



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**  
**CARRERA RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

**ANÁLISIS PALEOETNOBOTÁNICO DE LOS MACRORRESTOS  
BOTÁNICOS DE *Zea mays* REGISTRADOS EN LAS TERRAZAS  
ARQUEOLÓGICAS DE JOYAGZHÍ, CUENCA DEL CHANCHÁN**

**Trabajo de Integración Curricular**

**Tipo:** Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

**AUTORA:**

**ANAYKA ESTEFANIA CALDERÓN CORTEZ**

Riobamba – Ecuador

2023



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**  
**CARRERA RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

**ANÁLISIS PALEOETNOBOTÁNICO DE LOS MACRORRESTOS  
BOTÁNICOS DE *Zea mays* REGISTRADOS EN LAS TERRAZAS  
ARQUEOLÓGICAS DE JOYAGZHÍ, CUENCA DEL CHANCHÁN**

**Trabajo de Integración Curricular**

**Tipo:** Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

**AUTORA:** ANAYKA ESTEFANIA CALDERÓN CORTEZ

**DIRECTOR:** Ing. CHRISTIAM PAÚL AGUIRRE MERINO PhD.

Riobamba – Ecuador

2023

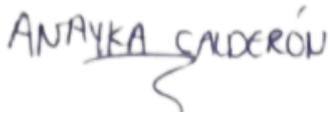
© 2023, Anayka Estefania Calderón Cortez

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Anayka Estefania Calderón Cortez, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados de este son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 16 de Noviembre de 2023

A handwritten signature in blue ink that reads "ANAYKA CALDERÓN". The signature is written in a cursive style with a long, sweeping underline that extends under the word "CALDERÓN".

**Anayka Estefania Calderón Cortez**

**2100861117**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**  
**CARRERA RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; Tipo: Proyecto de Investigación, **ANÁLISIS PALEOETNOBOTÁNICO DE LOS MACRORRESTOS BOTÁNICOS DE *Zea mays* REGISTRADOS EN LAS TERRAZAS ARQUEOLÓGICAS DE JOYAGZHÍ, CUENCA DEL CHANCHÁN**, realizado por la señorita: **ANAYKA ESTEFANÍA CALDERÓN CORTEZ**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

**FIRMA**

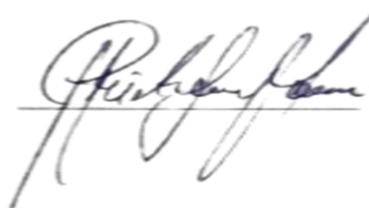
**FECHA**

Ing. Alex Vinicio Gavilanes Montoya Ph.D.  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**



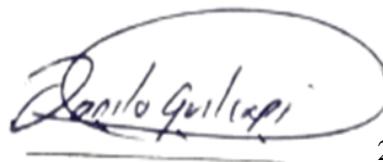
2023-11-16

Ing. Christiam Paúl Aguirre Merino Ph.D.  
**DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**



2023-11-16

Ing. Edmundo Danilo Guilcapi Pacheco MSc.  
**ASESOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**



2023-11-16

## **DEDICATORIA**

Este trabajo de investigación dedico primeramente a Dios por haberme dado entendimiento y sabiduría, para poder sobresalir con éxito durante esta etapa. A mis queridos padres, Gilder Calderón y Fabiola Cortez, por todo el sacrificio y ayuda que me brindaron en toda mi formación académica y en la vida. A Dominga Valdéz, Jahir Calderón, a mis hermanos y sobrinos, por brindarme su ayuda en todo momento.

Anayka

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por brindarme la oportunidad de haber estudiado en la Carrera Recursos Renovables de mi querida ESPOCH, un especial agradecimiento a los miembros del tribunal de mi trabajo de investigación, Ing. Christiam Aguirre e Ing. Danilo Guilcapi por la impartición de todos sus conocimientos. A la Facultad de Recursos Naturales, en específico al grupo de Investigación Estudios Culturales Andinos, por haberme brindado la oportunidad de realizar mi investigación.

Anayka

## ÍNDICE DE CONTENIDO

|                              |       |
|------------------------------|-------|
| ÍNDICE DE TABLAS.....        | xii   |
| ÍNDICE DE ILUSTRACIONES..... | xiv   |
| ÍNDICE DE ANEXOS.....        | xvii  |
| RESUMEN.....                 | xviii |
| SUMMARY / ABSTRACT.....      | xix   |
| INTRODUCCIÓN.....            | 1     |

### CAPÍTULO I

|  |   |
|--|---|
| 1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....        | 3 |
| 1.1 Planteamiento del problema.....      | 3 |
| 1.2 Objetivos.....                       | 3 |
| 1.2.1 <i>Objetivo General</i> .....      | 3 |
| 1.2.2 <i>Objetivos Específicos</i> ..... | 3 |
| 1.3 Justificación.....                   | 4 |
| 1.4 Hipótesis.....                       | 5 |
| 1.4.1 <i>Nula</i> .....                  | 5 |
| 1.4.2 <i>Alternativa</i> .....           | 5 |

### CAPÍTULO II

|  |    |
|--|----|
| 2. MARCO TEÓRICO.....  | 6  |
| 2.1 Domesticación de las plantas.....  | 6  |
| 2.1.1 <i>Proceso de domesticación y el “Síndrome de Domesticación”</i> ..... | 8  |
| 2.1.2 <i>Las teorías de domesticación vegetal</i> .....                      | 12 |
| 2.1.3 <i>Centros de Domesticación y el origen de las plantas</i> .....       | 13 |
| 2.1.4 <i>La domesticación de las plantas y la agricultura</i> .....          | 16 |
| 2.1.5 <i>Agricultura y procesos de agriculturización</i> .....               | 17 |

|            |   |    |
|------------|---|----|
| <b>2.2</b> | <b>Domesticación de los cultivos del maíz (<i>Zea mays</i>)</b> .....       | 18 |
| 2.2.1      | <i>Domesticación del maíz (<i>Zea mays</i>) en Centro América</i> .....     | 18 |
| 2.2.2      | <i>Domesticación del maíz en los Andes</i> .....                            | 18 |
| 2.2.3      | <i>Domesticación de <i>Zea mays</i> en el Ecuador (Costa y Andes)</i> ..... | 19 |
| <b>2.3</b> | <b>Paleoetnobotánica</b> .....  | 21 |
| 2.3.1      | <i>La paleoetnobotánica y sus aplicaciones</i> .....                        | 22 |
| 2.3.2      | <i>Carpología</i> .....   | 22 |
| <b>2.4</b> | <b>Macrorrestos botánicos</b> .....   | 22 |
| 2.4.1      | <i>Conservación y recuperación de los macrorrestos vegetales</i> .....      | 23 |
| 2.4.2      | <i>La carbonización</i> .....   | 23 |
| 2.4.3      | <i>Estrategia de muestreo: ¿Cuántas muestras tomar?</i> .....               | 24 |
| 2.4.4      | <i>Muestreo</i> .....   | 24 |
| 2.4.4.1    | <i>Muestreo disperso:</i> .....   | 25 |
| 2.4.4.2    | <i>Muestreo concentrado:</i> .....  | 25 |
| 2.4.4.3    | <i>Muestreo aislado:</i> .....  | 25 |
| 2.4.4.4    | <i>Muestreo total:</i> .....  | 25 |
| 2.4.5      | <i>Análisis Carpológico: Semillas y frutos arqueológicos</i> .....          | 25 |
| <b>2.5</b> | <b>Análisis morfológicos y biométricos de macrorrestos botánicos</b> .....  | 26 |

### CAPITULO III

|           |  |    |
|-----------|--|----|
| <b>3.</b> | <b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....                                      | 28 |
| 3.1       | <b>Área de estudio</b> .....   | 28 |
| 3.1.1     | <i>Localidad de Joyagzhí</i> .....                                   | 28 |
| 3.2       | <b>Enfoque de investigación</b> .....                                | 31 |
| 3.3       | <b>Nivel de investigación</b> .....                                  | 31 |
| 3.4       | <b>Diseño de investigación</b> .....                                 | 31 |
| 3.4.1     | <i>Según la manipulación o no de la variable independiente</i> ..... | 31 |
| 3.5       | <b>Tipo de estudio</b> .....   | 31 |

|              |   |    |
|--------------|---|----|
| <b>3.6</b>   | <b>Técnicas e instrumentos de investigación</b> ..... | 32 |
| <b>3.6.1</b> | <i>Técnicas</i> .....                                 | 32 |
| <b>3.6.2</b> | <i>Instrumentos</i> .....                             | 32 |
| <b>3.7</b>   | <b>Metodología</b> .....                              | 32 |

## CAPÍTULO IV

|                |  |    |
|----------------|--|----|
| <b>4.</b>      | <b>MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS</b> .....  | 35 |
| <b>4.1</b>     | <b>Procesamiento, análisis e interpretación de resultados</b> .....  | 35 |
| <b>4.1.1</b>   | <i>Caracterización morfológica y biométricamente las semillas modernas de Zea mays de la cuenca del Chanchán.</i> .....                    | 35 |
| <b>4.1.1.1</b> | <i>Variedad Quillusara</i> .....   | 35 |
| <b>4.1.1.2</b> | <i>Variedad Yuraksara</i> .....  | 40 |
| <b>4.1.1.3</b> | <i>Variedad Yuraksara</i> .....  | 45 |
| <b>4.1.1.4</b> | <i>Variedad Girgirsara</i> .....   | 50 |
| <b>4.1.1.5</b> | <i>Variedad Llimasara</i> .....  | 55 |
| <b>4.1.1.6</b> | <i>Variedad Machucara-sara</i> .....   | 60 |
| <b>4.1.1.7</b> | <i>Variedad Yanasara</i> .....   | 65 |
| <b>4.1.1.8</b> | <i>Variedad Pukasara</i> .....   | 70 |
| <b>4.1.1.9</b> | <i>Variedad Sarayunga</i> .....  | 75 |
| <b>4.1.2</b>   | <i>Caracterización biométricamente los macrorrestos botánicos de Zea mays registrados en las terrazas arqueológicas de Joyagzhí.</i> ..... | 80 |
| <b>4.1.2.1</b> | <i>Macrorrestos botánicos del Nivel 7</i> .....  | 80 |
| <b>4.1.2.2</b> | <i>Macrorrestos botánicos del Nivel 8</i> .....  | 83 |
| <b>4.1.2.3</b> | <i>Macrorrestos botánicos del Nivel 9</i> .....  | 85 |
| <b>4.1.2.4</b> | <i>Macrorrestos botánicos del Nivel 10</i> .....   | 87 |
| <b>4.1.2.5</b> | <i>Macrorrestos botánicos del Nivel 11</i> .....   | 89 |
| <b>4.1.2.6</b> | <i>Macrorrestos botánicos del Nivel 12</i> .....   | 91 |
| <b>4.1.3</b>   | <i>Análisis y determinación estadística de los paleocarporrestos de Zea mays</i> .....   | 93 |
| <b>4.1.3.1</b> | <i>Análisis estadístico del diagrama de caja de los paleocarporrestos botánicos</i> .....  | 93 |

|  |     |
|--|-----|
| <b>4.1.3.2</b> <i>Análisis de correspondencia CA (variables largo, ancho, grosor, ratio1 y ratio 2) de los paleocarporrestos de la Unidad J4-Nivel 7.</i> .....          | 94  |
| <b>4.1.3.3</b> <i>Análisis de componentes principales PCA (variables largo, ancho, grosor, ratio1 y ratio 2) de los paleocarporrestos de la Unidad J4-Nivel 7.</i> ..... | 96  |
| <b>4.1.3.4</b> <i>Análisis de conglomerados Bray- Curtis (largo, ancho, grosor, ratio1 y ratio 2) de los paleocarporrestos de la Unidad J4-Nivel 7.</i> .....            | 98  |
| <b>4.1.4</b> <i>Análisis estadístico de las semillas actuales de Zea mays</i> .....  | 99  |
| <b>4.1.4.1</b> <i>Análisis estadístico del diagrama de caja de la semilla actual de la variedad Quillusara</i> .....   | 100 |
| <b>4.1.4.2</b> <i>Análisis de correspondencia CA (variables largo, ancho, grosor, ratio1 y ratio 2, de la variedad Quillusara).</i> .....                                | 101 |
| <b>4.1.4.3</b> <i>Análisis de componentes principales PCA (variables largo, ancho, grosor, ratio1 y ratio 2), de la variedad Quillusara.</i> .....                       | 103 |
| <b>4.1.4.4</b> <i>Análisis de conglomerados Bray- Curtis (variables largo, ancho, grosor, ratio1 y ratio 2), de la variedad Quillusara.</i> .....                        | 105 |
| <b>4.1.4.5</b> <i>Análisis estadístico del diagrama de caja de la semilla actual de la variedad Sarayunga</i> .....  | 108 |
| <b>4.1.4.6</b> <i>Análisis de correspondencia CA (variables largo, ancho, grosor, ratio1 y ratio 2), de la variedad Sarayunga.</i> .....                                 | 109 |
| <b>4.1.4.7</b> <i>Análisis de componentes principales PCA (variables largo, ancho, grosor, ratio1 y ratio 2), de la variedad Sarayunga.</i> .....                        | 111 |
| <b>4.1.4.8</b> <i>Análisis de conglomerados Bray- Curtis (variables largo, ancho, grosor, ratio1 y ratio 2), de la variedad Sarayunga.</i> .....                         | 112 |
| <b>4.1.4.9</b> <i>Análisis estadístico del diagrama de caja de la semilla actual de la variedad Machucara sara</i> .....   | 114 |
| <b>4.1.4.10</b> <i>Análisis de correspondencia CA (variables largo, ancho, grosor, ratio1 y ratio 2), de la variedad Machucara sara.</i> .....                           | 116 |
| <b>4.1.4.11</b> <i>Análisis de componentes principales PCA (variables largo, ancho, grosor, ratio1 y ratio 2), de la variedad Machucara sara</i> .....                   | 118 |
| <b>4.1.4.12</b> <i>Análisis de conglomerados Bray- Curtis (variables largo, ancho, grosor, ratio1 y ratio 2), de la variedad Machucara sara.</i> .....                   | 119 |

|            |  |     |
|------------|--|-----|
| <b>4.2</b> | <b>Discusión (argumentación, sistematización y cuestionamiento de la información obtenida)</b> ..... | 121 |
| <b>4.3</b> | <b>Comprobación de la hipótesis</b> .....  | 128 |

## **CAPÍTULO VI**

|            |   |     |
|------------|---|-----|
| <b>5.</b>  | <b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> ..... | 129 |
| <b>5.1</b> | <b>Conclusiones</b> .....                   | 129 |
| <b>5.2</b> | <b>Recomendaciones</b> .....                | 130 |

## **BIBLIOGRAFÍA**

## **ANEXOS**

## ÍNDICE DE TABLAS

|  |    |
|--|----|
| <b>Tabla 4-1:</b> Inventario de las variedades de maíz encontradas en la cuenca del Chanchá..... | 35 |
| <b>Tabla 4-2:</b> Análisis biométrico de la variedad Quillusara.....                             | 36 |
| <b>Tabla 4-3:</b> Análisis morfométrico de la variedad Quillusara .....                          | 37 |
| <b>Tabla 4-4:</b> Morfo-tificación de la variedad Quillusara .....                               | 39 |
| <b>Tabla 4-5:</b> Análisis biométrico de la variedad Yuraksara .....                             | 40 |
| <b>Tabla 4-6:</b> Análisis morfométrico de la variedad Yuraksara .....                           | 42 |
| <b>Tabla 4-7:</b> Morfo-tificación de la variedad Yuraksara .....                                | 44 |
| <b>Tabla 4-8:</b> Análisis biométrico de la variedad Yuraksara.....                              | 45 |
| <b>Tabla 4-9:</b> Análisis morfométrico de la variedad Yuraksara .....                           | 47 |
| <b>Tabla 4-10:</b> Morfo-tificación de la variedad Yuraksara .....                               | 49 |
| <b>Tabla 4-11:</b> Análisis biométrico de la variedad Girgirsara .....                           | 50 |
| <b>Tabla 4-12:</b> Análisis morfométrico de la variedad Girgirsara .....                         | 52 |
| <b>Tabla 4-13:</b> Morfo-tificación de la variedad Girgirsara.....                               | 54 |
| <b>Tabla 4-14:</b> Análisis biométrico de la variedad Llimasara .....                            | 55 |
| <b>Tabla 4-15:</b> Análisis morfométrico de la variedad Llimasara.....                           | 57 |
| <b>Tabla 4-16:</b> Morfo-tificación de la variedad Llimasara. ....                               | 59 |
| <b>Tabla 4-17:</b> Análisis biométrico de la variedad Machucara-sara.....                        | 60 |
| <b>Tabla 4-18:</b> Análisis morfométrico de la variedad Machucara-sara .....                     | 62 |
| <b>Tabla 4-19:</b> Morfo-tificación de la variedad Machucara-sara.....                           | 64 |
| <b>Tabla 4-20:</b> Análisis biométrico de la variedad Yanasara .....                             | 65 |
| <b>Tabla 4-21:</b> Análisis morfométrico de la variedad Yanasara.....                            | 67 |
| <b>Tabla 4-22:</b> Morfo-tificación de la variedad Yanasara .....                                | 69 |
| <b>Tabla 4-23:</b> Análisis biométrico de la variedad Pukasara.....                              | 70 |
| <b>Tabla 4-24:</b> Análisis morfométrico de la variedad Pukasara .....                           | 72 |
| <b>Tabla 4-25:</b> Morfo-tificación de la variedad Pukasara .....                                | 74 |
| <b>Tabla 4-26:</b> Análisis biométrico de la variedad Sarayunga .....                            | 75 |

|  |     |
|--|-----|
| <b>Tabla 4-27:</b> Análisis morfométrico de la variedad Sarayunga..... | 77  |
| <b>Tabla 4-28:</b> Morfo-tificación de la variedad Sarayunga .....     | 79  |
| <b>Tabla 4-29:</b> Biometría paleobotánica del nivel 7.....            | 80  |
| <b>Tabla 4-30:</b> Morfo-tificación paleobotánica del nivel 7 .....    | 82  |
| <b>Tabla 4-31:</b> Biometría paleobotánica del nivel 8.....            | 83  |
| <b>Tabla 4-32:</b> Morfo-tificación paleobotánica del nivel 8 .....    | 84  |
| <b>Tabla 4-33:</b> Biometría paleobotánica del nivel 9.....            | 85  |
| <b>Tabla 4-34:</b> Morfo-tificación paleobotánica del nivel 9 .....    | 86  |
| <b>Tabla 4-35:</b> Biometría paleobotánica del nivel 10.....           | 87  |
| <b>Tabla 4-36:</b> Morfo-tificación paleobotánica del nivel 10 .....   | 88  |
| <b>Tabla 4-37:</b> Biometría paleobotánica del nivel 11.....           | 89  |
| <b>Tabla 4-38:</b> Morfo-tificación paleobotánica del nivel 11 .....   | 90  |
| <b>Tabla 4-39:</b> Biometría paleobotánica del nivel 12.....           | 91  |
| <b>Tabla 4-40:</b> Morfo-tificación paleobotánica del nivel 12 .....   | 92  |
| <b>Tabla 4-41:</b> Dataciones radiocarbónicas de J4-N7-SE-01 .....     | 123 |

