrada en ellos se debe a factores genotípicos y el efecto ambiental. Por ello, la caracterización morfológica de materiales de ovo no sólo contribuye al establecimiento de descriptores para la especie, sino que también aporta al conocimiento de su diversidad y por ende a la conservación y uso de los recursos genéticos.
- De doce descriptores cuantitativos once resultaron ser caracteres discriminantes. El grupo uno está representado por frutos de mayor peso, grandes, de cáscara o epicarpio grueso y bajo contenido de azúcares. El grupo dos contiene entradas de frutos con peso promedio, menor tamaño, cáscara delgada y semillas recubiertas por un endocarpio pequeño. El grupo tres está constituido por materiales de menor peso, con alto contenido de sólidos solubles y semilla rodeada por un endocarpio grande.
- De doce descriptores cualitativos once resultaron ser discriminantes, es así que las variables más importantes para la diferenciación de los grupos conformados en la caracterización de ovo pertenecientes a la provincia de Imbabura fueron: color principal de la epidermis en la cual se apreció nueve tonalidades y proporción del fruto que se obtuvieron tres formas.
- Los recorridos realizados en las cuatro localidades pertenecientes a la provincia de Imbabura permitieron evidenciar materiales de ovo distribuidos desde 1098 hasta 2467 msnm presentes en plantaciones extensas, huertos mixtos y cercas vivas, sin embargo, a través de exploraciones adicionales se identificó material genético en nuevas localidades en diferentes pisos altitudinales entre 1978 y 2495 msnm, lo cual da referencia de la adaptación que tiene la especie a nuevas condiciones ambientales debido a procesos de cambio climático y el interés que genera el cultivo en el productor.
- A través de las entrevistas semi-estructuradas y observaciones directas se determinó que existe un manejo inadecuado en el cultivo de ovo, el cual es sometido a un uso excesivo de productos químicos y podas drásticas, que inciden en la aparición de plagas y enfermedades y por ende merma la producción.

- El ovo presenta una amplia gama de usos y beneficios económicos y sociales en la provincia de Imbabura, por lo cual se considera una especie promisoría con potencial, es así que su importancia en Ambuquí está relacionada con la generación de rubros y tradición de la zona, en Chota se encuentra presente por sus características organolépticas y en las localidades de García Moreno y Salinas posee un impacto ecológico.

5.2. RECOMENDACIONES

- Realizar una evaluación en plantaciones *in situ* de ovo en la provincia de Imbabura, desde inicios de floración hasta el cuajado y formación del fruto, ya que en la investigación no se logró analizar estructuras florales, cuya información puede aportar un mayor entendimiento del proceso de reproducción de la especie.
- Se sugiere realizar otras exploraciones para determinar la distribución y zonas de adaptación que podría tener el ovo en la provincia de Imbabura considerando que mediante los procesos de cambio climático las especies y el ser humano tienden a renovar la diversidad presente en las chacras.
- Se recomienda ejecutar investigaciones sobre el manejo agronómico, monitoreo de plagas y enfermedades que podrían presentarse en distintas épocas del año, selección de materiales promisorios y multiplicación vegetativa, con el fin de obtener un cultivo más productivo y sostenible.
- Se aconseja implementar las estrategias planteadas en el documento acerca del manejo y conservación de la especie con el fin de fortalecer las capacidades locales de los productores de ovo en la zona norte del país.
- Se recomienda otorgarle valor agregado o potencializar el valor nutricional y alimenticio del ovo que permita encontrar alternativas de industrialización del fruto y a su vez destinar la producción de ovo a una casa de venta o comercialización con el fin de promover el uso y consumo de esta especie.
- Se sugiere llevar a cabo investigaciones sobre análisis molecular que permitan determinar la variabilidad genética de ovo a nivel de la zona norte del país con el fin de desarrollar programas de conservación y mejoramiento genético.

BIBLIOGRAFÍA

- Alia-Tejacal, I., Astudillo, Y., Núñez, C., Valdez, L., Bautista, S., García, E., Ariza, R., y Rivera, F. (2012). Caracterización de frutos de ciruela mexicana (*Spondias purpurea* L.) del Sur de México. *Fitotecnia Mexicana*, 35(5), 21-26.
- Arce-Romero, A., Monterroso, A., Gómez, J., y Cruz, A. (2017). Mexican plums (*Spondias* spp.): their current distribution and potential distribution under climate change scenarios for Mexico. *Chapingo Serie Horticultura*, 23(1), 5-19.
- Álvarez, O. (2010). *Caracterización morfológica de flor y fruto de los cultivares de jocotes Spondias purpurea L. presentes en el departamento de Chiquimula* (tesis de pregrado). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- Álvarez-Vargas, J., Alia-Tejacal, I., Chavez-Franco, S., Colinas-León, M., Nieto-Ángel, D., Rivera-Cabrera, F., y Aguilar-Pérez, L. (2017). Ciruelas mexicanas (*Spondias purpurea* L.) de clima húmedo y seco: calidad, metabolitos funcionales y actividad antioxidante. *Interciencia*, 42(10), 653-660.
- Avitia, E., Castillo, A., y Pimienta, E. (2003). *Ciruela mexicana y otras especies del género Spondias L.* Chapingo, México: Universidad Autónoma Chapingo.
- Azofeifa, A. (2007). *Desarrollo de metodologías para la caracterización fenotípica y molecular de materiales de jocote (Spondias purpurea L.) y determinación de las condiciones para el rescate de embriones y el cultivo de yemas in vitro* (tesis de maestría). Universidad de Costa Rica, Costa Rica.
- Baena, M., Jaramillo S., y Montoya E. (2003). Material de apoyo a la capacitación en conservación *in situ* de la diversidad vegetal en áreas protegidas y en fincas. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, Cali, Colombia.
- Baraona, M., y Rivera, G. (1995). Desarrollo del jocote (*Spondias purpurea* L.) y del cas (*Psidium friedrichsthalianum*) (Berg.) Niedz) en el bosque húmedo premontano de Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana*, 6, 23-31.
- Baraona, M. (2000). *Jocote, anana, cas: tres frutas campesinas de América*. San José, Costa Rica: Editorial Universidad Nacional Heredia.
- Barrance, A., Beer J., Boshier, D., Chamberlain, J., Cordero, J., Detlefsen, G., Pennington, T. (2003). *Manual para extensionistas sobre árboles de Centroamérica*. OFIE-CATIE, Turrialba, Costa Rica.
- Bautista-Baños, B., Díaz, J., Barrera, L., y Bravo, L. (2003). Estudio poscosecha de la ciruela mexicana (*Spondias purpurea* L.) durante el almacenamiento. *Iberoamericana de Tecnología de Postcosecha*, 5(2), 82-85.