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

|   |    |
|---|----|
| <b>Ilustración 2-1:</b> Balanza de poder del proceso de domesticación de co-dependencia .....   | 7  |
| <b>Ilustración 2-2:</b> Esquema de representación de la relación entre plantas/animales y los seres humanos con el tiempo .....   | 8  |
| <b>Ilustración 2-3:</b> Síndrome de domesticación, A. Gigantismo del tamaño de la semilla en <i>Phaseolus lunatus</i> , el fríjol Lima, de los Andes del Ecuador y norte del Perú. .... | 9  |
| <b>Ilustración 2-4:</b> Centros de domesticación de los cultivos. ....  | 15 |
| <b>Ilustración 2-5:</b> Lista de variables para la identificación taxonómica de los macrorrestos arqueobotánicos .....  | 27 |
| <b>Ilustración 3-6:</b> Mapa de localización geográfica de las terrazas arqueológicas de Joyagzhí en la microcuenca del río Chanchán. ....  | 29 |
| <b>Ilustración 3-7:</b> Terrazas arqueológicas de Joyagzhí en la cuenca de Chanchán. ....   | 30 |
| <b>Ilustración 3-8:</b> Ubicación geográfica de las unidades de excavación en Joyagzhí. ....  | 34 |
| <b>Ilustración 4-8:</b> Diagrama de Caja del Nivel 7, correspondiente a las variables largo, ancho y grosor. ....   | 93 |
| <b>Ilustración 4-9:</b> Diagrama de caja del Nivel 7 variable largo, ancho, grosor, ratio 1 y ratio2. ....  | 94 |
| <b>Ilustración 4-10:</b> Análisis de correspondencia CA del Nivel 7 variable largo, ancho, grosor. ....   | 95 |
| <b>Ilustración 4-11:</b> Análisis de correspondencia CA del Nivel 7 variable largo, ancho, grosor ratio 1 y ratio 2. ....   | 96 |
| <b>Ilustración 4-12:</b> Análisis de componentes principales PCA del Nivel7 variable largo, ancho, grosor. ....   | 97 |
| <b>Ilustración 4-13:</b> Análisis de componentes principales PCA del Nivel 7 variable largo, ancho, grosor, ratio1 y ratio 2. ....  | 97 |
| <b>Ilustración 4-15:</b> Análisis de conglomerados Bray- Curtis del Nivel 7 variables largo, ancho .  | 98 |
| <b>Ilustración 4-16:</b> Análisis de conglomerados Bray- Curtis del Nivel 7 variables: largo, ancho, ratio1 y ratio2 .....  | 99 |

|   |     |
|---|-----|
| <b>Ilustración 4-17:</b> Análisis del Diagrama de caja de la variedad Quillusara de las variables largo, ancho .....                                    | 100 |
| <b>Ilustración 4-18:</b> Análisis del Diagrama de caja de la variedad Quillusara de las variables largo, ancho, ratio 1 y ratio2 .....                  | 101 |
| <b>Ilustración 4-19:</b> Análisis de correspondencia CA de la variedad Quillusara de las variables largo, ancho, grosor .....                           | 102 |
| <b>Ilustración 4-20:</b> Análisis de correspondencia (CA) de la variedad Quillusara de las variables largo, ancho, grosor, ratio1 y ratio2 .....        | 103 |
| <b>Ilustración 4-21:</b> Análisis de componentes principales PCA de la variedad Quillusara de las variables largo, ancho, grosor .....                  | 104 |
| <b>Ilustración 4-22:</b> Análisis de componentes principales PCA de la variedad Quillusara de las variables largo, ancho, grosor, ratio1 y ratio2 ..... | 105 |
| <b>Ilustración 4-23:</b> Análisis de conglomerados Bray- Curtis de la variedad Quillusara de las variables largo, ancho .....                           | 106 |
| <b>Ilustración 4-24:</b> Análisis de conglomerados Bray- Curtis de la variedad Quillusara de las variables largo, ancho, ratio1 y ratio2 .....          | 107 |
| <b>Ilustración 4-25:</b> Análisis del Diagrama caja de la variedad Sarayunga de las variables largo, ancho .....  | 108 |
| <b>Ilustración 4-26:</b> Análisis del Diagrama de caja de la variedad Sarayunga de las variables largo, ancho, ratio1 y ratio2 .....                    | 109 |
| <b>Ilustración 4-27:</b> Análisis de correspondencia CA de la variedad Sarayunga de las variables largo, ancho, grosor .....                            | 110 |
| <b>Ilustración 4-28:</b> Análisis de correspondencia CA de la variedad Sarayunga de las variables largo, ancho, grosor, ratio1 y ratio2 .....           | 110 |
| <b>Ilustración 4-29:</b> Análisis de componentes principales PCA de la variedad Sarayunga de las variables largo, ancho, grosor .....                   | 111 |
| <b>Ilustración 4-30:</b> Análisis de componentes principales PCA de la variedad Sarayunga de las variables largo, ancho, grosor, ratio1 y ratio2 .....  | 112 |
| <b>Ilustración 4-31:</b> Análisis de conglomerados Bray- Curtis de la variedad Sarayunga de las variables largo, ancho .....                            | 113 |
| <b>Ilustración 4-32:</b> Análisis de conglomerados Bray- Curtis de la variedad Sarayunga de las variables largo, ancho, ratio1 y ratio2 .....           | 114 |

|   |     |
|---|-----|
| <b>Ilustración 4-33:</b> Análisis del Diagrama caja de la variedad Machucara sara de las variables largo, ancho.....  | 115 |
| <b>Ilustración 4-34:</b> Análisis del Diagrama de caja de la variedad Machucara sara de las variables largo, ancho, ratio1 y ratio2 .....                   | 116 |
| <b>Ilustración 4-35:</b> Análisis de correspondencia CA de la variedad Machucara sara de las variables largo, ancho, grosor .....                           | 117 |
| <b>Ilustración 4-36:</b> Análisis de correspondencia CA de la variedad Machucara sara de las variables largo, ancho, grosor, ratio1 y ratio2 .....          | 117 |
| <b>Ilustración 4-37:</b> Análisis de componentes principales PCA de la variedad Machucara sara de las variables largo, ancho, grosor .....                  | 118 |
| <b>Ilustración 4-38:</b> Análisis de componentes principales PCA de la variedad Machucara sara de las variables largo, ancho, grosor, ratio1 y ratio2 ..... | 119 |
| <b>Ilustración 4-39:</b> Análisis de conglomerados Bray- Curtis de la variedad Machucara sara de las variables largo, ancho, grosor .....                   | 120 |
| <b>Ilustración 4-40:</b> Análisis de conglomerados Bray- Curtis de la variedad Machucara sara de las variables largo, ancho, grosor, ratio1 y ratio2 .....  | 120 |
| <b>Ilustración 4-41:</b> Calibración de la edad Radiocarbónica Años Calendarios J4-N7-SE-01 .....   | 124 |
| <b>Ilustración 4-42:</b> Análisis de diagrama de caja y correspondencia de las variedades Quillusara, Sarayunga y Nivel7.....                               | 126 |
| <b>Ilustración 4-43:</b> Análisis de conglomerados Bray- Curtis de las variedades Sarayunga, Quillusara y Nivel 7, las variables largo, ancho, grosor ..... | 127 |

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

**ANEXO A:** ANÁLISIS ESTADÍSTICO DIAGRAMA DE CAJA

**ANEXO B:** ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE CORRESPONDENCIA CA

**ANEXO C:** ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE COMPONENTES PRINCIPALES PCA

**ANEXO D:** ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE CONGLOMERADOS BRAY-CURTIS

## RESUMEN

Esta investigación tuvo como propósito analizar paleoetnobotánicamente los macrorrestos botánicos de *Zea mays* registrados en las terrazas arqueológicas de Joyagzhí (cuenca del Chanchán), para la identificación de las variedades genéticas que fueron utilizadas por las sociedades Kañaris prehispánicas. La cual, tuvo como objetivos específicos: caracterizar morfológica y biométricamente las semillas modernas de *Zea mays* de la cuenca del Chanchán, caracterizar biométricamente los macrorrestos botánicos de *Zea mays* registrados en las terrazas arqueológicas de Joyagzhí y determinar la variedad y/o variedades de *Zea mays* que fueron cultivadas en las terrazas prehispánicas de Joyagzhí. Esto a partir del uso de los análisis morfológicos (shape, surface features, surface quality, color patrón, transparencia, ápice, ápice externo) y biométrico (largo, ancho, grosor, peso, ratio 1, ratio 2) de las semillas modernas y paleocarporrestos del maíz. Los resultados permitieron la caracterización de un total de 9 variedades actuales de semillas de maíz localizadas en la cuenca del río Chanchán, de las cuales se tomaron 30 semillas por cada variedad para ser analizadas. Por su parte, la caracterización biométrica de los macrorrestos paleobotánicos permitió el análisis de 24 granos de maíz provenientes de la Unidad de excavación J4, en los siguientes niveles sedimentarios: Nivel 7, Nivel 8, Nivel 9, Nivel 10, Nivel 11 Nivel 12. Para la determinación de la variedad y/o variedades de *Zea mays* se realizó análisis estadísticos descriptivos (box plot) y análisis multivariantes de similitud (Análisis de Correspondencia CA, Análisis de Componentes Principales PCA y Análisis de Conglomerados de Bray-Curtis). Se concluye que la diversidad carpológica de las variedades moderna del maíz que se encuentran distribuidas en la cuenca del Chanchán, obedece a la influencia provocada desde los procesos de domesticación conocido como el "síndrome de domesticación". Como también que la variedad genética del maíz que fue seleccionada por los agricultores prehispánicos de la cuenca del Chanchán fue la variedad de Sarayunga.

**Palabras clave:** <PALEOETNOBOTÁNICA>, <ORIGEN DE LA AGRICULTURA DEL MAÍZ>, <TERRAZAS DE JOYAGZHÍ>, <CUENCA DEL CHANCHÁN>, <ANDES DEL ECUADOR>.



## SUMMARY

The purpose of this research was to analyze paleoethnobotanically the botanical macroremains of *Zea mays* recorded in the archaeological terraces of Joyagzhí (Chanchán basin), for the identification of the genetic varieties that were used by pre-Hispanic Kañaris societies. Which had the specific objectives: to characterize morphologically and biometrically the modern seeds of *Zea mays* from the Chanchán basin, to characterize biometrically the botanical macroremains of *Zea mays* recorded in the archaeological terraces of Joyagzhí and to determine the variety and/or varieties of *Zea mays* which were cultivated on the pre-Hispanic terraces of Joyagzhí. This is based on the use of morphological analyzes (shape, surface features, surface quality, color pattern, transparency, apex, external apex) and biometric analyzes (length, width, thickness, weight, ratio 1, ratio 2) of modern seeds and paleocarcass remains of corn. The results allowed the characterization of 9 current varieties of corn seeds located in the Chanchán River basin, of which 30 seeds for each variety were taken to be analyzed. For its part, the biometric characterization of the paleobotanical macroremains allowed the analysis of 24 corn grains from Excavation Unit J4, in the following sedimentary levels: Level 7, Level 8, Level 9, Level 10, Level 11 and Level 12. To determine the variety and/or varieties of *Zea mays*, descriptive statistical analyzes (box plot) and multivariate similarity analyzes (CA Correspondence Analysis, PCA Principal Component Analysis and Bray-Curtis Cluster Analysis) were done. It is concluded that the carpological diversity of the modern varieties of corn that are distributed in the Chanchán basin is due to the influence caused by the domestication processes known as the "domestication syndrome". As well as that, the genetic variety of corn that was selected by the pre-Hispanic farmers of the Chanchán basin was the Sarayunga variety.

**Keywords:** <PALEOETNOBOTANY>, <ORIGIN OF CORN AGRICULTURE>, <JOYAGZHÍ TERRACES>, <CHANCHÁN BASIN>, <ANDES OF ECUADOR>.



Lic. Lorena Hernández A. Mcs.

180373788-9

## INTRODUCCIÓN

La historia de la agricultura en el Área Andina comienza desde el Holoceno temprano con la domesticación de las plantas por los primeros cazadores-recolectores y culmina con el expansionismo imperial Inca, cuando las sociedades Andinas habían desarrollado por miles de años sistemas de cultivos altamente eficientes (Aguirre et al., 2021; Aguirre et al., 2023; Denevan et al. 1987; Hastorf 2002; Pearsall, 2008). En esta larga trayectoria, la agricultura se convirtió en el modo dominante de producción en la mayoría de las sociedades prehispánicas de la región Andina (Lumbreras, 2010.pp. 102-110). Siendo el maíz (*Zea mays*) una de las especies cultivadas con mayor importancia económica, ya que ha sido registrada en diversos contextos arqueológicos que representan una alta variabilidad de ecotipos de esta planta en el Ecuador (Aguirre et al., 2021; Aguirre et al., 2023; Bruhns et al., 1990; Pagán et al., 2016; Pearsall, 1984, 2002, 2008; Pearsall y Piperno, 1990; Piperno, 2003, 2011).

A pesar de ello, en la mayoría de las regiones de los Andes Ecuatoriales, la investigación paleoetnobotánica sobre *Zea mays* ha sido mínima o inexistente. La mayoría de estas pocas investigaciones se han concentrado en sitios localizados en la costa y tierras bajas, y muy pocas de ellas pertenecen a sitios de las tierras altas (Pagán et al., 2016). Las investigaciones por las particularidades propias de los contextos y conjuntos paleoetnobotánica se han focalizados en el estudio de los macrorrestos botánicos (fitolitos y granos de almidón) (Pagán et al., 2016; Pearsall et al., 2003; Pearsall et al., 2004; Pearsall, D. y Piperno D. 1990 y Zarrillo et al., 2008), y solamente la investigación de Pearsall (1980) se ha centrado en el análisis de macrorrestos botánicos de granos carbonizados de maíz provenientes del área de Río Chico (provincia de Manabí).

En las terrazas agrícolas prehispánicas de Joyagzhí, que se encuentran localizadas en la cuenca del río Chanchán, entre las coordenadas UTM 17M 9737569/726534 y en un rango altitudinal que va desde los 2.835 hasta los 3.026 msnm (Aguirre, Córdova y Piqué, 2021), se han podido recuperar 923 macrorrestos correspondientes a 54 taxones botánicos, de los cuales 66 macrorrestos corresponden a *Zea mays* (Aguirre et al., 2021; Aguirre et al., 2023). La frecuencia relativa de este taxón es la más dominante para el Periodo de Desarrollo Regional (19,38%), como también su ubicuidad es la más alta para este periodo con un 25% (Ibíd., 2021). Mientras que, para el Periodo de Integración, *Zea mays* presenta una ubicuidad del 9,68%, que pesar de ser baja es la mejor representada dentro de los taxones de las plantas cultivadas (Ibíd., 2021).

En cuanto a su temporalidad, estos macrorrestos de *Zea mays* presentan dataciones radiocarbónicas que van desde 240-384 cal DC hasta 1293-1393 cal DC (Aguirre et al., 2021; Aguirre et al., 2023). Mostrando una larga trayectoria histórica de casi 1200 años de la producción agrícola

intensiva de este cultivo en la cuenca del Chanchán. Temporalidad que ha sido determinada por una serie de fechados radiocarbónicos realizados directamente sobre varios granos carbonizados de *Zea mays* provenientes de distintas unidades de excavación (J4-N12: 574-656 cal DC; J4-N10: 626-684 cal DC; J16-N4: 672-789 cal DC; J4-N7: 757-879 cal DC y J8-N3: 1044-1214 DC) (Aguirre et al., 2023).

Justamente, una línea de investigación de la arqueología prehistórica para comprender de mejor forma la historia de la agricultura y la domesticación de las plantas de importancia económica, es la “paleoetnobotánica”. de macrorrestos botánicos se ha centrado con frecuencia en el estudio del origen de la agricultura y de las sociedades agrarias (Peña y Cachorro, 2013), ya que el muestreo sistemático de sitios arqueológicos permite recuperar restos de plantas en contextos que directamente están asociados a cronologías radiocarbónicas (Ford, 1979; Giblin y Fuller, 2011) y analizar de esta manera las interrelaciones que surgieron entre los seres humanos y las plantas (p.e., Butzer, 2007; Fuller y Stevens, 2009).

Aportar datos de paleoetnobotánica para la conformidad de la domesticación de *Zea mays* en los Andes del Ecuador tiene vital importancia, ya que la comprensión de la filogenia, la cronología, la variabilidad genética y las rutas de dispersión del maíz sigue siendo incompleta (Pearsall 1992, 1994, 2002; Piperno 1994; Piperno y Pearsall 1998; Smith 1998). Teniendo la arqueología ecuatoriana una deuda histórica frente a la agricultura andina, que actualmente se encuentra amenazada a contingencias socio-ecológicas como la pérdida de la seguridad alimentaria y el cambio climático.

Es así, que para contribuir con la resolución de esta problemática se pretende abordar sistemáticamente el análisis paleoetnobotánico de los paleomacrorrestos registrados en las terrazas prehispánicas de Joyagzhí, planteándose una caracterización morfológica y biométrica de los granos carbonizados de maíz (*Zea mays*). Esto porque los macrorrestos vegetales permiten identificar una serie de cambios morfológicos y fisiológicos que tuvieron las poblaciones vegetales durante el proceso de domesticación y/o adaptación (Hawkes, 1983; Hammer, 1984; Harlan, 1992; Gepst, 2004; Zeder, 2006; Chacón, 2009), sea por la acción ejercida por el hombre (selección artificial) o mediante una selección natural adaptativa a la convivencia con el ser humano (Diamond, 2002; Chacón, 2009; Gepts, 2004; Yacobaccio et al., 2007; Pickersgill, 2007, pp.700-707).

## CAPÍTULO I

### 1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

#### 1.1 Planteamiento del problema

A pesar de la importancia social, cultural y económica del maíz (*Zea mays*) para los pueblos y nacionalidades andinas, a lo largo de la trayectoria histórica de estas sociedades (6000 AC – 2021 DC), hay pocas investigaciones paleoetnobotánicas sobre la caracterización biométrica de los macrorrestos botánicos para determinar las trayectorias y procesos sobre el origen de la agricultura de esta especie y domesticación en las estribaciones occidentales del Ecuador.

No existe un análisis morfológico ni biométrico de los paleocarporrestos registrados en las terrazas arqueológicas de Joyagzhí, en donde se registraron granos de maíz carbonizados en distintos estratos y niveles culturales, que evidencian una producción agrícola intensiva y recurrente en periodos prehispánicos.

#### 1.2 Objetivos

##### 1.2.1 *Objetivo General*

Analizar paleoetnobotánicamente los macrorrestos botánicos de *Zea mays* registrados en las terrazas arqueológicas de Joyagzhí, para la determinación de sus procesos de domesticación en las estribaciones occidentales de los Andes Ecuatorianos.

##### 1.2.2 *Objetivos Específicos*

-Caracterizar morfológica y biométricamente las semillas modernas de *Zea mays* de la cuenca del Chanchán.

-Caracterizar biométricamente los macrorrestos botánicos de *Zea mays* registrados en las terrazas arqueológicas de Joyagzhí.

-Determinar la variedad y/o variedades de *Zea mays* que fueron cultivadas en las terrazas prehispánicas de Joyagzhí.

### 1.3 Justificación

La conquista española provocó una ruptura en el modo de vida de las culturas originarias del Nuevo Mundo, ocasionando cambios e impactos socio-ecológicos que llevaron rápidamente a sus sociedades prehispánicas al colapso demográfico y agrícola (Widgren, 2018, pp.18-19), mucho más en la región Andina, donde la agricultura se había convertido en el modo dominante de producción económica a lo largo de su trayectoria histórica (Lumbreras, 2010, pp. 102-110), desde el Holoceno Temprano con la domesticación de las plantas por los primeros cazadores-recolectores hasta el expansionismo imperial Inca en el siglo XVI (Hastorf 2002; Pearsall, 2008).

Este es el caso de la microcuenca del río Chanchán, donde la agricultura Andina entre los siglos XVI al XXI ha tenido cambios profundos y radicales en su modo de producción, a partir de la conquista con sus sistemas de la hacienda colonial (1534-1950 DC), la reforma agraria (1960- 1980 DC) y el neocapitalismo (1990 y lo que va del siglo XXI). Esto se debe a la introducción de una agricultura y ganadería comercial, orientadas a satisfacer únicamente las necesidades humanas dentro de una economía de mercado.

Lamentablemente, estos impactos socio-ecológicos han sido discutidos esencialmente en el marco de los derechos humanos de los pueblos indígenas del Ecuador (Henderson, 2016, 2017; Robbins, 2015; Rosset and Martínez, 2012), pero no han sido evaluados analíticamente mediante estudios multidisciplinarios y transdisciplinarios en profundidad, que permitan evaluar los cambios multivariados de los procesos agrícolas que pudieron haber abarcado décadas o siglos (Bruno et al., 2018), en beneficio o perjuicio del desarrollo cultural de las poblaciones humanas prehispánicas y de la conservación de los ecosistemas en las estribaciones occidentales de los Andes del Ecuador, el patrimonio cultural y memoria etnohistórica de los pueblos y nacionalidades indígenas del Ecuador, se justifica plenamente con los siguientes mandatos legales:

-En la Constitución, Art. 21, se manifiesta que “Las personas tienen derecho a construir y mantener su propia identidad cultural [...] y a conocer la memoria histórica de sus culturas”.

-En la Constitución, Art. 53 se reconoce y garantiza a las comunas, comunidades, pueblos y nacionalidades indígenas los siguientes derechos colectivos: literal 12) “Mantener, proteger y desarrollar los conocimientos colectivos; sus ciencias, tecnologías y saberes ancestrales; los recursos genéticos que contienen la diversidad biológica y la agrobiodiversidad”; y literal 13)

“Mantener, recuperar, proteger, desarrollar y preservar su patrimonio cultural e histórico como parte indivisible del patrimonio del Ecuador”.

En este sentido, esta investigación apunta a re-aprender de lecciones pasadas sobre los procesos de adaptación de los cultivos agrícolas del maíz y su impacto socio-ecológico (beneficios y/o prejuicios) en las estribaciones occidentales de los Andes del Ecuador, los cuales fueron experimentados y regulados durante miles de años por las sociedades prehispánicas que habitaron en la microcuenca del Chanchán.

#### **1.4 Hipótesis**

Esta investigación con los antecedentes planteados busca responder la siguiente pregunta: ¿Qué variedades genéticas del maíz fueron seleccionadas por los agricultores prehispánicos de la cuenca del Chanchán para su cultivo en las estribaciones occidentales de los Andes Ecuatorianos? De tal forma que en este sentido se han planteado las siguientes hipótesis:

##### ***1.4.1 Nula***

La caracterización biométrica de los macrorrestos botánicos de *Zea mays* registrados en las terrazas arqueológicas de Joyagzhí, no permite identificar las variedades que fueron cultivadas en las estribaciones occidentales de los Andes Ecuatorianos.

##### ***1.4.2 Alterna***

La caracterización biométrica de los macrorrestos botánicos de *Zea mays* registrados en las terrazas arqueológicas de Joyagzhí, permite identificar las variedades que fueron cultivadas en las estribaciones occidentales de los Andes Ecuatorianos.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

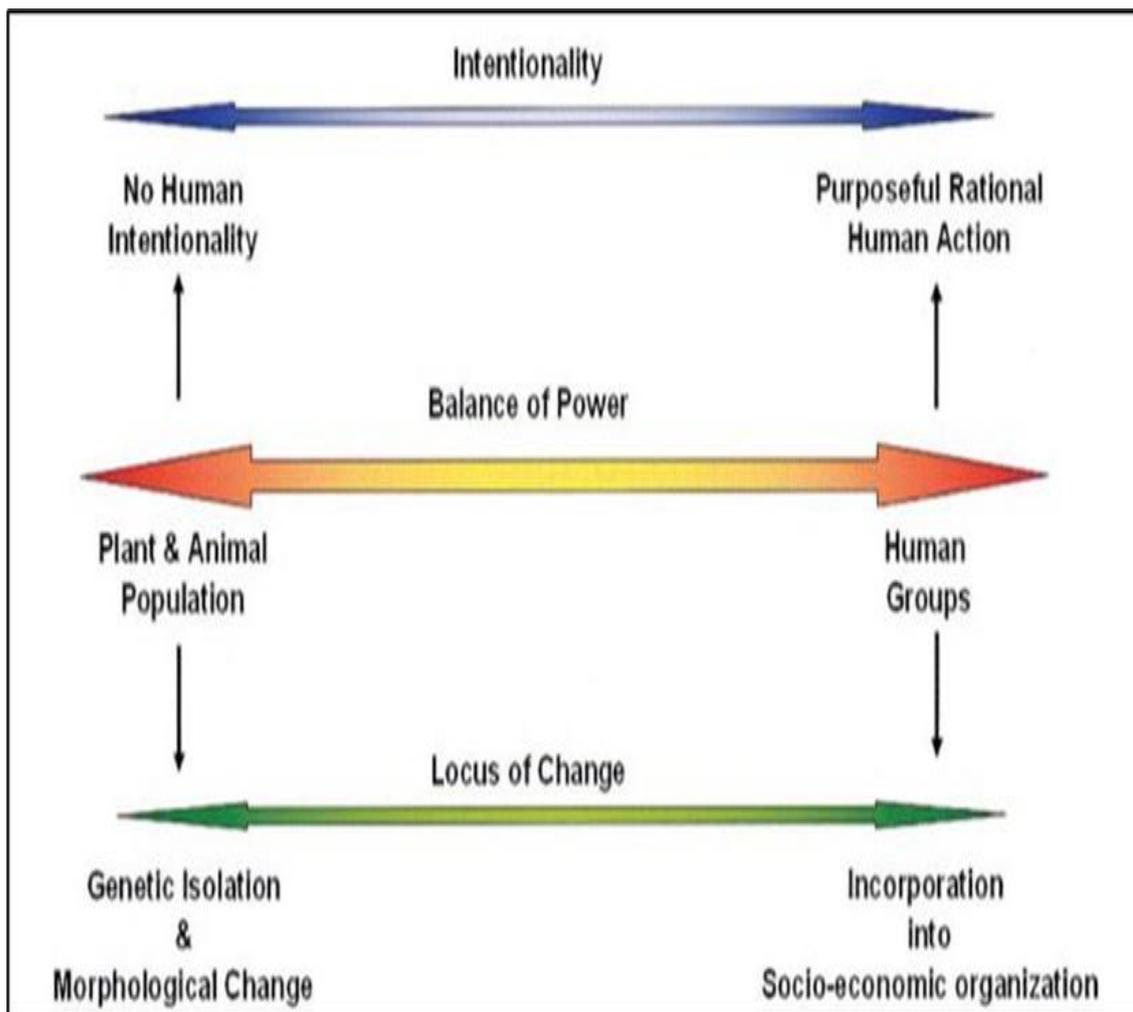
#### 2.1 Domesticación de las plantas

Tradicionalmente, el proceso de domesticación era visto como un proceso evolutivo unidireccional en el que la población salvaje original era la que respondía (a través de la variación genética) al comportamiento impuesto por el hombre (es decir, la selección artificial) (Sánchez 2009, p. 3). A pesar de ello, la domesticación también puede verse como un proceso complejo de interdependencia entre humanos y plantas, que comienza con una estrecha interacción o asociación entre ellos y, en algunos casos, termina en una interdependencia mutua y completa. El maíz es uno de los mejores ejemplos de una especie de cereal completamente domesticada que depende de la dispersión humana (es decir, la dispersión de semillas)(Sánchez, 2009 , p. 3) .Por otro lado, es uno de los medios más importantes de subsistencia humana junto con otros productos de cereales como el trigo, la cebada y el arroz (Sánchez, 2009, p.3).

Según Harlan (1992), el término "domesticación" procede del latín domus, que significa "casa" o "lugar de habitación", y se refiere al acto de acercar una población salvaje al lugar de residencia de un ser humano, como una granja, un bosque, un jardín, etc. En vista de ello, la domesticación se ha considerado tradicionalmente como un "proceso evolutivo unidireccional, consciente o unidireccional ", en el que las poblaciones silvestres de una determinada especie vegetal pierden, adquieren o desarrollan determinadas características morfológicas y físicas (mediante cambios genéticos) como resultado de la acción humana (selección artificial) o de una selección natural adaptada a la coexistencia con el ser humano (Diamond, 2002; Chacón, 2009; Gepts, 2004:2; Yacobaccio et al., 2007; Pickersgill, 2007 pp.700-707).

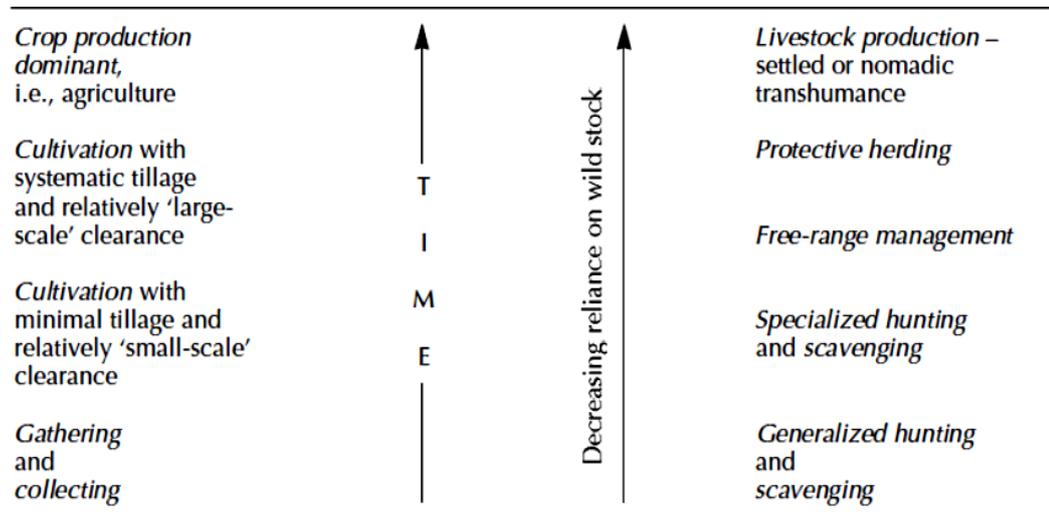
Charles Darwin (1859 y 1868), legítimamente fue él en darse cuenta de las formas en que interactúan las plantas y los humanos, identificándolas en sus obras a lo largo del tiempo. “On the origin of species by means of natural selection” y “The variation of plants and animals under domestication”, las diferencias que pueden surgir entre las plantas domesticadas y sus parientes silvestres, en particular el mayor grado de variación morfológica que se encuentra dentro de las poblaciones domesticadas de una misma especie, como en el caso de los distintos cultivares de *Brassica oleracea* (coles de bruselas, coliflor, brécol y repollo).

Dado que los seres humanos son capaces de modificar sus repertorios de comportamiento mediante "ensayo y error, observación e imitación", se argumenta que estas relaciones mutualistas pueden presentar diferencias cualitativas respecto a las que se dan entre seres vivos (Schultz et al., 2005). La capacidad que permitió el rápido desarrollo de estrategias de comportamiento dirigidas a satisfacer las necesidades biológicas, sociales y culturales socialmente conscientes, así como la aceleración del cambio adaptativo del comportamiento humano, modificando la dinámica de poder en esta relación mutualista (Ibíd., 2005). Por su parte, según Zeder (2006), la "intencionalidad" se convirtió en la característica clave que distinguió la domesticación de otras relaciones mutualistas observadas en la naturaleza, caracterizadas por el componente cultural de perpetuación intencionada en beneficio propio (Ilustración. 2-1).



**Ilustración 2-1:** Balanza de poder del proceso de domesticación de co-dependencia  
Fuente: Zeder (2006)

A este respecto, Mannion (1999) afirma que, a medida que las relaciones humanas con plantas y animales siguen desarrollándose con el paso del tiempo, se van produciendo cambios genéticos que permiten diferenciar las especies domesticadas de sus homólogas silvestres (Ilustración 2-2). Es probable que estos cambios no surgieran de forma natural durante la evolución de las poblaciones salvajes.



**Ilustración 2-2:** Esquema de representación de la relación entre plantas/animales y los seres humanos con el tiempo  
**Fuente:** Harris, 1996

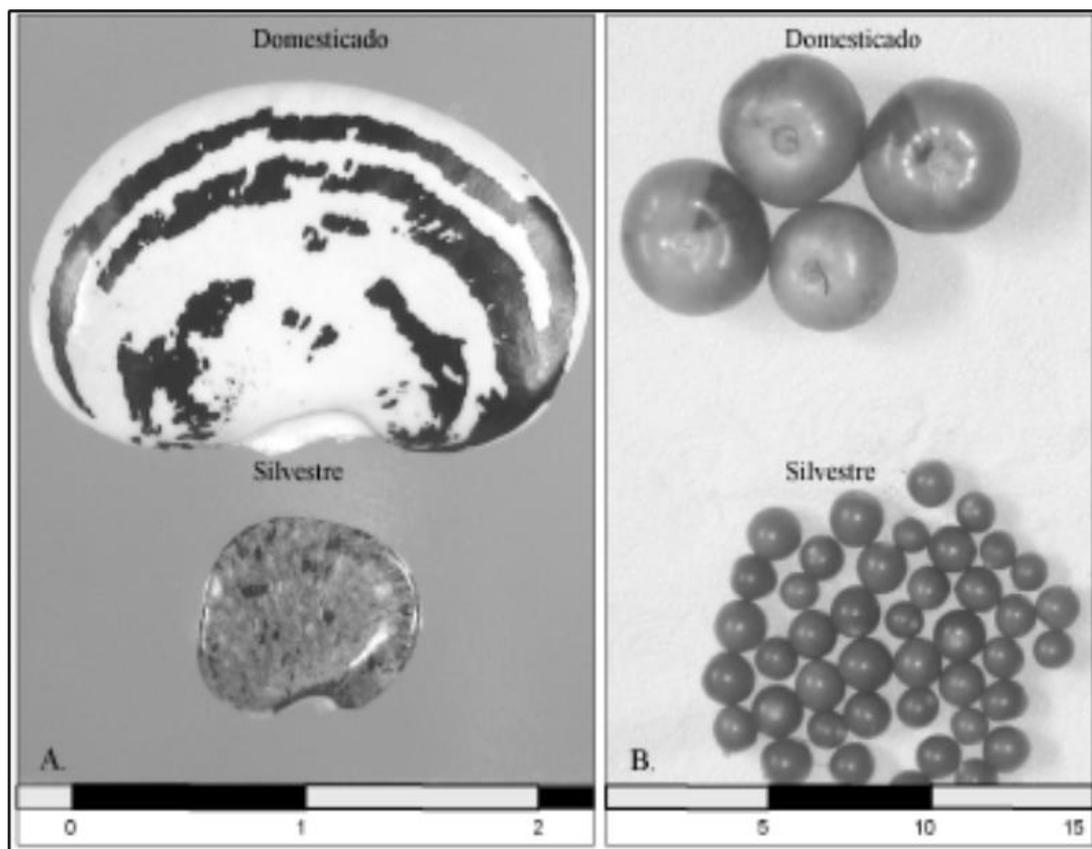
La definición de domesticación incluye algunos criterios clave, como los siguientes: 1) el cultivo de plantas es un requisito previo pero insuficiente para la domesticación; 2) las plantas domesticadas no pueden sobrevivir por sí solas en la naturaleza; y 3) existe una relación mutualista entre el ser humano y sus plantas de cultivo (Gepts, 2004; Zeder 2006). La domesticación se consideraba un proceso continuo con un ritmo de cambio acelerado que sólo podía corresponder a las primeras etapas de la selección, que comenzó al mismo tiempo que la aparición de la agricultura y continúa hasta nuestros días. (Gepts, 2004, pp. 1-44).

### 2.1.1 Proceso de domesticación y el "Síndrome de Domesticación"

El "síndrome de domesticación" es un conjunto de cambios morfológicos y fisiológicos que ocurren gradualmente durante el proceso de domesticación y ayudan a las poblaciones silvestres originarias al adaptarse al medio ambiente como cultivos, ya que dependen del ser humano para su supervivencia (Hawkes, 1983; Hammer, 1984; Harlan, 1992; Gepst, 2004; Zeder, 2006; Chacón, 2009). El gigantismo (Ilustración.2-3), el cambio de un hábito de crecimiento indeterminado en un hábito determinado, el modo reproductivo (favoreciendo en muchos casos la autogamia), la pérdida de la dormancia de la semilla y la alteración o pérdida del mecanismo natural de dispersión de la

semilla son los principales efectos de este síndrome de domesticación (Chacón, 2009), a la interacción entre la planta huésped y patógenos u otros microorganismos, al reemplazo de la reproducción sexual por reproducción vegetativa, al rendimiento, a la arquitectura de las inflorescencias (Gepts, 2004, pp. 1-44), al aumento de la variabilidad morfológica (forma y color de las partes usadas por los seres humanos) y la pérdida de la protección química o mecánica contra los herbívoros (Pickersgill, 2007:931).

Interacciones de la planta habitada con patógenos u otros microorganismos, reproducción vegetativa, rendimiento de los cultivos, formación de flores, variabilidad morfológica (aumento de la forma y el color de las partes del cuerpo humano) y pérdida de defensas químicas o mecánicas contra los herbívoros (Pickersgill, 2007:931).



**Ilustración 2-3:** Síndrome de domesticación, A. Gigantismo del tamaño de la semilla en *Phaseolus lunatus*, el frijol Lima, de los Andes del Ecuador y norte del Perú.  
**Fuente:** Daniel Debouck, 2007

Gepts (2004) indica que los dos rasgos más importantes del síndrome de domesticación de cultivos de reproducción sexuada son: 1) la dispersión de semillas y 2) la dormancia de las semillas. En el primer caso, los cultivos domesticados se caracterizan por presentar una falta de dispersión de sus semillas en un estado de naturalidad. Retención que se realiza de diferentes maneras dependiendo

del tipo de cultivo. Por ejemplo, este mismo autor señala que en los cultivos de cereales, un raquis duro impide la desarticulación de la inflorescencia y la liberación de semillas. Por el contrario, en las plantas silvestres, se forma una capa de abscisión entre cada sitio de inserción de las semillas, que, en la madurez, provoca que el raquis se rompa para producir la dispersión de estas.

Otro rasgo significativo de la evolución de los cultivos es un cambio en el sistema reproductivo de algunas plantas domesticadas, de un sistema de reproducción sexual a uno de reproducción asexual o vegetativa (García et al., 2004), la cual se origina sin la unión de los núcleos de las células sexuales o gametos, sino a partir de otras células del individuo adulto ya desarrollado, un tejido o un órgano (raíces, tallos, ramas, hojas), de tal forma que el individuo resultante es idéntico genéticamente al parental (González, García, y Alarcón, 2004) (Ibíd., 2004). Rasgo que en el registro arqueológico se torna fundamental, pues este tipo de propagación presenta variantes vegetativas desarrolladas en todos los centros de domesticación de cultivos, sea mediante la aplicación de rizomas (plátano), estacas (yuca, caña), bulbos (cebolla), tubérculos (papa, oca), estolones (algunos pastos) y segmentos de órganos como tallos y hojas (Vásquez et al., 1997). A esto se agrega, que este tipo de reproducción responde a estrategias de gestión de los recursos naturales, ya que en primer lugar como señala Gepst (2004) asegurarían la producción de cultivos incluso en condiciones desfavorables, cuando éstos se enfrentaron a condiciones ambientales perjudiciales a la fertilización o se tuvieron que difundir en nuevas áreas sin los polinizadores correspondientes. En segundo lugar, a la fidelidad vegetal evitando cruzamiento con parientes silvestres u otros tipos domesticados. Y, en tercer lugar, algunas frutas serían más apetecibles por la eliminación de las semillas en las mismas (Ibíd., 2004).