- Beserra, M., Machado, P., Campos, Â., Matias, G., de Cevalho, C., Arraes, G., y Gomes, T. (2011). Bioactive compounds and antioxidant activity of fresh exotic fruits from northeastern Brazil. *Food Research International*, 44, 2155–2159.
- Brito, B., y Vázquez, W. (2013). Manual para el control de calidad en la pre y pos cosecha de las frutas. Documento Interno del Departamento de Nutrición y Calidad y del Programa Nacional de Fruticultura. INIAP. Quito, Ecuador. p. 18.
- Burneo, S. (2009). Megadiversidad (Dossier). *Letras verdes: FLACSO sede Ecuador Programa de estudios socioambientales*, 3, 6-7.
- Cabanillas-Lizárraga, A., Cayeros, L., Pérez, R., y Meza, E. (2015). *Conocimiento tradicional para el desarrollo local: el caso de los cirueleros de Aguacaliente de Gárate, Concordia, Sinaloa* (tesis de maestría). Universidad Autónoma de Nayarit, Tepic, México.
- Campos, E. y Espíndola, C. (2007). *Ciruela mexicana*. México: Fundación Salvador Sánchez Colín CICTAMEX, S.C.
- Castro, J. (2007). *Agrocadena del jocote (Spondias purpurea)*: Ministerio de Agricultura y ganadería Costa Rica-Agencia de servicios agropecuarios de Aserrí. Recuperado de <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a00067.pdf>
- Chamorro, M. y Herrera, M. (2012). *Obtención de vinagre a partir del fruto de ovo (Spondias purpurea L.), producido en Ambuquí, Provincia de Imbabura* (tesis de pregrado). Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador.
- Chitarra, M., y Chitarra, A. (2005). *Póscolheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio Brasil*; Universidad Federal de Lavras.
- Chucuri, J. (2014). *Caracterización morfoagronómica in situ y molecular de capulí (Prunus serotina Ehrh.) del banco nacional de germoplasma del Iniap- Ecuador* (tesis de pregrado). Universidad Estatal de Bolívar, Guaranda, Ecuador.
- Constitución de la República del Ecuador. (2008). *Registro Oficial*, 449, 20, octubre.
- Crivario, M., Gualdieri, P., y Calloni, S. (1999). Caracterización micrográfica de frutillas de dos provincias de Argentina. N.O. La Serena, Chile: del Norte.
- Cruz, E. (2002). Variedades de jocote en El Salvador. Boletín técnico N°6, Ministerio de Agricultura y Ganadería-Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA), San Andrés, La Libertad, El Salvador.
- Cruz, A., Pita, A., y Gutiérrez, A. (2012). Acercamiento a la diversidad de las ciruelas mexicanas. En A. Cruz., A. Pita., y B. Rodríguez (Eds.), *Jocotes, jobos, abales o ciruelas mexicanas* (pp. 39-62). Texcoco, México: Departamento de publicaciones de la Universidad Autónoma Chapingo.

- Cuevas, A. (1994). Spanish plum, red Mombin (*Spondias purpurea*). En J. Hernández y J. León (Eds.), *Neglected Crops: 1492 from a different perspective*. (pp. 111-115). Italia, Roma: Plant Production and Protection Series N°. 26. FAO.
- Da silva, Q., de Figueiredo, F., y Arroxelas, V. (2016). Características físicas e químicas de cirigueleiras cultivadas na zona da mata norte de Pernambuco. *Ceres, Viçosa*, 63(3), 285-290.
- Doria, J. (2010). Generalidades sobre las semillas: su producción y almacenamiento. *Cultivos Tropicales*, 31(1), 74-85.
- Engels, C., Gräter, D., Esquivel, P., Jiménez, V., Gänzle, M., y Schieber, A. (2012). Characterization of phenolic compounds in jocote (*Spondias purpurea* L.) peels by ultrahigh-performance liquid chromatography/electrospray ionization mass spectrometry. *Food Research International*, 46, 557-562.
- Fortuny-Fernández, N., Ferrer, M., y Ruenes-Morales, M. (2017). Centros de origen, domesticación y diversidad genética de la ciruela mexicana, *Spondias purpurea* (Anacardiaceae). *Acta Botánica Mexicana*, 121, 7-38.
- Franco, T., e Hidalgo, R. (Eds.). (2003). Análisis estadístico de datos de caracterización morfológica de recursos fitogenéticos. Boletín técnico N°. 8, Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI), Cali, Colombia.
- Fresnedo, J., Segura, S., y Muratallua, A. (2011). Morphovariability of capulín (*Prunus serotina* Ehrh.), in the central western region of Mexico from a plant genetic resources perspective. *Genetic resources and crop evolution*, 58, 481-495.
- Gálvez, C. (2004). Almacenamiento y conservación de semillas. En Consejería de Medio Ambiente. (Ed.), *Material vegetal de Reproducción: Manejo, Conservación y tratamiento* (131-147). Andalucía, México: Junta de Andalucía.
- Gaona-García, A., Alia-Tejacal, I., López-Martínez, V., Andrade-Rodríguez, M., Colinas-León, T., y Villegas-Torees, O. (2007). Caracterización de frutos de zapote mamey (*Pouteria sapota*) en el suroeste del estado de Morelos. *Chapingo Serie Horticultura*, 14(1), 41-47.
- Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de San Miguel de Urququí. (2014). *Diagnóstico, propuesta y modelo de gestión*. Obtenido de Cotopaxi Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial: http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/1060000770001_Urququ%C3%AD%20PD%20y%20OT%202015_13-03-2015_19-56-40.pdf
- González, E. (2002). Agrobiodiversidad: Proyecto estrategia regional de biodiversidad para los países del trópico andino. Convenio de cooperación técnica no reembolsable

ATN/JF-5887/RG CAN-BID. Comunidad Andina-Banco Interamericano de Desarrollo. Maracay, Venezuela.