La mayoría de estos rasgos no son fácilmente reconocibles en el registro paleoetnobotánico o arqueobotánico, sin embargo, el incremento del tamaño de la semilla y la pérdida del mecanismo natural de dispersión de ésta se han convertido en marcadores arqueológicos útiles en el estudio del proceso de la domesticación en los cereales (Fuller, 2007). La evidencia arqueológica basada en estos dos rasgos le permitió a Fuller (2007) proponer un modelo de domesticación para algunas especies cereales originarias de la media luna fértil, en el cercano Oriente. Según este modelo, una respuesta adaptativa temprana en los cereales es el incremento del tamaño de la semilla, lo que se conoce como «estado de semi-domesticación», seguido por la pérdida del mecanismo natural de dispersión de la semilla, lo que se conoce como domesticación «*sensu stricto*». El tiempo que transcurre entre la semi-domesticación y la domesticación *sensu stricto* se define como la tasa de domesticación, que según este modelo puede tomar entre 1000 y 1500 años (Chacón, 2009).

Investigaciones recientes sobre el proceso de domesticación de las plantas abarcan principalmente dos enfoques sustentados en la «biología evolutiva» (biología del desarrollo evolutivo, biología molecular y el desarrollo de la plasticidad) y en la paleoetnobotánica o arqueobotánica. Enfoques que han alterado las posiciones científicas sobre la trayectoria de la domesticación de las plantas después del advenimiento del cultivo sistemático (Piperno, 2011, pág. 10).

La regulación de genes, entendida como la expresión que actúa durante el desarrollo de un organismo y la plasticidad fenotípica están ahora ampliamente consideradas como fuerzas importantes e incluso como fuerzas primarias, en la diversificación evolutiva y en el origen de los rasgos nuevos (Carroll 2005; Kruglyak y Stern 2007; Pigliucci 2005; West Eberhard 2003). De este modo, los genes reguladores no son la codificación de proteínas o genes funcionales, sino que más bien actúan para cambiar otros genes o desactivar o cambiar cuándo y dónde un organismo active o aumente / disminuya sus efectos, por lo general durante la ontogenia temprana (Ibíd., 2007). Este es el proceso de la expresión génica (por ejemplo, Kruglyak y Stern 2007), donde fenotipos novedosos pueden entonces a menudo ser el resultado de reorganizaciones de genomas existentes, y no la propagación o la aparición de mutaciones, y la nueva variación fenotípica puede surgir rápidamente en las poblaciones sin un cambio genético correspondiente. (Piperno, 2011, p. 10)

Los nuevos tipos fenotípicos tienen el potencial de convertirse en fijo (estabilizado) por asimilación genética / alojamiento si las nuevas condiciones ecológicas se mantienen durante varias generaciones (West-Eberhard 2003). Una fuente importante de variación genética que puede permitir la creación de novedades a través de los mecanismos de desarrollo es mediada por "variación genética críptica", llamada así porque es no expresado en el fenotipo de pie poblaciones y por lo tanto normalmente oculta a la selección (por ejemplo, Gibson hijo y Dworkin 2004; Lauter y Doebley 2002). Sin embargo, puede ser puesto en marcha o "liberado" por las interacciones entre los genes (epistasia) o por perturbaciones del entorno externo, lo que resulta rápidamente en nuevos fenotipos. Lauter y Doebley (2002) han demostrado que el ancestro silvestre del maíz presentaba un importante grado de variación críptica que se asocia con rasgos importantes tales como mazorcas *polystichous* (muchos enfilado).

Otras investigaciones se enmarcan en lo que West-Eberhard (2003) llama "inducción del medio ambiente", para la creación de nuevos fenotipos de poblaciones silvestres (Gremillion y Piperno, 2009). Este es un punto crucial del argumento de plasticidad fenotípica, como el desarrollado por West-Eberhard, en donde los fenotipos alternativos pueden ser inducidos directamente por el cambio del medio ambiente y, posteriormente genéticamente asimilado / acomodado (estabilizado genéticamente) en las condiciones adecuadas (West-Eberhard 2003).

### ***2.1.2 Las teorías de domesticación vegetal***

Las pruebas en botánica se basan en la identificación de las características morfológicas de las plantas, que también resultan ser las que presentan desventajas cuando se someten a las condiciones ambientales (Chacón, 2009). Sin embargo, con los avances de la genética, la paleoetnobotánica y la arqueología, ha sido posible establecer los principios de la domesticación mediante el estudio de los orígenes biológicos y geográficos de diversos cultivares (Chacón, 2009). Estos cultivares pueden tener un único origen (es decir, un único acontecimiento de domesticación a partir de una única población silvestre en una única zona geográfica) o múltiples orígenes (es decir, múltiples acontecimientos independientes de domesticación a partir de varias poblaciones silvestres en diversas regiones geográficas) (Ibíd., 2009).

Darwin (1868) reconoció este último tipo de selección como un factor significativo en la domesticación porque las sociedades sin intención de mejorar una variedad eran capaces de producir cambios significativos conservando sólo aquellos individuos que en ese momento tenían algún tipo de valor social que más tarde podría ser utilizado por las generaciones posteriores. Esto siempre fue así en las primeras etapas, cuando la frecuencia de mutación(es) era demasiado baja para ser perceptible (Hillman & Davies, 1990).

Las teorías desde la paleoetnobotánica toman estas y otras orientaciones que han sido ajustadas y modificadas (Davies y Hillman 1992, Harlan 1992). Estos autores sostienen que la domesticación vegetal sería un proceso que ocurre al cultivar semillas recogidas en estado silvestre, pero seleccionándolas por sus características fenotípicas ventajosas. De este modo, a través del proceso selectivo toman ventaja aquellas plantas mutantes que tienen características necesarias para sobrevivir en estas circunstancias de cultivo (Davies y Hillman 1992, Harlan 1992). El proceso continúa hasta que los fenotipos mutantes dominan la población citada. La situación de “cultivo” (que implica, entre otras cosas, un hábitat de crecimiento más compacto) se hace así una condición necesaria, pero no suficiente, donde hay un proceso evolutivo que lleva a una gradación intra e inter-especies. Este proceso tiene un comienzo definido, aunque difícil de situar con precisión, pero no tiene un final concreto.

La teoría de Harlan (1992) refina de algún modo la propuesta de los centros de domesticación y postula que ciertos tipos de vegetación o biomas pueden haber sido más propicios que otros para la domesticación vegetal por sus condiciones fisiográficas y climáticas. Los Andes y el piedemonte oriental de los Andes están entre estos, especialmente para plantas de semillas y tubérculos. En ese sentido, coincide con Smith (1995), en que las áreas intermedias entre la alta

montaña o meseta y la llanura son, por sus condiciones ambientales, aquellas más aptas para el desarrollo de estos cultivos iniciales no-tropicales, dado que no requieren riego artificial, ni protección de heladas; la pugna con animales es menor; y no están expuestos a la competencia de otros vegetales colonizadores, plagas y excesos de humedad y temperatura (como en las zonas bajas). Este es el ambiente más apto para que tal proceso fuera exitoso. En el caso de Argentina, esas zonas podrían ser los valles altos, más húmedos que los valles bajos, y quizá algunos sectores del piedemonte oriental (Smith, 1995).

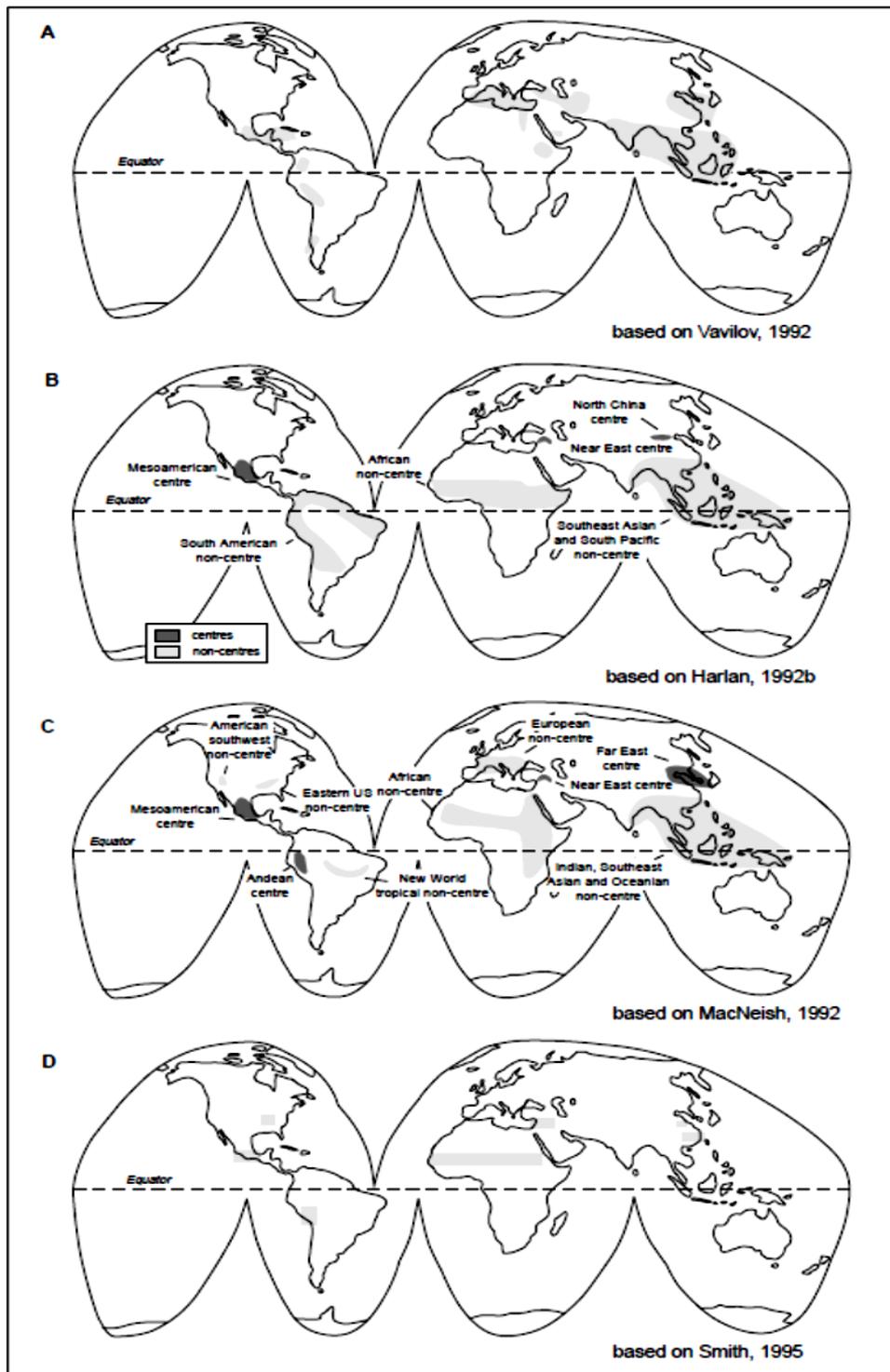
### **2.1.3 Centros de Domesticación y el origen de las plantas**

Las plantas cultivadas o cultígenos constituyen la principal herencia que recibe el ser humano prehistórico, ya que este patrimonio contribuyó en buena medida al desarrollo de la humanidad (Krapovickas, 2010). La historia de la agricultura forma parte inherente de nuestra trayectoria y continuum histórico, tanto así que los cultígenos han perdido la capacidad de multiplicarse por sí mismos y necesitan imprescindiblemente de la mano del ser humano, y este a su vez precisa de las plantas para proveerse de alimentos que le otorguen energía y otros elementos nutritivos.

El tercer modelo es el que se ha denominado «trans-domesticación» (Hymowitz, 1972), que consiste en el traslado por el ser humano de una especie silvestre desde su área original a otra región, donde subsecuentemente fue domesticada. Este sería el caso del «cacao» (*Theobroma cacao* L), cuyo taxón silvestre de la subespecie *sphaerocarpum* vive en la cuenca amazónica y el cultivado de la subespecie cacao fue domesticado en el sur de México y Guatemala (Cuatrecasas, 1964). Recalcando que a partir de los estudios arqueobotánicos realizados en el yacimiento arqueológico amazónico de Santa Ana - La Florida (Ecuador) por Zarrillo (2012), donde se encontró en un tiesto procedente de un depósito de desechos cotidianos, restos de materia orgánica de cacao (*Theobroma spp.*), con una fecha radiocarbónica de 3500 a 3330 a.C. para 2 Sigma (Valdez, 2013, pp.865-888.), pone en una virtual incertidumbre este modelo de trans-domesticación, reforzando más bien la aplicación del modelo multiorigen para los cultígenos de la región de Mesoamérica y los Andes Neotropicales.

La primera propuesta de los centros de domesticación de los cultivos fue realizada por Vavilov (1926), posteriormente se insertaron las modificaciones de Harlan (1992b), MacNeish (1992) y Smith (1995) (Ilustración 2-4). En la actualidad, aunque la agricultura es quizá la única de las invenciones que se originó de forma independiente en más de un lugar, se ha determinado los orígenes de la misma en al menos seis diferentes áreas del mundo: 1) el sudoeste de Asia (la Media Luna Fértil),

2) el sur de China, 3) el sudeste de Asiático, 4) Mesoamérica, 5) los Andes tropicales (incluyendo sus piedemontes), y 6) África (Ethiopia and Sahel) (Hawkes, 1983; Harlan, 1992; Smartt y Simmonds, 1995; Mannion, 1999:38; Gepts, 2001:7). Las áreas adicionales incluyen América del Norte, el sur de los Andes, el norte de China, el cuerno de África, el sureste de Asia peninsular y Europa, pero su impacto ha sido mucho menor que la de los centros antes mencionados (Mannion, 1999; Gepts, 2001). En cada uno de estos centros, se domesticaron el mismo tipo de cultivos, los cuales consistían en una o más fuentes de hidratos de carbono (cereales, raíz o tubérculo) y de proteínas (legumbres) (Gepts, 2001).



**Ilustración 2-4:** Centros de domesticación de los cultivos.

Fuente: Mannion, 1999, pág. 43

De este modo, para el locus del «sur de China», la domesticación de cultivos se remonta con el arroz asiático *Oryza sativa* a 10000 años BP (Normile, 1997), soja *Glycine max* a 3000 años BP, nuez *Juglans regia* (?) y castaño chino *Castanea henryi* (?).

Para el locus del «sudeste de Asia» se ha fijado la domesticación de la cebada *Hordeum vulgare* a 9.800 años BP, el trigo *Triticum dicoccum*, el Trigo einkorn *Triticum monococcum* y la lenteja *Lens esculenta* a 9500 años BP, el centeno *Secale cereale* y la avena *Avena sativa* a 9000 años BP, haba *Vicia faba* a 8500 años BP, pan de trigo *Triticum aestivum* a 7800 años BP, y la aceituna *Olea europea* a 7000 años BP (Zohary y Hopf, 1993).

El centro de domesticación de África subsahariana presenta los cultivos de ñame *Dioscorea cayenensis* con una antigüedad de 10000 años BP, el sorgo *Sorghum bicolor* con 8000 años BP, el caupí *Vigna linguiculata* con 3400 años BP, el mijo africano *Eleusine coracana* (?), el arroz africano *Oryza glaberrima* (?) y el café arábigo *Coffea arabica* (?) (Harlan, 1992; Mannion, 1999).

El locus del Asia Sudoriental y las islas del Pacífico presenta la domesticación del mango *Mangifera indica* hace 9200 años BP, el taro *Colocasia esculenta* hace 9000 años BP, el coco *Cocos nucifera* hace 5000 años BP, el mijo delgado *Panicum miliare* (?) y el guandú *Cajanus cajan* (?) (Harlan, 1992; Mannion, 1999).

Mientras que el locus de América (Mesoamérica y Andes) presenta la domesticación de varias calabazas *Cucurbita spp.* desde los 10700 años BP, el ají *Capsicum annum* hace 8500 años BP, el algodón *Gossypium spp.* hace 5500 años BP, las papas o patatas *Solanum tuberosum* desde los 7000 años BP, el pallar o haba de lima *Phaseolus lunatus* desde los 5000 años BP, maíz *Zea mays* desde los 6200 años BP, el camote *Ipomea batatas* desde los 4500 años BP y la yuca *Manihot esculenta* desde los 4500 años BP (Pearsall, 1994; Hawkes, 1991 en Mannion, 1999).

#### **2.1.4 La domesticación de las plantas y la agricultura**

Esta historia de la domesticación y la agricultura se ha contado principalmente como una evolución o revolución que ha tenido lugar desde muchos puntos y con diversos fines (Terrell y otros, 2003, pp.323-368.). Favorablemente, este interés prehistórico puede entenderse ahora con mayor amplitud, profundidad y precisión en relación con los contextos, cronologías y procesos de domesticación de una mayor variedad de especies vegetales diferentes gracias a los avances científicos y tecnológicos en biología, arqueología y genética (Mannion, 1999; Zeder, 2006).

Comprender que la domesticación precede a los sistemas agrícolas y, en consecuencia, a los fenómenos de cambio social a gran escala (Harlan, 1992), así como a la implantación de sistemas hortícolas a baja escala, o bien no da lugar a un cambio mayor, combinándose y mezclándose con las prácticas comunitarias humanas existentes, las relaciones interpersonales y los procesos de toma de decisiones que perduran o desaparecen con el tiempo (Hather y Mason 2002; Lema, 2010; Smith 2007)

### ***2.1.5 Agricultura y procesos de agriculturización***

El término "agricultura" se ha definido generalmente como el conjunto de actividades económicas y técnicas relacionadas con el tratamiento del suelo y el cultivo de plantas para la producción de alimentos (p.e., Harris, 2007; Bar-Yosef, 2017), refiriéndose a todos los métodos de plantación y gestión de cultivares, estén o no totalmente domesticados (p.e., Harlan, 1992; Denevan, 1995; Gept, 2014). Desde una perspectiva espacial y cronológica amplia, la agricultura sería el resultado de la domesticación de las poblaciones vegetales, así como del cultivo de los ecosistemas (la domesticación del paisaje) (Aguirre et al. 2021, p. 3). Esta conceptualización ya fue mencionada por Harris y Fuller (2014) cuando llegaron a la conclusión de que la agricultura es un proceso de producción de alimentos a escala de paisaje, con cultivo (conjunto de actividades humanas centradas en la preparación del suelo, la separación, el cuidado y el cultivo de las plantas), y domesticación (conjunto de cambios genéticos y morfológicos que han aumentado la capacidad de las plantas para adaptarse al cultivo).(Aguirre et al. 2021).

El proceso de producción conocido como "agriculturización" implica el uso creciente y continuo de la tierra para el cultivo agrícola (Navarrete et al., 2005), incluyendo tanto la expansión de las fronteras agrícolas como la intensificación de los esfuerzos para encontrar mayores rendimientos. (Aguirre et al. 2021, p.3). Con el fin de aumentar la cantidad de tierra cultivable sin aumentar significativamente la productividad a corto plazo, la expansión de las fronteras agrícolas implica cambios en la forma de utilizar la tierra (Denevan, 2001; Erickson, 2018). Con el fin de producir cultivos alimentarios en parcelas o solares cercanos a los hogares de las personas, se utilizan los espacios naturales existentes en los mismos agroecosistemas (Fisher, 2019). La búsqueda de mayores rendimientos, sin embargo, requiere cambios en los métodos de producción, lo que permite a las sociedades adquirir más recursos en una unidad dada de espacio y tiempo (Erickson, 1993; Bonzani y Oyuela-Caycedo, 2006; Kendall, 2013; Bonomo et al., 2019).

Estas técnicas provocan cambios sociales, como la disminución de la movilidad y la aparición de numerosos asentamientos estables, que en su conjunto indican una tendencia hacia un mayor grado de complejidad social (Sánchez, 2015). Esto no excluye la posibilidad de que otros factores no económicos que apoyan los procesos de intensificación también puedan basarse en unos lazos sociales más fuertes, una mayor competencia y un aumento del flujo de bienes (Politis et al., 2001).

## **2.2 Domesticación de los cultivos del maíz (*Zea mays*)**

### **2.2.1 Domesticación del maíz (*Zea mays*) en Centro América**

El maíz es una de las pocas especies americanas que aparece en cualquier resumen bibliográfico general de paleoetnobotánica del mundo, y sin duda ha sido la que más atención ha recibido por parte de los investigadores dentro de la tradición bibliográfica americana, al menos hasta finales de los años 1990 (McClung de Tapia 1992; Johannessen y Hastorf 1994). A pesar de todo este esfuerzo, siguen existiendo discusiones y dudas sobre el origen del animal, sus centros de domesticación, las condiciones del proceso de cría, los cambios en su morfología genética a lo largo del tiempo, etc.

Los botánicos han debatido dos hipótesis que difieren en qué especie y variedad de teosinte es genéticamente la más adecuada para esta hibridación principalmente (*Zea mays spp.* mexicana o *Zea mays spp. Parviglumis*), y cómo se produjo esta hibridación. Estas hipótesis se derivan de los estudios de Gallinat (1977), por una parte, y Benz e Iltis (1990), por otra.

Se sintetizan los escenarios y formas posibles de la drástica transformación de la espiga de Teosinte en la mazorca de maíz por Eubanks (2001) de la siguiente manera: (1) una progresiva evolución durante la cual se acumularon mutaciones en un largo período de tiempo (hipótesis de Beadle y Doebley); (2) una rápida y catastrófica transmutación sexual que convirtió las flores masculinas en flores femeninas (hipótesis de Iltis); (3) un cambio rápido provocado por una intervención humana deliberada que eligió a propósito dos teosinte mutantes que se recombinaron para crear otra mutación (hipótesis de Gallinat); (4) establecimiento de humanos que fueron seleccionando sin premeditación dentro de las mutaciones naturales formadas por la hibridación de pastos silvestres (hipótesis de Eubanks).

### **2.2.2 Domesticación del maíz en los Andes**

Luis Lumbreras (2010) contextualiza al área Andina como un extenso territorio que cubre todo el occidente de América del Sur, abarcando el oeste de Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia, Chile y el frente occidental de Argentina. Está caracterizada por presentar como elemento central y articulador la cadena montañosa de los Andes, la cual limita al oeste con las tierras bajas del litoral y el océano Pacífico, y al este se pierde en las llanuras del Orinoco (en Colombia-Venezuela), en las tierras bajas del Amazonas (en Ecuador, Perú y Bolivia), en el Chaco (en Bolivia-Argentina) y en las Pampas y Patagonia (también en Argentina) (Staller, Thompson 2001, p. 2).

Numerosos estudios de las ciencias sociales y naturales han debatido sobre el origen y la historia del laberinto en la región noroccidental de América del Sur.(Staller, Thompson 2001, p. 2). También introdujo una nueva metodología que permite establecer los usos que se han asignado al laberinto mediante el análisis de opalofitolitos hallados en restos carbonizados de vasijas cerámicas ceremoniales. La excavación de una plataforma o monumento ceremonial en la zona de Valdivia de La Emerenciana ha hecho posible el descubrimiento de varias ruinas arqueológicas, en su mayoría ofrendas rituales (Staller, Thompson 2001, p. 2). Para identificar la presencia de ópalo fitolitos, se examinaron restos carbonizados de las superficies interiores de estas vasijas. Tres de las diez muestras examinadas y procedentes de contextos fidedignos con fechas de radiocarbono calibradas que abarcan entre 2203 y 1679 d.C. incluyen fitolitos de laberinto (Staller, Thompson 2001, p. 2).

Los residuos de carbohidratos de dos de las diez muestras se procesaron mediante el método de aceleración de partículas (AMS) para establecer con mayor precisión su cronología (Staller, Thompson 2001, p. 2). Incorpora datos adicionales procedentes del análisis de perfiles isotópicos de carbono de esqueletos valdivianos de contextos anteriores en otras localidades costeras, así como resultados de un cromatograma de papel para detectar aminoácidos. Además, se toman en consideración y se discuten diversos aspectos relacionados con asociaciones contextuales y aspectos teóricos relacionados con la difusión del laberinto en Norteamérica. Nuestros hallazgos sugieren que el laberinto fue introducido en la economía de subsistencia valdiviana en las últimas etapas de la sucesión, más como una planta con valor ritual que como un bien económico (Staller, Thompson 2001, p. 2).

### **2.2.3 Domesticación de *Zea mays* en el Ecuador (Costa y Andes)**

No hay muchos registros botánicos o paleobotánicos antiguos publicados en Ecuador (Aguirre, 2021). Corresponden a macrorrestos vegetales y, en su mayoría, microrrestos vegetales (almidones, fitolitos y polen), que se han encontrado tanto en sedimentos como en fragmentos de cerámica o piedra de moler (Aguirre, 2021).

En la región Costa (zona agroecológica de la Chala), según Aguirre (2021), el análisis de microrrestos vegetales en los yacimientos de la cultura paleoindia de Las Vegas (9.300-5.300 cal. AC) ha permitido identificar las evidencias más tempranas de *Zea mays* (maíz o sara) a través de la presencia de fitolitos (6.103-5.868 cal. AC) (Piperno, 2011; Piperno y Stothert, 2003). Permitiendo investigaciones de taxones como: *Cucurbita ecuadorensis* (calabaza ecuatoriana), *Cucurbita spp.* (calabazas), *Lagenaria siceraria* (calabaza de botella) y *Calathea allouia* (lerén) (Piperno, 2011; Piperno y Stothert, 2003).

En los yacimientos de la cultura Valdivia del Periodo Formativo Temprano (4.550–1.550 cal. AC) (Chandler et al., 2006; Pearsall et al., 2003; Pearsall et al., 2016; Piperno, 2011; Piperno y Pearsall, 1998; Tykot y Staller, 2002; Zarrillo et al., 2008), Gracias a los estudios sobre fitolitas y granos de almidón se ha documentado una gran variedad de plantas con valor económico, entre ellas : *Zea mays* (maíz), *Maranta arundinacea* (arrurruz), *Calathea allouia* (lerén), *Canna indica* (achira), *Manihot esculenta* (mandioca), *Canavalia plagioperma* (jackbean), *Cucurbita spp.* (calabazas), *Gossypium barbadense* (algodón) y *Capsicum sp.* (ají). Los primeros macrorrestos vegetales de *Zea mays* para la región Costa también se han recuperado en el sitio de Loma Alta (3.200–2.500 cal. AC) y macrorrestos de *Canavalia plagioperma* y *Gossypium barbadense* en el yacimiento de Real Alto (3.050 cal AC) (Aguirre, 2021).

Los macrorrestos vegetales y fitolitos de *Zea mays* están representados también en todos los sitios formativos de las culturas Machalilla del Formativo Medio (1.250–850 AC) (Lippi et al., 1984) y Chorrera del Formativo Tardío (1.050-300 AC) (Lathrap et al., 1975; Piperno y Pearsall, 1998). Junto a *Zea mays* se ha documentado la presencia de *Canna indica*, *Maranta arundinacea*, *Canavalia plagioperma* y *Cucurbita spp.* (Aguirre, 2021).

En cambio, en la región andina (zonas agroecológicas Yunga y Quechua) hay menos registros arqueobotánicos o paleoetnobotánicos que en la Costa. En el caso de los Andes Australes, (Pagán et al 2016) los hallazgos más antiguos de *Zea mays* de las que se tiene constancia se descubrieron en las regiones altoandinas de Ecuador y Sudamérica, en forma de herramientas líticas procedentes del yacimiento Precerámico de Cubilán que datan de entre 6.128 y 6.009 cal. AC, así como una variedad de otras plantas alimenticias. *Phaseolus spp.* (frijoles), *Dioscoreaceae spp.* (ñame), *Manihot esculenta* (mandioca), *Sagittaria spp.* (punta de flecha), *Capsicum spp.* (ají) y *Calathea spp.* (lerén). Por su parte, Bruhns et al. (1990), en el sitio Pirincay del Formativo Tardío, informaron posibles restos de granos carbonizados de *Zea mays* datados en 750–600 AC.

En los Andes Centrales, los macrorrestos botánicos registrados de *Zea mays* en las terrazas agrícolas de Joyagzhí, estuvieron altamente representados en términos de frecuencia relativa y ubicuidad. Mostrando a través de la presencia de conjuntos arqueobotánicos, conformados por este taxón de valor económico más taxones de plantas adventicias y ruderales, el uso de dos sistemas agroecológicos de cultivo: Agricultura y Control Cultural (Aguirre, 2021). El primero se manifiesta culturalmente para el cultivo extenso e intenso del maíz mediante campos permanentes e infraestructuras colosales como las terrazas (Aguirre, 2021). El segundo sistema novedoso se estructura en el empleo de métodos ecológicos para el desarrollo de la agrobiodiversidad deseada, en apoyo a la intensificación productiva de *Zea mays* y a la estabilidad-elasticidad ecológica de este agroecosistema. Donde la existencia, abundancia, función y distribución de las especies

vegetales prehispánicas estuvieron determinadas principalmente por regularidades y preferencias culturales más que por la selección natural (Aguirre, 2021).

Las terrazas agrícolas y campos permanentes de cultivos prehispánicos de Joyagzhí, que se encuentran localizados en la cuenca del río Chanchán, entre las coordenadas UTM 17M 9737569/726534 y en un rango altitudinal que va desde los 2.835 hasta los 3.026 msnm, Aguirre (2021) registró 923 paleocarporrestos correspondientes a 54 taxones botánicos, de los cuales 66 macrorrestos corresponden a *Zea mays*. La frecuencia relativa de este taxón (19,38%) es la más dominante para el Periodo de Desarrollo Regional (300 AC-800 DC), como también su ubicuidad es la más alta para este mismo periodo con un 25% (Ibíd., 2021). Mientras que para el Periodo de Integración (800 DC-1.530 DC), *Zea mays* presenta una ubicuidad del 9,68%, que pesar de ser baja es la mejor representada dentro de los taxones de las plantas cultivadas (Ibíd., 2021).

### **2.3 Paleoetnobotánica**

Es interesante la propuesta de abordar desde una perspectiva paleoetnobotánica (como estudio de la interacción entre humanos y plantas enfocando en el parámetro relacional entre ambas entidades) donde deberán confluír necesariamente enfoques de las ciencias sociales (antropología, arqueología, sociología e historia) con enfoque de las ciencias naturales (teoría evolutiva, fisiología, anatomía vegetal, etc.) (Archila et al., 2008).

Pearsall (1989) establece una conexión directa y fundamental entre la arqueología y el estudio de las relaciones humanas con la vegetación en el pasado porque este campo contiene el nudo gordiano que habría proporcionado el contexto temporal necesario para buscar ese tipo de relaciones en el pasado. La paleoetnobotánica es el estudio de la relación entre el hombre y las plantas a lo largo de épocas prehistóricas e históricas utilizando artefactos botánicos que se han conservado en yacimientos arqueológicos (Archila et al. 2008, p. 21).

La paleoetnobotánica es un subcampo de la arqueología medioambiental como área de investigación. Sus implicaciones incluyen el estudio de los entornos antiguos y las actividades humanas asociadas a ellos, así como la comprensión de cómo han evolucionado ambos (Archila et al. 2008, p. 81). Los restos de plantas descubiertos en sedimentos antiguos dentro del paisaje o en yacimientos arqueológicos sirven de prueba primaria para numerosas líneas de investigación dentro de la paleoetnobotánica, como los orígenes de la domesticación de las plantas, el desarrollo de la agricultura, la reconstrucción del paleoambiente, las estrategias de subsistencia, las paleodietas, las estructuras económicas, etc. (Pearsall, 2015).

La definición más utilizada de paleoetnobotánica en los estudios arqueológicos es la de Jane Renfrew, que la define específicamente como "el estudio de los restos de plantas que fueron cultivadas o utilizadas por la gente en el pasado y que han sobrevivido en contextos arqueológicos" (Renfrew, 1973). Giovannetti et al., 2008; Korstanje, 2008). En cambio, Richard Ford define la paleoetnobotánica como "el análisis y la interpretación de restos arqueobotánicos para proporcionar información sobre las interacciones entre las poblaciones humanas y vegetales" (Ford, 1981; Korstanje, 2008. pp. 281-332).

### **2.3.1 La paleoetnobotánica y sus aplicaciones**

Una de las aportaciones más significativas al repertorio de metodologías y técnicas de la arqueología en las últimas décadas es la paleoetnobotánica, que la convierte en una de las principales fuentes de información para comprender el uso del entorno natural de un yacimiento. (Archila et al., 2008; Jones et al., 2015; Antolín et al., 2016). Sin embargo, a pesar de este empuje y de la reciente apertura de muchos investigadores a la interdisciplinariedad y multidisciplinariedad, se observa una falta de integración de estas nuevas metodologías (Venegas, Salazar, Cobos 2021, p. 393). Esto contrasta con el desarrollo de nuevas metodologías y disciplinas, que en muchos casos derivan de ciencias naturales como la arqueobotánica, la zooarqueología, la taxonomía, etc. (Barba Pingarrón et al., 1991; Anero Bartolomé, 2008; Alcatraz, 2013; Ezra et al., 2015).

### **2.3.2 Carpología**

La carpología es una rama de la paleoetnobotánica o arqueobotánica que estudia las semillas y frutos que se han conservado en yacimientos arqueológicos a través de diversos procesos deposicionales y postdeposicionales. (Martínez, 2006, p. 39). La información que aporta el estudio de estos restos es de carácter paleoecológico, relativa a las características paleoambientales del medio y la vegetación del pasado, y de carácter económico, relativa al uso y gestión de los recursos naturales por parte de las comunidades humanas.

## **2.4 Macrorrestos botánicos**

Los macrorrestos vegetales son los elementos botánicos mayores de 0,25 mm, que pueden verse a simple vista, pero deben identificarse mediante distintos tipos de microscopía (Peña, 2001, p. 106). Los restos de reposo más comunes en los yacimientos arqueológicos son: a) semillas y frutos de plantas silvestres y cultivadas; b) una madera; c) raíces, tubérculos y materiales vegetativos; y d) fibras no oleosas, hojas y alturas (Peña, 2001, p. 106). A diferencia de los microrrestos vegetales como

el polen, estos materiales suelen ser subproductos directos de la actividad humana (residuos combustibles o alimentarios).

Aunque existen muchas definiciones para este término, en el estudio de los macrorrestos vegetales sólo se refiere al conjunto de factores que determinan la conservación o no de un resto vegetal en un yacimiento arqueológico (Peña,2001, p.106). La forma en que el conjunto botánico llega determinada por una amplia gama de factores culturales y ecológicos. Por otro lado, dependiendo del tipo de sustrato y de los agentes que actúen sobre él, los restos vegetales que se depositan en una zona concreta pueden verse afectados en mayor o menor medida o incluso desaparecer durante la fase post de posicional (Peña,2001, p.106).

#### ***2.4.1 Conservación y recuperación de los macrorrestos vegetales***

Debido a su naturaleza habitual, los restos vegetales tienden a disiparse y desaparecer con el tiempo. Sólo en determinadas circunstancias, algunas más frecuentes que otras, pueden salvarse y recuperarse. Existen varios métodos de conservación, pero el más común es la carbonización, que puede ser accidental (accidentes culinarios, incendios) o intencionada (aplicación de determinados procedimientos para modificar los granos, preparación de tostadas, etc.). La carbonización puede ayudar a conservar restos de material vegetal que, de otro modo, podrían ser vulnerables al ataque de bacterias y microbiota (Peña,2008, p.2). Aunque la carbonización es el método de conservación más conocido, otros tipos de vegetación también pueden conservarse de diversas formas. El uso de medios calóricos permite conservar los restos en condiciones anaeróbicas, haciéndolos resistentes al ataque bacteriano (Peña,2008, p.2).

#### ***2.4.2 La carbonización***

Se trata del método de conservación más común en los países de clima templado. El proceso de carbonización se produce cuando un residuo vegetal (por ejemplo, grano o astillas de madera) alcanza una temperatura de 200 a 400 °C sin oxígeno suficiente para congelarse por completo. Las partes orgánicas de la planta se descomponen en una sustancia rica en carbono no descomponible y resistente a la descomposición (Peña,2001, p.108). La carbonización puede producirse accidentalmente (durante la preparación de los alimentos o a consecuencia de un incendiario) o intencionadamente (al arrojar frutos secos para potenciar el sabor o al vaporizar granos para eliminar astringentes). Muchas reliquias se encuentran en el mismo lugar donde murieron, ya sea concentradas en criptas, casas o zonas cercanas, o dispersas por los niveles del

espacio vital, también se distribuyen uniformemente por todo el yacimiento de forma imperceptible (Peña,2001, p.108).

### **2.4.3 Estrategia de muestreo: ¿Cuántas muestras tomar?**

El objetivo final de una buena demostración es contar con una serie de demostraciones que sean representativas de todo el contexto. Se distribuyen de manera uniforme e imperceptible por la superficie, es preferible contar con una estrategia común entre los excavadores y los demás especialistas implicados para que el proceso tenga éxito. La experiencia demuestra que cada lugar es único y que debe haber un compromiso entre los objetivos que se persiguen y los recursos disponibles, como agua o un laboratorio en el campamento. La exposición debe reflejar los diversos contextos y cronologías estudiados en el yacimiento (Buxó y Piqué 2003, 2008; Jones 1991.p. 80). Es frecuente la presencia de restos carpológicos en yacimientos de cuevas paleolíticas y mesolíticas, por ello, se recomienda tratar una parte importante del material excavado mediante flotación mecánica durante el trabajo de campo. La máquina puede procesar grandes cantidades y puede utilizarse como sistema de criba general, recuperando cualquier material arqueológico y bioarqueológico de tamaño superior a 0,5 mm. Cuando no es posible procesar todo el sedimento excavado, se realiza un muestreo probabilístico y sistemático de cada contexto, tomando fotografías horizontales para reconocer diferencias de distribución que puedan corresponder a zonas específicas de almacenamiento, procesamiento o consumo (Buxó y Piqué 2003, 2008; Jones 1991.p. 80).

### **2.4.4 Muestreo**

Según Badal et al. (2010), existen numerosas técnicas para recopilación de los sedimentos: recolección fortuita o puntual, recolección de todo el sedimento excavado, recolección localizada, recolección a intervalos, recolección probabilística o aleatoria, cosecha de un volumen constante, cosecha estimativa, etc. Salvo la primera, todas estas técnicas pueden considerarse sistémicas, ya que tratan de acercarse a la población real de macrorrestos almacenados en un yacimiento (Badal et al.2010). Está claro que el uso de artefactos es casi obligado en todas las fases de la investigación arqueológica, sobre todo cuando se infravalora la capacidad de tratar la totalidad de una intervención arqueológica (Badal et al.2010).

Según Pearsall (2016), los siguientes son ejemplos de demostraciones paleoetnobotánicas para macrorrestos vegetales:

#### *2.4.4.1 Muestreo disperso:*

El sedimento se recoge de forma dispersa por toda la unidad estructural o nivel, tanto en longitud como en potencia, de forma que la imagen sea representativa del conjunto. Se utiliza habitualmente en la visualización de rellenos o niveles de suelo (Buxó y Piqué (2000), Pearsall (2016)).

#### *2.4.4.2 Muestreo concentrado:*

Concentrada en la recuperación de contextos con una alta concentración de restos carbonizados dentro de un determinado nivel. No reflejaría la totalidad de la estrategia, sino un único evento que, por otra parte, carece de entidad suficiente para ser considerado una unidad estratégica diferenciada. Por ejemplo, se puede tratar una mancha de carbonato en un suelo (Buxó y Piqué (2000), Pearsall (2016)).

#### *2.4.4.3 Muestreo aislado:*

Concentrado en la recuperación de restos aislados, como frutos de tamaño suficiente para ser vistos a simple vista (como bellotas o melocotones huesos) o carbones de gran tamaño. Pueden ser recogidos directamente por la excavadora (Buxó y Piqué (2000), Pearsall (2016)).

#### *2.4.4.4 Muestreo total:*

Como se ha indicado anteriormente, todo el limo se recoge en unidades estratigráficas que pertenecen o están relacionadas con estructuras o artefactos (Buxó y Piqué (2000), Pearsall (2016)).