- González, F. (2005). Caracterización de los recursos fitogenéticos. En Villamil, P. (Ed.), *Conservación y caracterización de recursos fitogenéticos* (187-267). Valladolid, España: I.N.E.A.
- Gordón-Mendoza, R. (2015). Selección de estadísticos para la estimación de la precisión experimental en ensayos de maíz. *Agronomía Mesoamericana*, 26(1), 55-63.
- Gower, J. (1967). A comparison of some methods of cluster analysis. *Biometrics*, 23, 623-637.
- Guerrero, R., Manzanilla, C., Hernández, C., Chacín, J., y Clamens, C. (2012). Caracterización fisicoquímica de frutos de ciruelo de huesito (*Spondias purpurea* L.) en el municipio Mara. *Facultad de Agronomía Luz*, 28(1), 670-676.
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. (2017). *Datos meteorológicos e hidrológicos*. Ecuador.: INAMHI: <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/red-de-estaciones-meteorologicas/>
- Instituto Geográfico Militar. (2011). *Geoportal IGM. Base escala 1:50000*. Quito, Ecuador.: IGM. Recuperado de: <http://www.geoportaligm.gob.ec/portal/index.php/descargas/cartografia-de-libre-acceso/>
- Jordano, P. (1998). Polinización y variabilidad de la producción de semillas en *Pistacia lentiscus* L. (Anacardiaceae). *Anales del Jardín Botánico de Madrid*, 45(1), 213-231.
- Juárez, R., López, F., y Barahona, N. (2009). *Estudio socioproductivo y artrópodos asociados al cultivo de jocote corona (Spondia sp) en el volcan Chinchontepic, San Vicente, el Salvador, C. A* (tesis de pregrado). Universidad de El Salvador, San Vicente, El Salvador.
- Kendall, M., y Stuart, A. (1979). *The Advanced Theory of Statistics: Inference and Relationship*. New York, UE: Macmillan Publishing.
- Koziol, M., y Macía, M. (1998). Chemical composition, nutritional evaluation, and economic prospects of *Spondias purpurea* (Anacardiaceae). *Economic Botany*, 52(4), 373-380.
- Lemos, P., Ritzinger, R., Soares, W., y Da Silva, C. (2008). Características morfológicas, físicas e químicas de frutos de populações de umbu-cajazeira no estado da Bahia. *Brasileira de Fruticultura*, 30(1), 140-147.
- León, J. (1987). *Botánica de los cultivos tropicales*. San José, Costa Rica: IICA.

- León-Yáñez, S., Valencia, R., Pitman., Endara, L., Ulloa, C., y Navarrete, H. (Eds.). (2011). *Libro rojo de las plantas endémicas del Ecuador, 2ª edición*. Ecuador, Quito: Publicaciones del Herbario QCA.
- Ley Orgánica de la Soberanía Alimentaria (T.3241-SGJ-09-1202). *Registro Oficial Suplemento*, 583, 2009, 5, mayo.
- Ley Orgánica de Agrobiodiversidad, semillas y fomento de agricultura. *Registro Oficial Suplemento*, 10, 2017, 8, junio.
- Limongi, R. (2011). Caracterización y diversidad florística del sistema agroforestal maíz con árboles dispersos en la cuenca del Carrizal, Manabí, Ecuador. Boletín técnico No 149. INIAP. Estación Experimental Portoviejo – MAGAP. Editorial Cgraf. Manta, EC, 54.
- Luchsinger, A., y Camilo, F. (2008). Rendimiento de maíz dulce y contenido de sólidos solubles. *Idesia*, 26(3), 21-29.
- Macía, M., y Barfod, A. (2000). Economic botany of *Spondias purpurea* (Anacardiaceae) in Ecuador. *Economic Botany*, 54(4), 449-458.
- Maldonado-Astudillo, Y., Alia-Tejacal, I., Núñez-Cobín, C., Jiménez-Hernández, J., Pelayo-Zaldívar., López-Martínez, V., Andrade- Rodríguez, M., Bautista-Baños, S., y Valle-Guadarrama, S. (2014). Postharvest physiology and technology of *Spondias purpurea* and *S. mombin*. *Scientia Horticulturae*, 174, 193-206.
- Martínez, C. (2012). El muestreo en investigación cualitativa. *Ciência & Saúde Coletiva*. 17(3), 613-619.
- Morataya, J. (2004). *Caracterización del sistema productivo de jocote (Spondias purpurea) en el departamento de Chiquimula* (tesis de pregrado). Universidad de San Carlos de Guatemala, Chiquimula, Guatemala.
- Nava-Cruz, Y., Maass-Moreno, M., Briones-Villareal, O., y Méndez-Ramírez, I. (2007). Evaluación del efecto de borde sobre dos especies del bosque tropical caducifolio de Jalisco, México. *Agrociencia*, 41, 111-120.
- Neill, D. (2012). ¿Cuántas especies nativas de plantas vasculares hay en Ecuador?. *Revista Amazónica Ciencia y Tecnología*, 1(1), 1-15.
- Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura en el mundo. (2009). *Recursos fitogenéticos o se utilizan o se pierden*. EU.: FAO. Recuperado de www.fao.org/fileadmin/templates/nr/documents/CGRFA/factsheets_plant_es.pdf
- Organización de las Naciones Unidad para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2019). *Programa Internacional de Geoparques de la Unesco*. Uruguay.: UNESCO. Recuperado de <http://www.unesco.org/new/es/office-in-montevideo/natural->

sciences/international-programme-for-geosciences-and-geoparks/unesco-global-geoparks/

- Pérez, A., Saucedo, C., Arévalo, M., y Muratalla, A. (2004). Efecto del grado de madurez en la calidad y vida poscosecha de ciruela mexicana (*Spondias purpurea* L.). *Fitotecnia Mexicana*, 27(2), 133-139.
- Pérez-Arias, G., Alia-Tejacal, I., Andrade-Rodriguez, M., López-Martínez, V., Pérez-López, A., Ariza-Flores, R., Otero-Sánchez, M., y Villaruel-Fuentes, J. (2008). Características físicas y químicas de ciruelas mexicana (*Spondias purpurea*) en Guerrero. *Investigación Agropecuaria*, 5(2), 141-149.
- Pire, M., Garrido, E., González, H., y Pérez, H. (2010). Estudio comparativo del aporte de fibra alimentaria en cuatro tipos de frutas de consumo común en Venezuela. *Interciencia*, 35(12), 939-944.
- Ramírez-Hernandez, B. (2004). *Etnobotánica y ecofisiología de la ciruela mexicana (Spondias purpurea L.)* (tesis doctoral). Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F.
- Ramírez, B., Barrios, P., Castellanos J., Muñoz, A., Palomino, G., y Pimienta, E. (2008). Sistemas de producción de *Spondias purpurea* (Anacardiaceae) en el centro-occidente de México. *Biología Tropical*, 56 (2), 675-678.
- Ramírez, R., Quijada, O., Castellano, G., Burgos, M., Camacho, R., y Marin, C. (2010). Características físicas y químicas de frutos de trece cultivares de mango (*Mangifera indica* L) en el municipio Mara en la planicie de Maracaibo. *Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 10(2), 65-72.
- Reina, V. (2017). *Estudio del manejo postcosecha y conservación del ovo Spondias purpurea en dos tipos de empaque* (tesis de pregrado). Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador.
- Ruenes-Morales, M., Jiménez-Osornio, J., y Caballero, J. (2010) Etnobotánica de *Spondias purpurea* L. (Anacardiaceae) en la península de Yucatán. *Interciencia*, 35(4), 247-254.
- Salazar, E., León, P., Rosas, C., y Muñoz, C. (2006). Estado de la conservación *ex situ* de los recursos fitogenéticos cultivados y silvestres en Chile. *Boletín N°*. 156. 21-31.
- Sánchez-Urdaneta, A., Colmenares, C., Bracho, B., Ortega, J., Rivero, G., Gutiérrez, G., y Paz, J. (2007). Caracterización morfológica del fruto en variantes de guayabo (*Psidium guajava* L.) en una finca del municipio Mara, estado Zulia. *Facultad de Agronomía LUZ*, 24(2), 282-302.
- Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas. (2015). *Recursos Fitogenéticos*. México: Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo rural, Pesca