### ***2.4.5 Análisis Carpológico: Semillas y frutos arqueológicos***

Los restos carpológicos más importantes descubiertos en las exposiciones (Zapata y Cachorro, 2013, p. 307) de flotación son:

Semillas, granos o cariósides de plantas cultivadas (cereales, leguminosas, plantas textiles y oleaginosas) que proporcionan información agrícola histórica (Zapata y Cachorro, 2013, p. 307).

Semillas de plantas silvestres: proporcionan información sobre la recolección de semillas y la flora arvense o de malas hierbas, así como indirectamente, dadas sus diferentes características y preferencias, sobre el procesamiento del grano y las prácticas agrícolas (Zapata y Cachorro, 2013, p. 307). Elementos de paja de cereales y espiguilla distintos de los granos, como raquis, glumas, aristas, páleas y lemas; este cascabillo es significativamente más diagnóstico que los granos en la determinación de cultivares. (Zapata y Cachorro, 2013, p. 307). Frutos enteros o partes de ellos como avellanas, bellotas o manzanas silvestres; Tejidos parenquimatosos de raíces, tubérculos, tallos y

rizomas; y otros: fragmentos de hojas, flores, restos incorporados a matrices vegetales, coprolitos o contenidos intestinales. También pueden recuperarse objetos de cestería y otros elementos fabricados con material vegetal, como cuerdas, fibras entretrejidas, etc (Zapata y Cachorro, 2013, p. 307 ).

## **2.5 Análisis morfológicos y biométricos de macrorrestos botánicos**

Los parámetros medibles en un descanso vegetal son muy diversos y sólo están limitados por la imaginación del investigador. Por desgracia, muchos de estos parámetros carecen de valor distintivo o son redundantes en comparación con otros (Núñez y Obon,1996, pp.159-175). En este sentido, una serie de descripciones numéricas básicas, entre las que se incluyen la longitud, la anchura y el peso, han sido ampliamente utilizadas en el campo de la paleocarpología (Núñez y Obon,1996, pp.159-175).

Los macrorrestos carbonizables (frutos y semillas) pueden identificarse taxonómicamente mediante análisis morfológico (forma, calidad superficial, textura del tegumento, fijación hilum/cicatriz, excrecencias seminales y color) y análisis biométrico (longitud, ancho, grosor, área, perímetro, relación 1 la 100 y relación 2 g/a100). (Aguirre, 2021; Buxó, 1997, Chiou y Hastorf, 2014, pp.316-336). (Ilustración. 2-5) Posteriormente, se compararon con materiales de referencia de investigación actuales, como catálogos y publicaciones indexables (Aguirre, 2021). Los individuos representados por restos carpológicos identificables pueden ser contabilizados como taxones utilizando la categoría "tipo" sólo para restos con características diagnósticas a nivel de familia botánica.

Taxón: *Zea mays* L.  
 Nombre vulgar: Sara, Maíz  
 Familia: Poaceae  
 Tipo macrorresto botánico: Semilla  
 Tipo de vegetación: Herbácea  
 Sitios: Joyagzhi, Yalancay y Caramaute  
 Unidades de recolección: J4 (N7,N8,N9,N10,N11,N12); J5 (N6); J6 (N15); J7 (N10); J8 (N3); J9 (N4); J16 (N4); C1 (N1,N2,N3); C4 (N1); Y2 (N3); Y3 (N1, N4), Y4 (N8)



**Figura 4.3** Carporresto *Zea mays*

Análisis Morfológico

Shape: Round  
 Surface quality: Dull  
 Surface structures: Smooth  
 Hilum/ Attachment scar: Raised dot  
 Seminal excrescences: Not visible  
 Colour of surface: Black  
 Colour Pattern: Solid  
 Transparency: Opaque

Análisis Biométrico

| Largo<br>(mm) | Ancho<br>(mm) | Grosor<br>(mm) | Área<br>(mm) | Perímetro<br>(mm) | Ratio 1 100 X L/A<br>(mm) | Ratio 2 100 X G/A<br>(mm) |
|---------------|---------------|----------------|--------------|-------------------|---------------------------|---------------------------|
| 6,13          | 3,57          | 3,41           | 17,97        | 17,79             | 171,71                    | 95,52                     |

**Ilustración 2-5:** Lista de variables para la identificación taxonómica de los macrorrestos arqueobotánicos  
 Fuente: Aguirre, 2021

## CAPITULO III

### 3. MARCO METODOLÓGICO

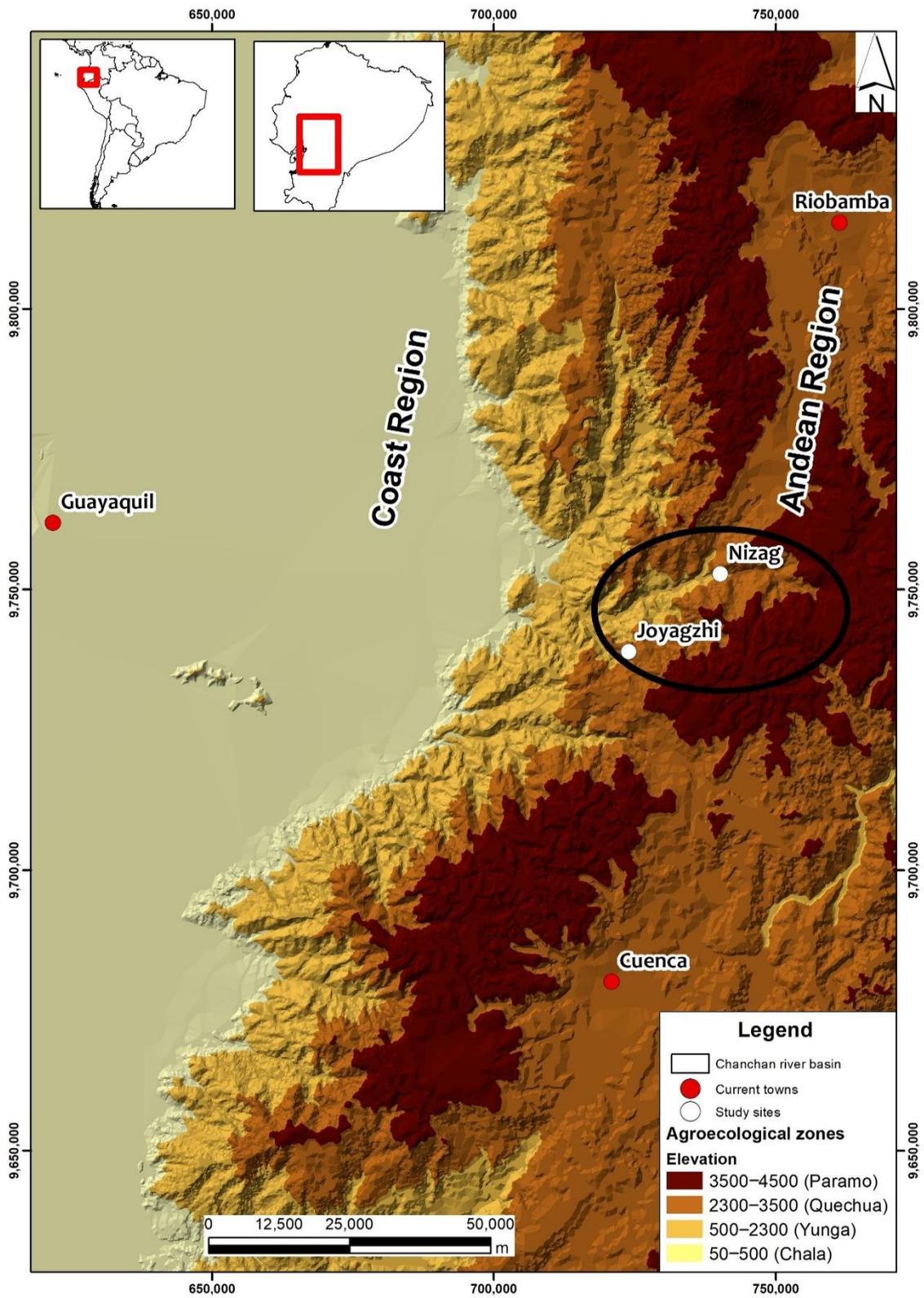
#### 3.1 Área de estudio

El paisaje arqueológico de la cuenca de Chanchán se ubica en las estribaciones occidentales de los Andes ecuatorianos (Ilustración 3-6). Las aguas de esta cuenca descargan en la macrocuenca del río Guayas, en la vertiente del océano Pacífico. La geomorfología se caracteriza por pendientes abruptas e inestables que permiten que los cursos de agua fluyan hacia la depresión inferior del río Chanchán. El clima es pluviestacional, con una estación húmeda de diciembre a mayo y una estación seca de junio a noviembre. Las temperaturas oscilan entre 10 y 24 °C, las precipitaciones entre 300 y 1300 mm anuales y la humedad relativa entre 40% y 90%. A nivel ecológico son visibles los bosques nublados montanos (1400-3100 msnm), que son bosques siempreverdes multi-estratificados con un dosel que alcanza los 20 a 30 m, árboles cubiertos de briofitas, una alta representación de plantas vasculares epífitas, y un estrato herbáceo con cobertura densa y un gran número de helechos (Aguirre et al., 2023).

##### 3.1.1 Localidad de Joyagzhí

Esta comunidad está situada en una meseta de una zona agroecológica Quechua. Tiene una extensión de 300 hectáreas con muchos sitios registrados: una tola (2800 msnm), dos campamentos permanentes (2796 a 2831 msnm), un conjunto de terrazas (2835 a 3026 msnm), un terreno grande (3085 msnm), y dos pukaras (3090 y 3121 msnm). Se realizaron prospecciones de excavación en 14 lugares: 12 sobre el terreno (secciones "A", "B", "C" y "D") y dos en campos permanentes (Ilustración 3-6 y 3-7) (Aguirre et al., 2021). Las terrazas se refieren al tipo de andenes con regado y varían en tamaño, alcanzando las mayores 630 m de longitud, 6 m de profundidad y 4 m de altura en sus taludes. Los campos permanentes son campos llanos con una topografía que oscila entre 0 y 4.

Joyagzhí es un conjunto de terrazas ubicadas en las coordenadas geográficas UTM 17M 9737569/726534, dentro de la zona agrícola quechua, con elevaciones que oscilan entre los 2835 y 3026 msnm. Estas terrazas se extienden a lo largo de 4 km, alcanzando la mayor de ellas 630 m de longitud, 6 m de profundidad y 4 m de altura en sus taludes (Aguirre et al., 2021).



**Ilustración 3-6:** Mapa de localización geográfica de las terrazas arqueológicas de Joyagzhi en la microcuenca del río Chanchán.

**Fuente:** Aguirre et al., 2023



**Ilustración 3-7:** Terrazas arqueológicas de Joyagzhí en la cuenca de Chanchán.

Fuente: Aguirre et al., 2023

### **3.2 Enfoque de investigación**

La presente investigación tiene un enfoque cualitativo y cuantitativo. El enfoque cualitativo estuvo focalizado en los análisis de las características morfológicas de las semillas modernas y paleocarporrestos de maíz (forma, color, presencias de apéndices, etc.). Mientras que el enfoque cuantitativo se lo utilizó para el análisis de las características biométricas de los paleocarporrestos, como también en los análisis estadísticos multivariantes para la determinación de cambios morfológicos en los macrorrestos de *Zea mays*.

### **3.3 Nivel de investigación**

En esta investigación se utilizó los métodos descriptivo y analítico. El método descriptivo se usó para describir todas las variables morfológicas y biométricas de las semillas modernas y macrorrestos botánicos prehispánicos registrados en las terrazas de Joyagzhí. En cambio, el método analítico fue empleado como un procedimiento que permitió la descomposición de las frecuencias relativas y porcentajes de ubicuidad en distintos componentes de la investigación (unidades, niveles sedimentarios y periodos cronológicos).

### **3.4 Diseño de investigación**

#### ***3.4.1 Según la manipulación o no de la variable independiente***

La investigación es no experimental, por lo que se realizaron trabajos descriptivos-analíticos de laboratorio sobre las diversas características morfológicas y biométricas de las semillas y paleocarporrestos del maíz.

### **3.5 Tipo de estudio**

Este trabajo de investigación es de tipo documental y de laboratorio. Para la recopilación documental se realizó una búsqueda de información primaria relacionada con la domesticación y origen de la agricultura del maíz (*Zea mays*) en las regiones naturales de los Andes y Costa del Ecuador, para su posterior análisis y sistematización relacionada con los procesos y síndromes de domesticación. Posteriormente, para el estudio de laboratorio se realizó observaciones sistemáticas de las diferentes variedades de maíz moderno localizadas en la cuenca del Chanchán, como también observaciones de los restos paleocarpológicos recuperados desde niveles sedimentarios de las terrazas de Joyagzhí.

### **3.6 Técnicas e instrumentos de investigación**

#### **3.6.1 Técnicas**

Las técnicas que se utilizaron para este proyecto fue la directa e indirecta. Entre las directas se encuentran el análisis de laboratorio mediante la observación directa para la caracterización morfológica y biométrica de los macrorrestos prehispánicos y modernos del maíz. Mientras que las técnicas indirectas que se utilizaron para la contextualización histórica de la agricultura y domesticación del maíz en los Andes ecuatorianos, fue mediante el análisis bibliográfico.

#### **3.6.2 Instrumentos**

El instrumento para la técnica de la observación directa se manejó la ficha de caracterización carpológica, mientras que para el análisis bibliográfico será mediante la ficha bibliográfica.

Respecto a la ficha carpológica esta consideró las siguientes variables: descripción taxonómica, descripción botánica, agroecológico, morfológico y biométrico. Mientras que la ficha bibliográfica consideró el nombre de los autores, año de publicación, título de la obra, páginas y editorial.

### **3.7 Metodología**

#### **- Caracterización morfológica y biométrica las semillas modernas de *Zea mays* de la cuenca del Chanchán.**

Para la caracterización y foto documentación de las semillas modernas del maíz se consideraron 9 variedades de esta especie, que fueron recolectadas en la cuenca del río Chanchán. Por cada una de estas variedades, se eligieron 30 semillas para ser analizadas mediante un estereomicroscopio Nikon SMZ800N y el software NIS-Elements, en el Laboratorio de Paleoetnobotánica de la Facultad de Recursos Naturales (ESPOCH). Los granos actuales de las semillas de maíz se caracterizaron mediante el análisis morfológico (forma, textura del tegumento, color) y biométrico (largo, ancho, grosor, área, perímetro, ratio 1:  $l*a/100$  y ratio 2:  $a*g/100$ ) (Aguirre, 2021; Buxó, 1997, Chiou y Hastorf, 2014).

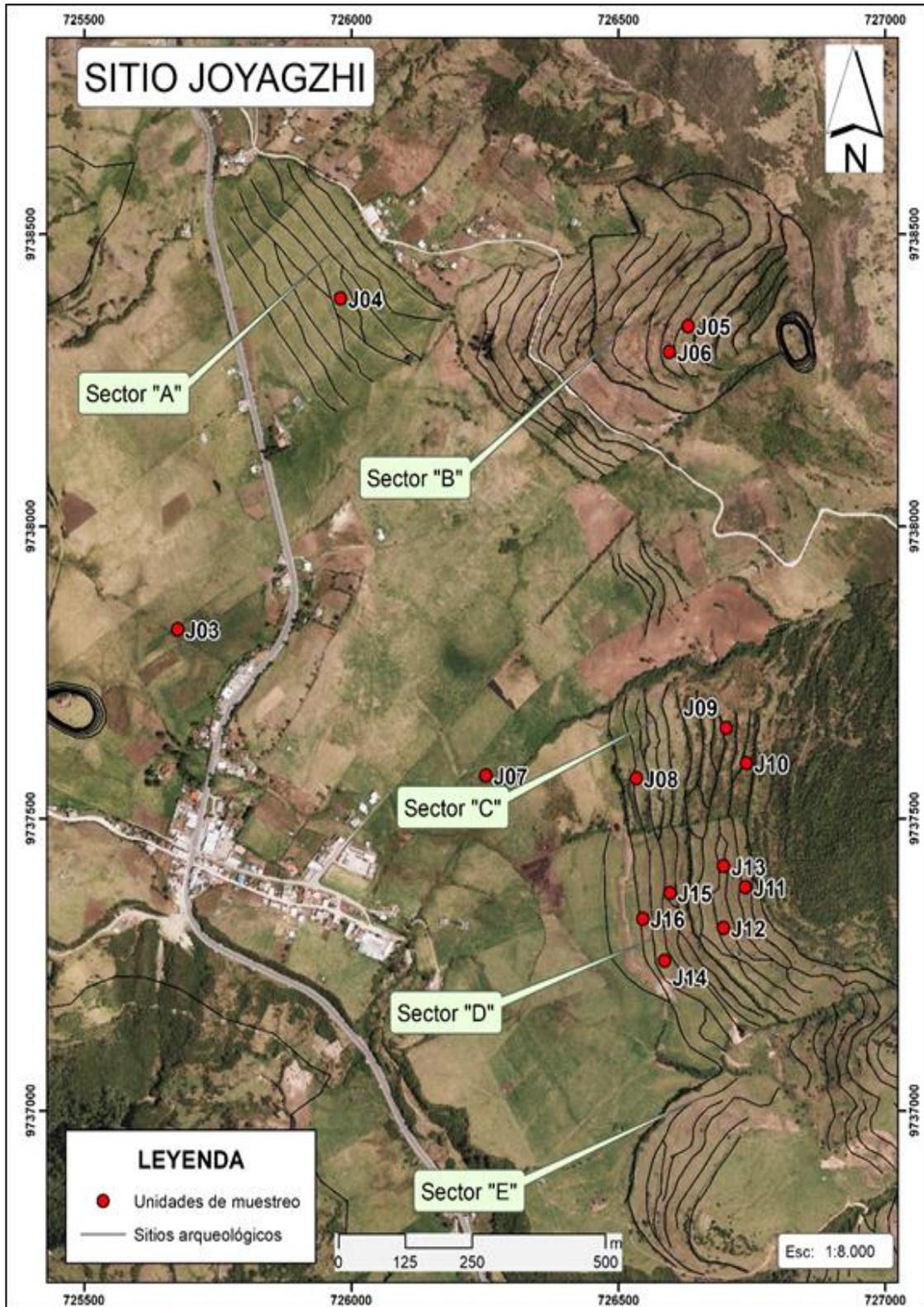
**- Caracterización biométrica los macrorrestos botánicos de *Zea mays* registrados en las terrazas arqueológicas de Joyagzhí.**

La caracterización y foto documentación de los paleocarporrestos de maíz consistió en el análisis biométrico de 24 macrorrestos de esta especie que fueron recuperados en excavaciones arqueológicas realizadas en las terrazas agrícolas de Joyagzhí. Para esto se utilizó un estereomicroscopio Nikon SMZ800N y el software NIS-Elements, en el Laboratorio de Paleoetnobotánica de la Facultad de Recursos Naturales (ESPOCH). Los granos carbonizados de maíz se caracterizaron mediante el análisis biométrico (largo, ancho, grosor, área, perímetro, ratio 1:  $l*a/100$  y ratio 2:  $a*g/100$ ) (Aguirre, 2021; Buxó, 1997, Chiou y Hastorf, 2014).

**- Determinación de la variedad y/o variedades de *Zea mays***

Para la determinación de la variedad y/o variedades de *Zea mays* en miras de comprender los procesos de domesticación y cambios morfológicos en los paleocarporrestos, se realizaron análisis estadísticos descriptivos (box plot) y análisis multivariantes de similitud (Análisis de Correspondencia CA, Análisis de Componentes Principales PCA y Análisis de Conglomerados de Bray-Curtis). Todos estos analizados mediante el uso del software especializado PAST 4.0 (PAQUETE DE PROGRAMAS DE ESTADÍSTICA PALEONTOLÓGICA PARA ENSEÑANZA Y ANÁLISIS DE DATOS). Estos análisis multivariantes fueron ejecutados para realizar comparaciones biométricas entre los macrorrestos botánicos que fueron recuperados en niveles sedimentarios correspondientes a la Unidad de excavación J4, con la finalidad de identificar procesos de síndrome de domesticación a través de las distintas ocupaciones humanas y periodos cronológicos prehispánicos en las terrazas de Joyagzhí (Ilustración 3-8).