y Alimentación. Recuperado de <http://snics.sagarpa.gob.mx/rfaa/Paginas/recursos-fitogeneticos.aspx>

- Sharrock, S. (2012). *Estrategia mundial para la conservación de las especies vegetales, una guía para la GSPC*. Richmond, Reino Unido.: Botanic Gardens Conservation International. Recuperado de: https://www.concyteq.edu.mx/amjb/pdf/PDF_1_%20spanishguide.pdf
- Sokal, R., y Rohlf, J. (1962). The comparison of dendrograms by objective methods. *International Association for plant taxonomy*, 11(2), 33-40.
- Solorzano-Morán, S., Alia-Tejacal, I., Rivera-Cabrera, F., López-Martínez, L., Pérez-Flores, L., Pelayo-Zaldívar, C.,...Maldonado-Astudillo, Y. (2015). Quality attributes and functional compounds of Mexican plum (*Spondias purpurea* L.) fruit ecotypes. *Fruits*, 70(5), 261-270.
- Torres, J., González, K., y Acevedo, D. (2015). Análisis del perfil de textura en frutas, productos cárnicos y quesos. *ReCiTeIA*, 14(2), 64-72.
- Tungland, B., y Meyer, D. (2002). Nondigestible oligo and polysaccharides (dietary fiber): their physiology and role in human health and food. *Food Science Food Safety*, 3, 73-92.
- Vanegas, J. (2005). Guía técnica del cultivo del jocote. MAG/Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), Santa Tecla, El Salvador.
- Vargas-Simón, G., Hernández, R., y Moguel, E. (2011). Caracterización morfológica de ciruela (*Spondias purpurea* L.) en tres municipios del Estado de Tabasco, México. *Bioagro*, 23(2), 141-149.
- Villareal, H. (2013). Caracterización morfológica de recursos fitogenéticos. *Bio Ciencias*, 2(3), 113-118.
- Ward, J. (1963). Hierarchical grouping to optimize an objective function. *Journal of the American Statistical Association*, 58, 236-240.
- Zielinski, A., Ávila, S., Nogueira, A., Wosiacki, G., y Haminiuk, C. (2014). The association between chromaticity, phenolics, carotenoids and in vivo activity of frozen fruit pulp in Brazil: an application of chemometrics. *Journal of Food Science*, 79(4), 510-516.

ANEXOS

Anexo 1. Entrevista dirigida a los productores de ovo.



ESTUDIO DE LA LINEA BASE PARA EL CULTIVO DE OVO



I. ENTREVISTA A LOS PRODUCTORES DE OVO

Cuestionario No. _____

Nota: La información se obtendrá del último año agrícola

Fecha: _____ PROVINCIA: _____ CANTON: _____

PARROQUIA: _____ BARRIO: _____ DATOS CLIMATICOS

Altitud: GPS _____ Coordenadas geográficas: _____

Nombre del agricultor: _____ Teléfono: _____

EDAD (años): _____ SEXO: 1. FEMENINO () 2. MASCULINO ()

Nivel de Instrucción: 1) PRIMARIA ()

2) SECUNDARIA ()

3) UNIVERSITARIA ()

4) OTRO. ¿Cuál? _____

DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES AGROPECUARIAS

1. ¿Pertenece a alguna Asociación: 1) Si () ¿Cuál? _____ Grado _____

2) No ()

2. ¿Cuál es su principal actividad?

1. Agricultor ()

2. Ganadero ()

3. Comerciante ()

4. Otro. _____

3. ¿Qué cantidad de tiempo dedica por semana al cuidado del cultivo de ovo?

1) Agricultura _____

4. ¿Cuál es la superficie del terreno de la finca o huerto? (cuadras) (m2) _____ # lotes _____

5. ¿Cuál es la superficie del terreno cultivado? # (Plantas) para ovo

Lote 1 cultivo de: _____ (cuadras) m2 _____ # (plantas)

Lote 2 cultivo de: _____ (cuadras) m2 _____ # (plantas)

6. ¿Por qué razón siembra ovo?

1. Por tradición ()

2. Es fácil de sembrar ()

3. Rinde buenos ingresos ()

4. Sabor ()

5. Forma ()

6. Color ()

7. Otros _____

7. ¿Dónde consiguió la Planta?

a) Mercado local ()

b) Producción propia ()

c) Pariente ()

d) Vecino ()

e) Otro () _____

8. ¿Cuántas variedades de ovo tiene en su propiedad?

1) _____

2) _____

9. ¿Qué edad tiene la plantación de ovo? (Pedir número de años) _____

10. ¿Qué labores de manejo realiza en el cultivo de ovo?

1) Riego () # de veces _____ costos _____

2) Fertilización

Orgánica () # de veces _____ ¿Con qué? _____ costos _____

Química () # de veces _____ ¿Con qué? _____ costos _____

Mixta () # de veces _____ ¿Con qué? _____ costos _____

Ninguna ()

3) Poda

De Formación () _____ ¿Cada cuánto? _____

Mantenimiento () _____ ¿Cada cuánto? _____

Fitosanitaria () _____ ¿Cada cuánto? _____

Ninguna ()

4) Anillado () # de veces _____ costos _____

5) Control de plagas y enfermedades

a) Plagas

Taladrador del ovo

¿Con qué? _____ # de veces _____ costos _____

¿Dónde? (en la planta) _____

Mosca de la fruta

Anexo 1: continuación...

¿Con qué?.....# de veces.....costos.....
 ¿Dónde? (en la planta).....

Ácaros

¿Con qué?.....# de veces.....costos.....
 ¿Dónde? (en la planta).....

Otra

¿Con qué?.....# de veces.....costos.....
 ¿Dónde? (en la planta).....

b) Enfermedades

Muerte regresiva o ajobamiento

¿Con qué?.....# de veces.....costos.....
 ¿Dónde? (en la planta).....

Rosellina sp.

¿Con qué?.....# de veces.....costos.....
 ¿Dónde? (en la planta).....

Otra

¿Con qué?.....# de veces.....costos.....
 ¿Dónde? (en la planta).....

6) Cosecha () ?.....# de veces.....

7) Otro: Deshierba () ?.....# de veces.....costos.....

11. ¿Cuáles son los problemas que usted tiene en el cultivo de ovo? ¿Por qué?

- 1) Clima ()
- 2) Plagas, enfermedades ()
- 3) Estado de los caminos vecinales ()
- 4) Comercialización de la fruta ()
- 5) Disponibilidad de dinero ()

12. ¿Cuáles son los meses de floración y fructificación, el pico de producción, épocas de lluvia y sequía de ovo?

| Meses de cosecha | Ene. | Feb. | Mar. | Abr. | Mayo | Jun. | Jul. | Ago. | Sep. | Oct. | Nov. | Dic. |
|--------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Floración | | | | | | | | | | | | |
| Fructificación | | | | | | | | | | | | |
| Pico de producción | | | | | | | | | | | | |
| Época de lluvia | | | | | | | | | | | | |
| Época de vientos | | | | | | | | | | | | |

13. ¿Qué prácticas de asociación realiza?, ¿Con que asocia el cultivo de ovo?

- 1) _____
- 2) Ninguna ()

14. ¿Cuál es el destino de la producción de ovo?

- a) Consumo familiar ()
- b) Comercialización local ()
- c) Mercados externos ()
- e) Otro _____

15. ¿Qué usos le da al cultivo de ovo?

- a) Consumo humano ()
- b) Consumo animal ()
- c) Medicinal ()
- d) Madera ()
- e) Otro () _____

16. ¿Cuáles son las ventajas de tener el cultivo de ovo en la parcela?

Observaciones del lote

Información adicional

.....

Anexo 2. Libro de colectas diseñado de acuerdo al formato del Departamento Nacional de Recursos Fitogenéticos (DENAREF).



FORMATO DE COLECTA DE GERMOPLASMA
DEPARTAMENTO DE RECURSOS FITOGENÉTICOS Y BIOTECNOLOGÍA (DENAREF)
UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA



ACCESIÓN N°:

INSTITUTO COLECTOR: COLECTOR (ES)..... FECHA: d...../m...../a.....

GÉNERO: ESPECIE: SSP:

NOMBRE LOCAL: GRUPO ÉTNICO: IDIOMA:

PAÍS: PROVINCIA: CANTÓN: PARROQUIA:

LOCALIDAD: NOMBRE DEL PREDIO: PROPIETARIO:

LOCALIZACIÓN DEL SITIO (km)-Norte / Sur: DESDE: HASTA:

LATITUD: N/S LONGITUD: E/W ALTITUD: msnm

ESTADO DEL GERMOPLASMA: 0) se desconoce 1) silvestr 2) maleza 3) material de mejoramiento 4) cultivo nativo
 5) cultivar mejorado 6) material del agricultor 7) variedades obsoletas 8) otros

FUENTE DE RECOLECCIÓN: 1) Hábitat silvestre 2) Campo cultivado 3) Mercado 4) Instituto de investigación 5) Otro
 1.1 bosque/arboleda 2.1 finca 3.1 ciudad 4.1 línea de mejoramiento
 1.2 matorral 2.2 huerto 3.2 pueblo 4.2 material avanzado
 1.3 pastizal 2.3 jardín 3.3 ostros sistemas 4.3 variedad obsoleta
 1.4 desierto / tundra 2.4 barbecho de compra
 2.5 pastura

TIPO DE MUESTRA COLECTADA: 1) Semilla 2) Tallo 3) Polen 4) In vitro 5) otro

FRECUENCIA DE LA MUESTRA: 1) algunos individuos dispersos 2) muy escasos (menos del 1%) 3) escasa (cubre 1-5%)
 4) presente (cubre de 5 - 25%) 5) alta (mayor del 25%)

LA POBLACIÓN ESTÁ AISLADA DE OTRAS: SI..... NO..... SE ECUENTRA PARIENTES CULTIVADOS CERCA SI..... NO.....

NÚMERO DE PLANTAS MUESTREADAS: en m²

ESTADO FENOLÓGICO DE LA POBLACIÓN: 1) vegetativo 2) floración 3) con semillas maduras

USO DEL MATERIAL: 1) alimento (procesamiento) 2) fruto 3) medicinal 4) bebida 5) fibra
 6) artesanal 7) forraje 8) construcción 9) ornamental/cultural 10) otro.....

PARTE DE LA PLANTA UTILIZADA: 1) tallo 2) rama 3) hoja 4) corteza 5) rizoma 6) flor/ inflorescencia
 7) fruto 8) semilla 9) raíz 10) tubérculo 11) otro.....

FOTOGRAFÍA: SI..... NO..... EJEMPLAR DE HERBARIO: SI..... NO.....

MÉTODO DE MUESTREO: Randomizado..... Selectivo.....

TOPOGRAFÍA: 1) plano (0-0,5%) 2) casi plano (0,6-2,9%) 3) poco ondulado (3-5%) 4) ondulado (610,95%)
 5) quebrado (11-15,9%) 6) colinado (16-30%) 7) fuertemente escarpado (mayor 30%) 8) montañoso (mayor de 30%)
 9) otro.....

FISIOGRAFÍA DEL TERRENO: 1) planicie 2) cuenca 3) valle 4) meseta 5) ladera
 6) colina 7) montaña 8) otro

VEGETACIÓN DE LOS ALREDEDORES: 1) potreros 2) arbustos 3) bosque nativo 4) arboleda 5) otro.....

FORMA GEOGRÁFICA (MICROCLIMA): 1) planicie 2) cuenca 3) valle 4) meseta 5) ladera
 6) margen/bosque 7) bosque quemado 8) pradera quemada 9) banco de arena
 10) orilla(río/mar) 11) estero 12) urbano/periurbano 13) borde de camino 14) otro.....