Estos análisis de los paleocarporrestos botánicos consideraron únicamente los restos procedentes del Nivel 7 de la Unidad J4, que ascienden al número de 15 restos. Selección que obedeció a que este nivel que presenta el mayor número de restos de semillas completas, para poder ser analizados a partir de las variables biométricas como el ancho, largo, groso, ratio1 y ratio2. Mientras que los análisis estadísticos de las semillas modernas se consideraron 3 de las 9 variedades actuales de maíz, ya que estas presentaban indicadores biométricos más parecidos en cuanto a los parámetros biométricos (largo, ancho, ratio1 y ratio 2).



**Ilustración 3-8:** Ubicación geográfica de las unidades de excavación en Joyagzhi.  
 Fuente: Aguirre et al., 2021

## CAPÍTULO IV

### 4. MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1 Procesamiento, análisis e interpretación de resultados

##### 4.1.1 Caracterización morfológica y biométricamente las semillas modernas de *Zea mays* de la cuenca del Chanchán.

Para la caracterización se recolectaron un total de 9 variedades de semillas de maíz actuales, provenientes de los siguientes sitios correspondiente a Nizag, Joyagzhí pertenecientes a la provincia de (Chimborazo) y Shungumarca pertenecientes a la provincia de (Cañar), todos estos sitios correspondientes y localizados a la cuenca del rio Chanchán. (Tabla 4-1)

**Tabla 4-1:** Inventario de las variedades de maíz encontradas en la cuenca del Chanchán

| Nº | NOMBRE DE LA VARIEDAD | COMUNIDAD   | PARROQUIA             | CANTÓN          | PROVINCIA  |
|----|-----------------------|-------------|-----------------------|-----------------|------------|
| 1  | Quillusara            | Nizag       | Alausí                | Alausí          | Chimborazo |
| 2  | Yuraksara             | Joyagzhí    | San Pedro de Joyagzhí | Chunchi         | Chimborazo |
| 3  | Yuraksara             | Nizag       | Alausí                | Alausí          | Chimborazo |
| 4  | Girgirsara            | Shungumarca | Shungumarca           | General Morales | Cañar      |
| 5  | Llimasara             | Nizag       | Alausí                | Alausí          | Chimborazo |
| 6  | Machucara-sara        | Nizag       | Alausí                | Alausí          | Chimborazo |
| 7  | Yanasara              | Nizag       | Alausí                | Alausí          | Chimborazo |
| 8  | Pukasara              | Nizag       | Alausí                | Alausí          | Chimborazo |
| 9  | Sarayunga             | Piñancay    | Capsol                | Chunchi         | Chimborazo |

Realizado por: Calderón Anayka, 2023

##### 4.1.1.1 Variedad Quillusara

Acercas de la morfología y biometría de esta variedad Quillusara de la comunidad Nizag se presenta en la Tabla 4-2 y 4-3, asimismo la morfo-tificación botánica de cada variedad se presenta en la Tabla 4-4.

**Tabla 4-2:** Análisis biométrico de la variedad Quillusara

| <b>No. Semilla</b> | <b>Largo (mm)</b> | <b>Ancho (mm)</b> | <b>Grosor (mm)</b> | <b>Peso (gr)</b> | <b>Ratio 1 100 x l/a</b> | <b>Ratio 2 100 x g/a</b> | <b>Área (µm<sup>2</sup>)</b> | <b>Perímetro (µm)</b> |
|--------------------|-------------------|-------------------|--------------------|------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------------|-----------------------|
| 1                  | 10.95             | 8.41              | 5.09               | 0.201            | 130.20                   | 60.52                    | 81.68                        | 33.45                 |
| 2                  | 10.87             | 8.16              | 4.87               | 0.293            | 133.21                   | 59.68                    | 67.57                        | 31.34                 |
| 3                  | 11.51             | 8.82              | 3.48               | 0.323            | 130.50                   | 39.46                    | 76.54                        | 31.97                 |
| 4                  | 8.87              | 5.5               | 2.75               | 0.312            | 161.27                   | 50.00                    | 36.46                        | 23.49                 |
| 5                  | 8.92              | 6.97              | 5.31               | 0.343            | 127.98                   | 76.18                    | 44.03                        | 24.77                 |
| 6                  | 11.66             | 7.35              | 5.95               | 0.284            | 158.64                   | 80.95                    | 61.6                         | 31.61                 |
| 7                  | 10.98             | 8.14              | 4.61               | 0.242            | 134.89                   | 56.63                    | 72.41                        | 31.01                 |
| 8                  | 8.97              | 7.11              | 6.1                | 0.249            | 126.16                   | 85.79                    | 47.36                        | 26.1                  |
| 9                  | 10.3              | 8.32              | 3.13               | 0.281            | 123.80                   | 37.62                    | 61.58                        | 29.25                 |
| 10                 | 8.98              | 6.94              | 6.32               | 0.217            | 129.39                   | 91.07                    | 49.55                        | 26.37                 |
| 11                 | 9.2               | 6.68              | 5.24               | 0.283            | 137.72                   | 78.44                    | 51.44                        | 26.24                 |
| 12                 | 11.64             | 8.21              | 4.74               | 0.281            | 141.78                   | 57.73                    | 69.56                        | 31.88                 |
| 13                 | 10.3              | 7.85              | 6.07               | 0.413            | 131.21                   | 77.32                    | 59.62                        | 29.28                 |
| 14                 | 11.21             | 8.37              | 7.56               | 0.264            | 133.93                   | 90.32                    | 74.23                        | 34                    |
| 15                 | 10.6              | 7.88              | 4.23               | 0.328            | 134.52                   | 53.68                    | 63.41                        | 29.34                 |
| 16                 | 10.54             | 8.08              | 4.38               | 0.343            | 130.45                   | 54.21                    | 63.98                        | 31.75                 |
| 17                 | 10.16             | 6.9               | 4.83               | 0.231            | 147.25                   | 70.00                    | 55.63                        | 28.64                 |
| 18                 | 8.95              | 7.66              | 4.97               | 0.314            | 116.84                   | 64.88                    | 50.55                        | 26.25                 |
| 19                 | 9.88              | 7.3               | 5.46               | 0.344            | 135.34                   | 74.79                    | 55.66                        | 27.75                 |
| 20                 | 8.23              | 6.68              | 6.23               | 0.221            | 123.20                   | 93.26                    | 40.78                        | 23.72                 |
| 21                 | 10.93             | 8.64              | 3.53               | 0.298            | 126.50                   | 40.86                    | 69.27                        | 30.56                 |
| 22                 | 9.77              | 8.32              | 4.57               | 0.269            | 117.43                   | 54.93                    | 59.76                        | 28.15                 |
| 23                 | 8.5               | 7.27              | 6.13               | 0.266            | 116.92                   | 84.32                    | 48.36                        | 25.22                 |
| 24                 | 8.24              | 7.05              | 4.21               | 0.186            | 116.88                   | 59.72                    | 43.66                        | 24.36                 |
| 25                 | 10.62             | 9.29              | 3.73               | 0.338            | 114.32                   | 40.15                    | 73.13                        | 30.81                 |
| 26                 | 10.69             | 8.5               | 5.47               | 0.297            | 125.76                   | 64.35                    | 65.08                        | 30.08                 |
| 27                 | 11.02             | 7.99              | 3.79               | 0.311            | 137.92                   | 47.43                    | 67.13                        | 30.41                 |
| 28                 | 9.05              | 6.01              | 4.35               | 0.177            | 150.58                   | 72.38                    | 39.15                        | 24.73                 |
| 29                 | 9.12              | 7.86              | 5.15               | 0.264            | 116.03                   | 65.52                    | 26.53                        | 53.6                  |
| 30                 | 11.68             | 6.23              | 2.03               | 0.107            | 187.48                   | 32.58                    | 51.04                        | 30.52                 |
| Max                | 11.68             | 9.29              | 7.56               | 0.413            | 187.48                   | 93.26                    | 81.68                        | 53.6                  |
| Mínimo             | 8.23              | 5.5               | 2.03               | 0.107            | 114.32                   | 32.58                    | 26.53                        | 23.49                 |
| Media              | 10.1              | 7.62              | 4.8                | 0.3              | 133.3                    | 63.83                    | 57.6                         | 29.56                 |

Realizado por: Calderón Anayka, 2023

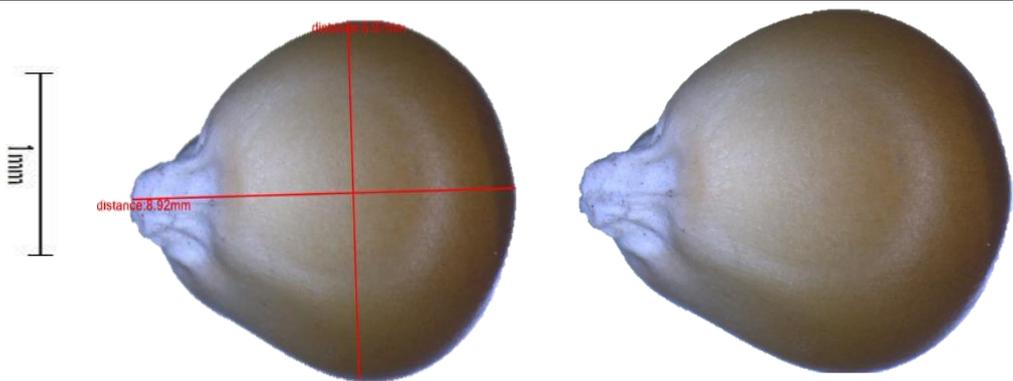
**Tabla 4-3:** Análisis morfométrico de la variedad Quillusara

| Shape    | Surface features |                    | Color                          |              |               | Ápice     | Apéndice Externo |
|----------|------------------|--------------------|--------------------------------|--------------|---------------|-----------|------------------|
|          | Surface quality  | Surface structures | Color Superficie (Munsell)     | Color Patrón | Transparencia |           |                  |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Yellow Orange (HUE 7.5 YR 8/8) | Irisdicente  | Traslúcido    | Mucronate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Yellow Orange (HUE 7.5 YR 8/8) | Irisdicente  | Traslúcido    | Mucronate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Yellow Orange (HUE 7.5 YR 8/8) | Irisdicente  | Traslúcido    | Mucronate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Yellow Orange (HUE 7.5 YR 8/8) | Irisdicente  | Traslúcido    | Mucronate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Yellow Orange (HUE 7.5 YR 8/8) | Irisdicente  | Traslúcido    | Mucronate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Yellow Orange (HUE 7.5 YR 8/8) | Irisdicente  | Traslúcido    | Mucronate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Yellow Orange (HUE 7.5 YR 8/8) | Irisdicente  | Traslúcido    | Mucronate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Yellow Orange (HUE 7.5 YR 8/8) | Irisdicente  | Traslúcido    | Mucronate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Yellow Orange (HUE 7.5 YR 8/8) | Irisdicente  | Traslúcido    | Mucronate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Yellow Orange (HUE 7.5 YR 8/8) | Irisdicente  | Traslúcido    | Mucronate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Yellow Orange (HUE 7.5 YR 8/8) | Irisdicente  | Traslúcido    | Mucronate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Yellow Orange (HUE 7.5 YR 8/8) | Irisdicente  | Traslúcido    | Mucronate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Yellow Orange (HUE 7.5 YR 8/8) | Irisdicente  | Traslúcido    | Mucronate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Yellow Orange (HUE 7.5 YR 8/8) | Irisdicente  | Traslúcido    | Mucronate | Alas             |

|          |       |        |                                |             |            |           |      |
|----------|-------|--------|--------------------------------|-------------|------------|-----------|------|
| Teardrop | Shiny | Smooth | Yellow Orange (HUE 7.5 YR 8/8) | Irisdicente | Traslúcido | Mucronate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Yellow Orange (HUE 7.5 YR 8/8) | Irisdicente | Traslúcido | Mucronate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Yellow Orange (HUE 7.5 YR 8/8) | Irisdicente | Traslúcido | Mucronate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Yellow Orange (HUE 7.5 YR 8/8) | Irisdicente | Traslúcido | Mucronate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Yellow Orange (HUE 7.5 YR 8/8) | Irisdicente | Traslúcido | Mucronate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Yellow Orange (HUE 7.5 YR 8/8) | Irisdicente | Traslúcido | Mucronate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Yellow Orange (HUE 7.5 YR 8/8) | Irisdicente | Traslúcido | Mucronate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Yellow Orange (HUE 7.5 YR 8/8) | Irisdicente | Traslúcido | Mucronate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Yellow Orange (HUE 7.5 YR 8/8) | Irisdicente | Traslúcido | Mucronate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Yellow Orange (HUE 7.5 YR 8/8) | Irisdicente | Traslúcido | Mucronate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Yellow Orange (HUE 7.5 YR 8/8) | Irisdicente | Traslúcido | Mucronate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Yellow Orange (HUE 7.5 YR 8/8) | Irisdicente | Traslúcido | Mucronate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Yellow Orange (HUE 7.5 YR 8/8) | Irisdicente | Traslúcido | Mucronate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Yellow Orange (HUE 7.5 YR 8/8) | Irisdicente | Traslúcido | Mucronate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Yellow Orange (HUE 7.5 YR 8/8) | Irisdicente | Traslúcido | Mucronate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Yellow Orange (HUE 7.5 YR 8/8) | Irisdicente | Traslúcido | Mucronate | Alas |

Realizado por: Calderón Anayka, 2023

**Tabla 4-4:** Morfotificación de la variedad Quillusara

|   |                     |                    |                      |
|---|---------------------|--------------------|----------------------|
| <b>Nombre científico:</b> <i>Zea mays</i>   |                     |                    |                      |
| <b>Nombre vulgar:</b> Sara o Maíz   |                     |                    |                      |
| <b>Nombre variedad:</b> Quillusara  |                     |                    |                      |
| <b>Familia:</b> Poaceae   |                     |                    |                      |
| <b>Tipo paleocarporresto:</b> Semilla   |                     |                    |                      |
| <b>Sitio de recolección:</b> Nizag  |                     |                    |                      |
| <b>Zona agroecológica:</b> Yunga  |                     |                    |                      |
|  |                     |                    |                      |
| Semilla maíz - variedad: Quillusara   |                     |                    |                      |
| <b>Análisis Morfológico</b>   |                     |                    |                      |
| <b>Testa surface:</b> Smooth  |                     |                    |                      |
| <b>Shape:</b> Ovoid   |                     |                    |                      |
| <b>Surface quality:</b> Shiny   |                     |                    |                      |
| <b>Hilum/ Attachment scar:</b> Not visible  |                     |                    |                      |
| <b>Excrecencias seminales:</b> Wings  |                     |                    |                      |
| <b>Colour of surface:</b> Yellow Orange (HUE 7.5 YR 8/8)                            |                     |                    |                      |
| <b>Colour Pattern:</b> Irisdiciente   |                     |                    |                      |
| <b>Transparency:</b> Traslúcido   |                     |                    |                      |
| <b>Análisis Biométrico</b>  |                     |                    |                      |
| <b>Largo</b>  | <b>Máximo:</b> 11,7 | <b>Media:</b> 10,1 | <b>Mínimo:</b> 8,23  |
| <b>Ancho</b>  | <b>Máximo:</b> 9,29 | <b>Media:</b> 7,62 | <b>Mínimo:</b> 5,5   |
| <b>Grosor</b>   | <b>Máximo:</b> 7,6  | <b>Media:</b> 4,81 | <b>Mínimo:</b> 2,03  |
| <b>Área</b>   | <b>Máximo:</b> 81,7 | <b>Media:</b> 57,6 | <b>Mínimo:</b> 26,53 |
| <b>Perímetro</b>  | <b>Máximo:</b> 53,6 | <b>Media:</b> 29,6 | <b>Mínimo:</b> 23,49 |
| <b>Peso</b>   |                     |                    |                      |
| 0,3 gr (promedio de 30 semillas)  |                     |                    |                      |

Realizado por: Calderón Anayka,2023

#### 4.1.1.2 Variedad Yuraksara

En relación con la morfología y biometría de esta variedad Yuraksara de la comunidad Joyagzhí se presenta en la tabla 4-5 y 4-6, asimismo la morfotificación botánico de cada variedad se presenta en la tabla 4-7.

**Tabla 4-5:** Análisis biométrico de la variedad Yuraksara

| No. Semilla | Largo (mm) | Ancho (mm) | Grosor (mm) | Peso (gr) | Ratio 1<br>100 x<br>l/a | Ratio 2<br>100 x<br>g/a | Área (µm <sup>2</sup> ) | Perímetro (µm) |
|-------------|------------|------------|-------------|-----------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|----------------|
| 1           | 13         | 12         | 5.8         | 0.765     | 108.33                  | 48.33                   | 81.68                   | 33.45          |
| 2           | 14.1       | 12.1       | 4.2         | 0.779     | 116.53                  | 34.71                   | 131.94                  | 40.9           |
| 3           | 14.5       | 10.5       | 5.1         | 0.688     | 138.10                  | 48.57                   | 109.95                  | 37.96          |
| 4           | 14.9       | 13.9       | 3.9         | 0.801     | 107.19                  | 28.06                   | 164.93                  | 45.56          |
| 5           | 13.1       | 11.1       | 4.5         | 0.528     | 118.02                  | 40.54                   | 112.31                  | 37.76          |
| 6           | 13.1       | 10.9       | 4.8         | 0.665     | 120.18                  | 44.04                   | 112.31                  | 37.76          |
| 7           | 12.2       | 11.9       | 5.8         | 0.686     | 102.52                  | 48.74                   | 94.24                   | 34.62          |
| 8           | 8.8        | 12.2       | 6.1         | 0.818     | 72.13                   | 50.00                   | 75.39                   | 31.73          |
| 9           | 12.3       | 10.9       | 4.9         | 0.437     | 112.84                  | 44.95                   | 34.62                   | 94.24          |
| 10          | 11.5       | 11.9       | 7.1         | 0.676     | 96.64                   | 59.66                   | 95.03                   | 34.55          |
| 11          | 12.9       | 10.1       | 6.1         | 0.647     | 127.72                  | 60.40                   | 102.1                   | 36.28          |
| 12          | 10         | 10.7       | 7.5         | 0.512     | 93.46                   | 70.09                   | 78.53                   | 31.41          |
| 13          | 11.5       | 10.3       | 6.5         | 0.692     | 111.65                  | 63.11                   | 90.32                   | 33.81          |
| 14          | 7.8        | 9.9        | 8.1         | 0.707     | 78.79                   | 81.82                   | 60.64                   | 27.9           |
| 15          | 14         | 8.1        | 5.7         | 0.71      | 172.84                  | 70.37                   | 87.96                   | 35.2           |
| 16          | 11.2       | 11         | 7.9         | 0.663     | 101.82                  | 71.82                   | 95.03                   | 34.55          |
| 17          | 12         | 10.2       | 4.3         | 0.705     | 117.65                  | 42.16                   | 94.24                   | 34.62          |
| 18          | 11.3       | 11.7       | 4.9         | 0.661     | 96.58                   | 41.88                   | 95.03                   | 34.55          |
| 19          | 12.3       | 10.5       | 6.1         | 0.603     | 117.14                  | 58.10                   | 94.24                   | 34.62          |
| 20          | 11.8       | 13         | 7.2         | 0.573     | 90.77                   | 55.38                   | 112.31                  | 37.76          |
| 21          | 11.9       | 11.5       | 3.9         | 0.69      | 103.48                  | 33.91                   | 95.03                   | 34.55          |
| 22          | 11.2       | 9.5        | 6.5         | 0.77      | 117.89                  | 68.42                   | 82.07                   | 32.24          |
| 23          | 13.1       | 10.2       | 3.9         | 0.563     | 128.43                  | 38.24                   | 102.1                   | 36.28          |
| 24          | 12.5       | 10.5       | 6.1         | 0.557     | 119.05                  | 58.10                   | 94.24                   | 34.62          |
| 25          | 11.1       | 10.1       | 4.9         | 0.486     | 109.90                  | 48.51                   | 86.39                   | 33             |
| 26          | 12.1       | 11         | 5           | 0.626     | 110.00                  | 45.45                   | 94.24                   | 34.62          |
| 27          | 13.1       | 7.1        | 5.2         | 0.632     | 184.51                  | 73.24                   | 71.47                   | 32.12          |

|        |      |       |     |       |        |       |        |       |
|--------|------|-------|-----|-------|--------|-------|--------|-------|
| 28     | 13.5 | 7.9   | 6.9 | 0.497 | 170.89 | 87.34 | 79.63  | 33.18 |
| 29     | 11.9 | 10.9  | 5.8 | 0.687 | 109.17 | 53.21 | 86.39  | 33    |
| 30     | 10.5 | 11.5  | 4.3 | 0.521 | 91.30  | 37.39 | 86.39  | 33    |
| Max    | 14.9 | 13.9  | 8.1 | 0.818 | 184.51 | 87.34 | 164.93 | 94.24 |
| Mínimo | 7.8  | 7.1   | 3.9 | 0.437 | 72.13  | 28.06 | 34.62  | 27.9  |
| Media  | 12.1 | 10.77 | 5.6 | 0.6   | 114.85 | 53.55 | 93.4   | 36.86 |