FORMA DE LA PENDIENTE: 1) recta () 2) cóncava () 3) convexa () 4) terrazada () 5) compleja ()

ASPECTO DE PENDIENTE (ORIENTACIÓN): Norte Sur Este Oeste

DRENAJE DEL SUELO: 1) pobre 2) moderado 3) bueno 4) excesivo

COLOR DEL SUELO: 1) blanco 2) rojo 3) rojizo 4) rojo amarillento 5) pardo
 6) parduzco 7) pardo rojizo 8) pardo amarillento 9) amarillo 10) amarillo rojizo
 11) verdoso, verde 12) gris 13) grisáceo 14) azul 15) negro azulado
 16) negro

TEXTURA DEL SUELO: 1) arenoso 2) franco 3) arcilloso 4) orgánico 5) otro

PEDREGOSIDAD: 1) ausente 2) bajo 3) medio 4) alto

EROSIÓN DEL SUELO: 1) baja 2) intermedia 3) alta

CLIMA (DESCRIPCIÓN): Temperatura Humedad

LUZ: 1) sombreado 2) soleado

PRÁCTICAS CULTURALES: 1) roza-tumba-quema 2) irrigado 3) trasplante 4) terrazas 5) amarre del cultivo
 6) control de plagas y enfermedades 7) otro

PRÁCTICAS DE ASOCIACIÓN O ESPECIES SILVESTRES RELACIONADAS:





PLAGAS Y ENFERMEDADES PRESENTE:

OBSERVACIONES:






Fecha de siembra Fecha de cosecha

Fecha de floración Fecha de fructificación

Anexo 3. Características de los materiales evaluados de ovo (*Spondias purpurea* L.).

| Código | Propietario | Ubicación geográfica | | | Nombre Local | Localidad | Figura |
|--------|----------------|----------------------|--------------|--------------|--------------|-----------------------|---|
| | | Altitud (msnm) | Coordenada X | Coordenada Y | | | |
| AC-001 | Hugo Vaca | 1780 | 10047963 | 00834031 | Ambuco u ovo | Ambuquí-San Francisco |  |
| AC-002 | Hugo Vaca | 1836 | 10047963 | 00 834031 | Ambuco u ovo | Ambuquí-San Alfonso |  |
| AC-003 | Darwin Flores | 1784 | 10048177 | 00832607 | ovo | Ambuquí-La parcela |  |
| AC-004 | Fany Hernández | 1826 | 10047101 | 00832855 | Ambuco u ovo | Ambuquí-San Clemente |  |

Anexo 3: continuación...

| | | | | | | | |
|---------------|-----------------|------|----------|----------|------------|-----------------------|---|
| AC-005 | Luis Vaca | 1803 | 10046188 | 00834030 | Ambuco-ovo | Ambuquí-San Vicente |  |
| AC-006 | Ernesto Ajala | 1798 | 10047655 | 00832855 | ovo | Ambuquí-Simón Bolívar |  |
| AC-007 | Galo Guzmán | 1840 | 10046948 | 00833196 | ovo | Ambuquí-San Vicente |  |
| AC-008 | Aníbal Cárdenas | 1848 | 10046948 | 00833227 | ovo | Ambuquí-San Alfonso |  |
| AC-009 | Abdón Guerra | 1782 | 10047870 | 00832948 | ovo | Ambuquí-Pueblo |  |






Anexo 3: continuación...

| | | | | | | | |
|---------------|-----------------|------|----------|----------|------------|---------------------|---|
| AC-010 | José Navarrete | 1785 | 10046118 | 00834030 | Ambuco | Ambuquí-Basílica |  |
| AC-011 | Saúl Hernández | 1778 | 10047963 | 00834031 | Ambuco-ovo | Ambuquí-Basílica |  |
| AC-012 | Luis Quilcajuma | 1802 | 10047547 | 00832859 | ovo | Ambuquí-San Antonio |  |
| AC-013 | Fabián Rosero | 1756 | 10048546 | 00833071 | ovo | Ambuquí-Carretera |  |
| AC-014 | Rosalina Vega | 1772 | 10048208 | 00833040 | ovo | Ambuquí-La Playa |  |

Anexo 3: continuación...

| | | | | | | | |
|---------------|----------------|------|----------|----------|--------|-----------------------|---|
| AC-015 | Karina Muñoz | 1695 | 10049776 | 00833102 | ovo | Ambuquí-La Playa |  |
| AC-016 | Pedro Jácome | 1555 | 10052310 | 00827138 | ovo | García Moreno |  |
| AC-017 | Carlos Cobando | 1621 | 10051811 | 00832879 | ovo | Ambuquí-La Playa |  |
| AC-018 | Aida Cevallos | 1622 | 10051742 | 00833013 | Ambuco | Ambuquí-Chirimoyal |  |
| AC-019 | Nieves Ramos | 1098 | 10023367 | 00762707 | ovito | Chota chiquito-Centro |  |



Anexo 3: continuación...

| | | | | | | | |
|---------------|-----------------|------|----------|----------|-----|---------------------|---|
| AC-020 | Carmen Venegas | 1580 | 10051982 | 00829588 | ovo | Ambuquí-San Alfonso |  |
| AC-021 | José Valensuela | 1592 | 10051813 | 00830981 | ovo | Ambuquí-Chirimoyal |  |
| AC-022 | Oscar Sandoval | 1602 | 10051833 | 00831164 | ovo | Ambuquí-El Bermejál |  |
| AC-023 | Raúl Venegas | 2647 | 10035049 | 00832116 | ovo | Ambuquí-La Playa |  |
| AC-024 | David Cabrera | 1639 | 10051172 | 00832678 | ovo | Ambuquí-La Playa |  |

Anexo 3: continuación...

| | | | | | | | |
|---------------|-----------------|------|----------|----------|-----|------------------|---|
| AC-025 | Iván Guerra | 1449 | 10063171 | 00819327 | ovo | Salinas-Cuembo |  |
| AC-026 | Renán Hernández | 1676 | 10050588 | 00832966 | ovo | Ambuquí-La Playa |  |
| AC-027 | Iván Hernández | 1636 | 10051317 | 00832959 | ovo | Salinas-Cuembo |  |
| AC-028 | René Guaman | 1745 | 10048624 | 00832828 | ovo | Ambuquí-La Playa |  |
| AC-029 | Juan Rómulo | 1751 | 10048545 | 00832857 | ovo | Ambuquí-La Playa |  |

Anexo 3: continuación...

| | | | | | | | |
|---------------|------------------|------|----------|----------|-----|------------------|---|
| AC-030 | Mónica Gualacata | 1680 | 10050422 | 00833349 | ovo | Ambuquí-La Playa |  |
| AC-031 | Gustavo Vaca | 1640 | 10051498 | 00832265 | ovo | Ambuquí-La Playa |  |

Anexo 4. Caracteres cuantitativos evaluados en 31 muestras de ovo.

| MUESTRA | D5_PFR (g) | D14_PP (g) | D15_POP (%) | D16_DP (mm) | D17_DA (mm) | D18_DE (mm) | D19_GE (mm) | D20_SS (° Brix) | D21_PS (mm) | D22_LS (mm) | D23_DS (mm) | D24_IF (L/A) |
|----------------|----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|
| AC-001 | 9.28 | 5.15 | 81.85 | 30.87 | 15.66 | 22.41 | 0.42 | 17.75 | 1.68 | 22.76 | 12.27 | 1.4 |
| AC-002 | 8.12 | 5.19 | 79.43 | 30.59 | 16.64 | 21.49 | 0.43 | 18.49 | 1.63 | 23.15 | 12.2 | 1.4 |
| AC-003 | 7.64 | 4.3 | 78.09 | 30.24 | 15.82 | 21.11 | 0.38 | 19.97 | 1.58 | 22.5 | 11.71 | 1.4 |
| AC-004 | 7.9 | 5.77 | 76.62 | 29.97 | 16.43 | 21.65 | 0.34 | 19.78 | 1.73 | 21.9 | 11.56 | 1.4 |
| AC-005 | 7.98 | 5.34 | 78.22 | 30.49 | 15.98 | 20.87 | 0.23 | 18.41 | 1.73 | 22.5 | 11.85 | 1.5 |
| AC-006 | 7.57 | 4.81 | 83.08 | 28.79 | 13.87 | 20.45 | 0.24 | 16.91 | 1.28 | 20.83 | 10.7 | 1.4 |
| AC-007 | 6.49 | 4 | 78.59 | 27.84 | 13.74 | 19.93 | 0.24 | 18.11 | 1.37 | 20.51 | 11.08 | 1.4 |
| AC-008 | 7.07 | 4.4 | 82.88 | 28.21 | 17.46 | 20.27 | 0.17 | 19.08 | 1.21 | 20.58 | 11.43 | 1.4 |
| AC-009 | 6.05 | 3.86 | 80.62 | 26.8 | 14.23 | 19.28 | 0.31 | 18.49 | 1.18 | 19.74 | 10.94 | 1.5 |
| AC-0010 | 5.97 | 3.66 | 79.62 | 27.11 | 14.63 | 19.39 | 0.32 | 19.33 | 1.19 | 19.96 | 10.99 | 1.4 |
| AC-0011 | 9.9 | 6.9 | 83.31 | 31.47 | 16.23 | 23.47 | 0.29 | 15.45 | 1.65 | 22.96 | 12.81 | 1.3 |
| AC-0012 | 7.55 | 5.28 | 80.28 | 28.61 | 14.64 | 20.39 | 0.34 | 18.15 | 1.51 | 21.44 | 12.07 | 1.4 |
| AC-0013 | 4.26 | 2.6 | 76.92 | 24.86 | 12.41 | 16.77 | 0.28 | 21.78 | 0.96 | 19.76 | 10.8 | 1.5 |
| AC-0014 | 4.54 | 2.5 | 75.36 | 25.43 | 13.02 | 17.06 | 0.29 | 20.55 | 1.13 | 19.97 | 10.95 | 1.5 |
| AC-0015 | 6.5 | 4 | 86.15 | 26.2 | 16.33 | 19.11 | 0.32 | 22.44 | 0.9 | 19.09 | 10.96 | 1.4 |
| AC-0016 | 11.7 | 7.2 | 76.07 | 30.76 | 20.71 | 24.71 | 0.49 | 17.44 | 2.8 | 21.67 | 13.82 | 1.2 |
| AC-0017 | 4.65 | 2.78 | 76.12 | 25.2 | 13.28 | 17.03 | 0.29 | 20.36 | 1.03 | 19.52 | 10.91 | 1.5 |
| AC-0018 | 5.95 | 3.51 | 76.03 | 27.25 | 15.02 | 18.66 | 0.28 | 23.03 | 1.4 | 20.82 | 11.79 | 1.5 |
| AC-0019 | 5.7 | 3.1 | 68.42 | 29.43 | 14.91 | 18.78 | 0.63 | 20.09 | 1.8 | 22.39 | 11.64 | 1.6 |
| AC-0020 | 7.26 | 3.77 | 71.62 | 30.48 | 13.55 | 20.15 | 0.49 | 21.68 | 2.02 | 24.83 | 13.51 | 1.5 |
| AC-0021 | 7.43 | 3.93 | 76.79 | 30.26 | 15.19 | 19.93 | 0.36 | 21.76 | 1.73 | 23.29 | 11.98 | 1.5 |
| AC-0022 | 9.5 | 6.4 | 80 | 32.83 | 17.82 | 21.75 | 0.32 | 23.5 | 1.9 | 24.81 | 12.4 | 1.5 |
| AC-0023 | 8 | 5.1 | 78.75 | 30.34 | 16.36 | 20.12 | 0.22 | 20.85 | 1.7 | 22.92 | 11.86 | 1.5 |
| AC-0024 | 6.68 | 3.74 | 68.54 | 29.06 | 15.84 | 19.53 | 0.21 | 20.59 | 2.1 | 22.76 | 12.74 | 1.5 |

Anexo 4: continuación...

| | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|-------|------|-------|-------|-----|
| AC-0025 | 6.5 | 3.3 | 84.62 | 26.37 | 15.67 | 19.78 | 0.13 | 20.23 | 1 | 19.11 | 11.47 | 1.5 |
| AC-0026 | 8.17 | 5.16 | 81.18 | 30.61 | 17.13 | 21.21 | 0.23 | 19.95 | 1.53 | 22.97 | 12.2 | 1.4 |
| AC-0027 | 7.04 | 4.05 | 81.31 | 27.94 | 17.45 | 20.16 | 0.16 | 19.94 | 1.31 | 21.38 | 11.85 | 1.4 |
| AC-0028 | 7.08 | 3.73 | 80.66 | 28.25 | 16.8 | 19.73 | 0.2 | 18.54 | 1.37 | 21.2 | 11.68 | 1.4 |
| AC-0029 | 7.35 | 4.8 | 79.96 | 28.55 | 16.31 | 20.88 | 0.34 | 18.46 | 1.43 | 20.55 | 11.86 | 1.4 |
| AC-0030 | 7.49 | 4.93 | 81.63 | 28.15 | 14.92 | 21.25 | 0.3 | 19.21 | 1.36 | 20.53 | 11.59 | 1.3 |
| AC-0031 | 7.25 | 4.56 | 82.24 | 27.94 | 17.55 | 20.59 | 0.27 | 17.37 | 1.28 | 19.78 | 11.27 | 1.4 |

D=descriptor, PFR=peso del fruto, PP=peso de pulpa, POP=porcentaje de pulpa, DP=diámetro polar, DA=diámetro apical, DE=diámetro ecuatorial, GE=grosor del epicarpio, SS=sólidos solubles, PS=peso de semilla, LS=longitud de semilla, DS=diámetro de semilla, IF=índice de forma.

Anexo 5. Frecuencias relativas obtenidas de los tres grupos de materiales de ovo (*Spondias purpurea* L.) correspondientes al tallo y fruto.

| Carácter | G1 (%) | G2 (%) | G3 (%) | Total, materiales (%) |
|--|---------------|---------------|---------------|------------------------------|
| Textura de la corteza del árbol | | | | |
| 1.- Áspero | 86 (53.00) | 14 (52.00) | 10 (53.00) | 110 (53.00) |
| 2.- Liso | 59 (37.00) | 7 (26.00) | 3 (16.00) | 69 (33.00) |
| 3.- Reticulado | 16 (10.00) | 6 (22.00) | 6 (32.00) | 28 (14.00) |
| Color de la corteza del árbol | | | | |
| 1.- Café | 21 (13.00) | 10 (4.00) | 3 (16.00) | 25 (12.00) |
| 2.- Grisácea | 140 (87.0) | 26 (96.00) | 16 (84.00) | 182 (88.00) |
| Espinas en el árbol | | | | |
| 0. - Ausencia | 161 (100) | 27 (100.0) | 3 (16.00) | 207 (100.00) |
| 1.- Presencia | ----- | ----- | 16 (84.00) | ----- |
| Disposición de los frutos en el árbol | | | | |
| 1.- Racimos compactos | 133 (83.0) | 11 (41.00) | 7 (37.00) | 151 (73.00) |
| 2.- Frutos individuales | 13 (8.00) | 1 (4.00) | 1 (5.00) | 15 (7.00) |
| 3.- Floración y fructificación | 11 (7.00) | 14 (52.00) | 11 (58.00) | 36 (17.00) |
| 4.- Racimos y frutos individuales | ----- | 1(4.00) | ----- | 1 (4.8E-03) |
| 5.- Racimos, frutos individuales en floración y fructificación | 4 (2.00) | ----- | ----- | 4 (2.00) |
| Color primario del fruto | | | | |
| 1.- Rojo oscuro | 42 (3.00) | 2 (1.00) | 1 (1.00) | 45 (2.00) |
| 2.- Naranja rojizo moderado | 654 (41.00) | 33 (12.00) | 71 (38.00) | 758 (37.00) |
| 3.- Marrón rojizo claro | 4 (2.5E-03) | ----- | ----- | 4 (1.9E-03) |
| 4.- Naranja parduzco | 557 (35.00) | 128 (47.00) | 76 (41.00) | 761 (37.00) |
| 6.- Amarillo anaranjado oscuro | 281 (17.00) | 97 (36.00) | 37 (20.00) | 415 (20.00) |
| 7.- Amarillo fuerte | 6 (3.7E-03) | ----- | ----- | 6 (2.9E-03) |
| 8.- Amarillo moderado | 65 (4.00) | ----- | 2 (1.00) | 67 (3.00) |
| 9.- Café claro | ----- | 10 (4.00) | ----- | 10 (4.8E-03) |
| Color secundario del fruto | | | | |
| 1.- Rojo oscuro | 13 (1.00) | 1 (3.7E-03) | ----- | 14 (1.00) |
| 2.- Naranja rojizo moderado | 166 (10.00) | 21 (8.00) | 17 (9.00) | 204 (10.00) |
| 3.- Marrón rojizo claro | 1 (6.2E-04) | ----- | ----- | 1 (4.8E-04) |
| 4.- Naranja parduzco | 390 (24.00) | 67 (26.00) | 80 (43.00) | 537 (26.00) |
| 5.- Rosa parduzco | 3 (1.9E-03) | ----- | ----- | 3 (1.5E-03) |
| 6.- Amarillo anaranjado oscuro | 809 (50.00) | 169 (63.00) | 78 (42.00) | 1056 (51.00) |
| 8.- Amarillo moderado | 227 (14.00) | 2 (1.00) | 12 (6.00) | 241 (12.00) |
| 9.- Café claro | ----- | 10 (4.00) | ----- | 10 (4.8E-03) |
| Textura del fruto | | | | |
| 1.- Liso | 755 (47.00) | 249 (92.00) | 24 (13.00) | 1028 (50.00) |
| 2.- Semiliso | 507 (32.00) | 20 (7.00) | 35 (19.00) | 562 (27.00) |
| 3.- Semirugoso | 292 (18.00) | 1 (3.8E-03) | 84 (45.00) | 377 (18.00) |
| 4.- Rugoso | 55 (3.00) | ----- | 44 (24.00) | 99 (5.00) |
| Restos de estigmas | | | | |
| 1.- Protuberantes | 270 (17.00) | 35 (13.00) | 108 (58.00) | 413 (20.00) |
| 2.- No protuberantes | 637 (40.00) | 34 (13.00) | 7 (4.00) | 678 (33.00) |
| 3.- Involuto | 702 (44.00) | 201 (74.00) | 72 (39.00) | 975 (47.00) |
| Protuberancia basal | | | | |
| 1.- Apical | 114 (7.00) | 2 (1.00) | 44 (24.00) | 160 (8.00) |
| 2.- Central | 1495(93.00) | 258 (99.00) | 143 (76.00) | 1906 (92.00) |
| Forma de la base | | | | |
| 1.- Reducida | 446 (28.00) | 26 (10.00) | 64 (34.00) | 536 (26.00) |
| 2.- Plana | 1163(72.00) | 244 (90.00) | 123 (66.00) | 1530 (74.00) |

Anexo 5: continuación...

| | | | | |
|--|-------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|
| Forma del ápice | | | | |
| 1.- Protuberante | 562 (35.00) | 47 (17.00) | 65 (35.00) | 674 (33.00) |
| 2.- Redondo | 1047 (65.00) | 223 (83.00) | 122 (65.00) | 1392 (67.00) |
| Vestigios de fusión de estigmas | | | | |
| 0.- Ausencia | 1595(99.00) | 257 (95.00) | 186 (99.00) | 2038 (99.00) |
| 1.- Presencia | 14 (1.00) | 13 (5.00) | 1 (1.00) | 28 (1.00) |
| Índice de forma | | | | |
| 1.- Oblato | 2 (1.2E-03) | ----- | ----- | 2 (9.7E-04) |
| 2.- Redondo | 60 (4.00) | 16 (6.00) | ----- | 76 (4.00) |
| 3.- Elíptico | 1547 (96.00) | 254 (94) | 187(100.00) | 1988 (96.00) |