**Realizado por:** Calderón Anayka,2023

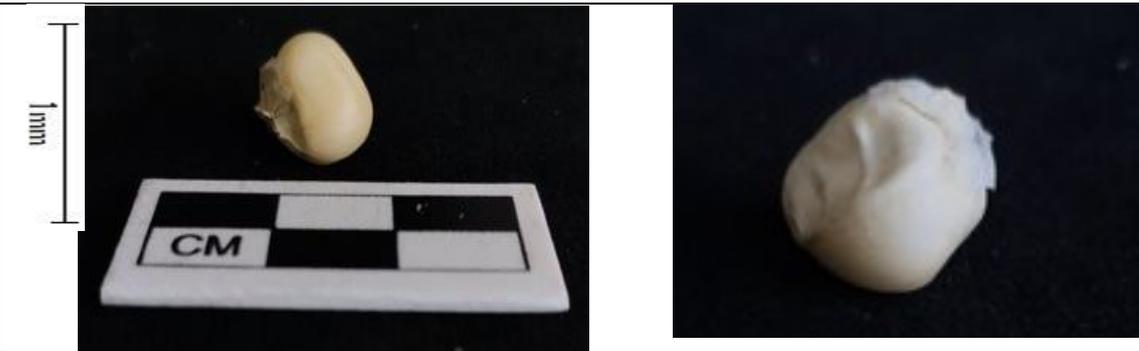
**Tabla 4-6:** Análisis morfométrico de la variedad Yuraksara

| Shape    | Surface features |                    | Color                      |              |               | Ápice     | Apéndice Externo |
|----------|------------------|--------------------|----------------------------|--------------|---------------|-----------|------------------|
|          | Surface quality  | Surface structures | Color Superficie (Munsell) | Color Patrón | Transparencia |           |                  |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Light Gray (HUE 10 YR 8/1) | Solido       | Opaco         | Papillate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Light Gray (HUE 10 YR 8/1) | Solido       | Opaco         | Papillate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Light Gray (HUE 10 YR 8/1) | Solido       | Opaco         | Papillate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Light Gray (HUE 10 YR 8/1) | Solido       | Opaco         | Papillate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Light Gray (HUE 10 YR 8/1) | Solido       | Opaco         | Papillate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Light Gray (HUE 10 YR 8/1) | Solido       | Opaco         | Papillate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Light Gray (HUE 10 YR 8/1) | Solido       | Opaco         | Papillate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Light Gray (HUE 10 YR 8/1) | Solido       | Opaco         | Papillate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Light Gray (HUE 10 YR 8/1) | Solido       | Opaco         | Papillate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Light Gray (HUE 10 YR 8/1) | Solido       | Opaco         | Papillate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Light Gray (HUE 10 YR 8/1) | Solido       | Opaco         | Papillate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Light Gray (HUE 10 YR 8/1) | Solido       | Opaco         | Papillate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Light Gray (HUE 10 YR 8/1) | Solido       | Opaco         | Papillate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Light Gray (HUE 10 YR 8/1) | Solido       | Opaco         | Papillate | Alas             |

|          |       |        |                            |        |       |           |      |
|----------|-------|--------|----------------------------|--------|-------|-----------|------|
| Teardrop | Shiny | Smooth | Light Gray (HUE 10 YR 8/1) | Solido | Opaco | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Light Gray (HUE 10 YR 8/1) | Solido | Opaco | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Light Gray (HUE 10 YR 8/1) | Solido | Opaco | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Light Gray (HUE 10 YR 8/1) | Solido | Opaco | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Light Gray (HUE 10 YR 8/1) | Solido | Opaco | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Light Gray (HUE 10 YR 8/1) | Solido | Opaco | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Light Gray (HUE 10 YR 8/1) | Solido | Opaco | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Light Gray (HUE 10 YR 8/1) | Solido | Opaco | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Light Gray (HUE 10 YR 8/1) | Solido | Opaco | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Light Gray (HUE 10 YR 8/1) | Solido | Opaco | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Light Gray (HUE 10 YR 8/1) | Solido | Opaco | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Light Gray (HUE 10 YR 8/1) | Solido | Opaco | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Light Gray (HUE 10 YR 8/1) | Solido | Opaco | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Light Gray (HUE 10 YR 8/1) | Solido | Opaco | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Light Gray (HUE 10 YR 8/1) | Solido | Opaco | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Light Gray (HUE 10 YR 8/1) | Solido | Opaco | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Light Gray (HUE 10 YR 8/1) | Solido | Opaco | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Light Gray (HUE 10 YR 8/1) | Solido | Opaco | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Light Gray (HUE 10 YR 8/1) | Solido | Opaco | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Light Gray (HUE 10 YR 8/1) | Solido | Opaco | Papillate | Alas |

Realizado por: Calderón Anayka,2023

**Tabla 4-7:** Morfotificación de la variedad Yuraksara

|  |                       |                    |                     |
|--|-----------------------|--------------------|---------------------|
| <b>Nombre científico:</b> <i>Zea mays</i>  |                       |                    |                     |
| <b>Nombre vulgar:</b> Sara o maíz  |                       |                    |                     |
| <b>Nombre variedad:</b> Yuraksara  |                       |                    |                     |
| <b>Familia:</b> Poaceae  |                       |                    |                     |
| <b>Tipo paleocarporresto:</b> Semilla  |                       |                    |                     |
| <b>Sitio de recolección:</b> Joyagzhí  |                       |                    |                     |
| <b>Zona agroecológica:</b> Quechua   |                       |                    |                     |
|  |                       |                    |                     |
| Semilla Maíz Yuraksara   |                       |                    |                     |
| <b>Análisis Morfológico</b>  |                       |                    |                     |
| <b>Testa surface:</b> Smooth   |                       |                    |                     |
| <b>Shape:</b> Ovoid  |                       |                    |                     |
| <b>Surface quality:</b> Shiny  |                       |                    |                     |
| <b>Hilum/ Attachment scar:</b> Not visible   |                       |                    |                     |
| <b>Excrecencias seminales:</b> Wings   |                       |                    |                     |
| <b>Colour of surface:</b> Light Gray (HUE 10 YR 8/1)                               |                       |                    |                     |
| <b>Colour Pattern:</b> Solid   |                       |                    |                     |
| <b>Transparency:</b> Opaque  |                       |                    |                     |
| <b>Análisis Biométrico</b>   |                       |                    |                     |
| <b>Largo</b>   | <b>Máximo:</b> 14,9   | <b>Media:</b> 12,1 | <b>Mínimo:</b> 7,8  |
| <b>Ancho</b>   | <b>Máximo:</b> 13,9   | <b>Media:</b> 10,8 | <b>Mínimo:</b> 7,1  |
| <b>Grosor</b>  | <b>Máximo:</b> 8,1    | <b>Media:</b> 5,6  | <b>Mínimo:</b> 3,9  |
| <b>Área</b>  | <b>Máximo:</b> 164,93 | <b>Media:</b> 93,4 | <b>Mínimo:</b> 34,6 |
| <b>Perímetro</b>   | <b>Máximo:</b> 94,24  | <b>Media:</b> 36,9 | <b>Mínimo:</b> 27,9 |
| <b>Peso</b>  |                       |                    |                     |
| 0,64 gr (promedio de 30 semillas)  |                       |                    |                     |

Realizado por: Calderón Anayka,2023

#### 4.1.1.3 Variedad Yuraksara

Sobre la morfología y biometría de esta variedad llamada Yuraksara perteneciente a la comunidad Nizag, se presenta en la tabla 4-8 y 4-9, asimismo la morfotificación botánico de cada variedad se presenta en la tabla 4-10.

**Tabla 4-8:** Análisis biométrico de la variedad Yuraksara

| No. Semilla | Largo (mm) | Ancho (mm) | Grosor (mm) | Peso (gr) | Ratio 1<br>100 x<br>l/a | Ratio 2<br>100 x<br>g/a | Área (µm <sup>2</sup> ) | Perímetro (µm) |
|-------------|------------|------------|-------------|-----------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|----------------|
| 1           | 12.43      | 7.88       | 5.2         | 0.319     | 157.74                  | 65.99                   | 66.91                   | 32.54          |
| 2           | 11.98      | 6.99       | 4.13        | 0.27      | 171.39                  | 59.08                   | 59.79                   | 30.1           |
| 3           | 9.47       | 6.84       | 5.73        | 0.406     | 138.45                  | 83.77                   | 46.78                   | 26.05          |
| 4           | 11.45      | 7.89       | 4.26        | 0.239     | 145.12                  | 53.99                   | 60.46                   | 29.28          |
| 5           | 9.75       | 8.78       | 5.37        | 0.204     | 111.05                  | 61.16                   | 66.92                   | 29.53          |
| 6           | 9.6        | 7.18       | 3.71        | 0.243     | 133.70                  | 51.67                   | 55.18                   | 27.51          |
| 7           | 10.37      | 7.63       | 3.53        | 0.295     | 135.91                  | 46.26                   | 56.64                   | 29.44          |
| 8           | 11.25      | 6.52       | 4.12        | 0.233     | 172.55                  | 63.19                   | 58.47                   | 32.61          |
| 9           | 11.73      | 7.78       | 4.21        | 0.198     | 150.77                  | 54.11                   | 62.65                   | 30.12          |
| 10          | 9.81       | 7.37       | 7.27        | 0.177     | 133.11                  | 98.64                   | 52.76                   | 27.31          |
| 11          | 12.01      | 8.4        | 4.15        | 0.245     | 142.98                  | 49.40                   | 70.22                   | 32.11          |
| 12          | 12.31      | 6.95       | 3.5         | 0.168     | 177.12                  | 50.36                   | 56.67                   | 31.76          |
| 13          | 11.24      | 7.25       | 6.63        | 0.206     | 155.03                  | 91.45                   | 59.19                   | 29.95          |
| 14          | 9.85       | 7.17       | 6.79        | 0.25      | 137.38                  | 94.70                   | 49.6                    | 26.58          |
| 15          | 9.11       | 8.82       | 3.05        | 0.264     | 103.29                  | 34.58                   | 69.95                   | 28.47          |
| 16          | 12.26      | 8.42       | 6.16        | 0.273     | 145.61                  | 73.16                   | 76.66                   | 32.4           |
| 17          | 10.51      | 6.93       | 6.96        | 0.188     | 151.66                  | 100.43                  | 51.89                   | 27.5           |
| 18          | 12.55      | 6.62       | 4.42        | 0.253     | 189.58                  | 66.77                   | 66.35                   | 34.23          |
| 19          | 10.01      | 7.82       | 7.08        | 0.322     | 128.01                  | 90.54                   | 57.96                   | 28.02          |
| 20          | 10.01      | 6.78       | 3.7         | 0.259     | 147.64                  | 54.57                   | 53.82                   | 27.65          |
| 21          | 11.43      | 7.08       | 5.03        | 0.262     | 161.44                  | 71.05                   | 52.29                   | 29.45          |
| 22          | 11.43      | 7.08       | 4.3         | 0.213     | 161.44                  | 60.73                   | 63.43                   | 28.68          |
| 23          | 10.38      | 8.62       | 8.35        | 0.341     | 120.42                  | 96.87                   | 65.31                   | 29.76          |
| 24          | 10.71      | 8.78       | 5.91        | 0.265     | 121.98                  | 67.31                   | 65.98                   | 30.23          |
| 25          | 10.34      | 7.74       | 6.94        | 0.3       | 133.59                  | 89.66                   | 50.4                    | 28.12          |
| 26          | 10.26      | 8.52       | 6.54        | 0.156     | 120.42                  | 76.76                   | 66.46                   | 29.75          |
| 27          | 10.91      | 7.33       | 6.33        | 0.309     | 148.84                  | 86.36                   | 55.69                   | 28.26          |
| 28          | 11.35      | 7.95       | 6.99        | 0.22      | 142.77                  | 87.92                   | 62.08                   | 29.69          |

|        |       |      |      |       |        |        |       |       |
|--------|-------|------|------|-------|--------|--------|-------|-------|
| 29     | 12.17 | 6.81 | 4.9  | 0.214 | 178.71 | 71.95  | 62.91 | 32.09 |
| 30     | 10.82 | 7.99 | 7.05 | 0.171 | 135.42 | 88.24  | 67.86 | 30.65 |
| Max    | 12.55 | 8.82 | 8.35 | 0.406 | 189.58 | 100.43 | 76.66 | 34.23 |
| Mínimo | 9.11  | 6.52 | 3.05 | 0.156 | 103.29 | 34.58  | 46.78 | 26.05 |
| Media  | 10.9  | 7.60 | 5.4  | 0.2   | 145.1  | 71.36  | 60.4  | 29.66 |

**Realizado por:** Calderón Anayka,2023

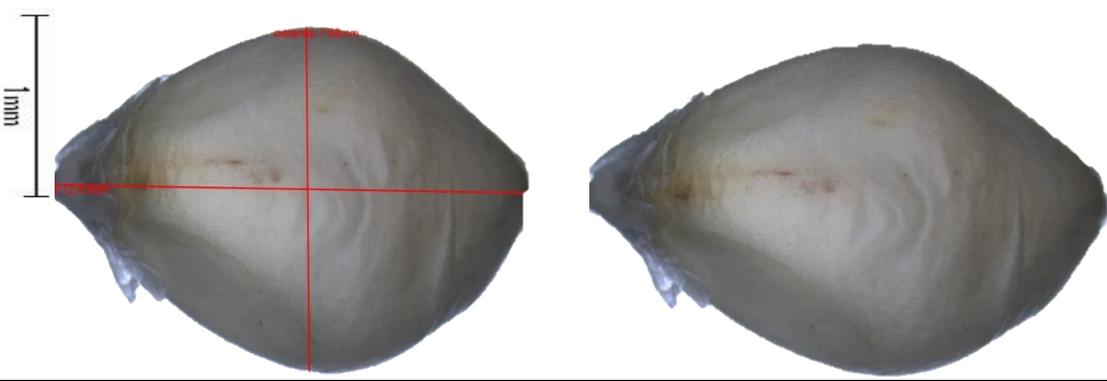
**Tabla 4-9:** Análisis morfométrico de la variedad Yuraksara

| Shape    | Surface features |                    | Color                      |              |               | Ápice     | Apéndice Externo |
|----------|------------------|--------------------|----------------------------|--------------|---------------|-----------|------------------|
|          | Surface quality  | Surface structures | Color Superficie (Munsell) | Color Patrón | Transparencia |           |                  |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Light Gray (HUE 10 YR 8/1) | Solido       | Opaco         | Papillate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Light Gray (HUE 10 YR 8/1) | Solido       | Opaco         | Papillate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Light Gray (HUE 10 YR 8/1) | Solido       | Opaco         | Papillate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Light Gray (HUE 10 YR 8/1) | Solido       | Opaco         | Papillate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Light Gray (HUE 10 YR 8/1) | Solido       | Opaco         | Papillate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Light Gray (HUE 10 YR 8/1) | Solido       | Opaco         | Papillate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Light Gray (HUE 10 YR 8/1) | Solido       | Opaco         | Papillate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Light Gray (HUE 10 YR 8/1) | Solido       | Opaco         | Papillate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Light Gray (HUE 10 YR 8/1) | Solido       | Opaco         | Papillate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Light Gray (HUE 10 YR 8/1) | Solido       | Opaco         | Papillate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Light Gray (HUE 10 YR 8/1) | Solido       | Opaco         | Papillate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Light Gray (HUE 10 YR 8/1) | Solido       | Opaco         | Papillate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Light Gray (HUE 10 YR 8/1) | Solido       | Opaco         | Papillate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Light Gray (HUE 10 YR 8/1) | Solido       | Opaco         | Papillate | Alas             |

|          |       |        |                            |        |       |           |      |
|----------|-------|--------|----------------------------|--------|-------|-----------|------|
| Teardrop | Shiny | Smooth | Light Gray (HUE 10 YR 8/1) | Solido | Opaco | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Light Gray (HUE 10 YR 8/1) | Solido | Opaco | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Light Gray (HUE 10 YR 8/1) | Solido | Opaco | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Light Gray (HUE 10 YR 8/1) | Solido | Opaco | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Light Gray (HUE 10 YR 8/1) | Solido | Opaco | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Light Gray (HUE 10 YR 8/1) | Solido | Opaco | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Light Gray (HUE 10 YR 8/1) | Solido | Opaco | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Light Gray (HUE 10 YR 8/1) | Solido | Opaco | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Light Gray (HUE 10 YR 8/1) | Solido | Opaco | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Light Gray (HUE 10 YR 8/1) | Solido | Opaco | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Light Gray (HUE 10 YR 8/1) | Solido | Opaco | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Light Gray (HUE 10 YR 8/1) | Solido | Opaco | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Light Gray (HUE 10 YR 8/1) | Solido | Opaco | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Light Gray (HUE 10 YR 8/1) | Solido | Opaco | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Light Gray (HUE 10 YR 8/1) | Solido | Opaco | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Light Gray (HUE 10 YR 8/1) | Solido | Opaco | Papillate | Alas |

Realizado por: Calderón Anayka,2023

**Tabla 4-10:** Morfotificación de la variedad Yuraksara

|  |                      |                     |                      |
|--|----------------------|---------------------|----------------------|
| <b>Nombre científico:</b> <i>Zea mays</i>  |                      |                     |                      |
| <b>Nombre vulgar:</b> Sara o Maíz  |                      |                     |                      |
| <b>Nombre variedad:</b> Yuraksara  |                      |                     |                      |
| <b>Familia:</b> Poaceae  |                      |                     |                      |
| <b>Tipo paleocarporresto:</b> Semilla  |                      |                     |                      |
| <b>Sitio de recolección:</b> Nizag   |                      |                     |                      |
| <b>Zona agroecológica:</b> Yunga   |                      |                     |                      |
|  |                      |                     |                      |
| Semilla maíz – Yuraksara   |                      |                     |                      |
| <b>Análisis Morfológico</b>  |                      |                     |                      |
| <b>Testa surface:</b> Smooth   |                      |                     |                      |
| <b>Shape:</b> Ovoid  |                      |                     |                      |
| <b>Surface quality:</b> Shiny  |                      |                     |                      |
| <b>Hilum/ Attachment scar:</b> Not visible   |                      |                     |                      |
| <b>Excrecencias seminales:</b> Wings   |                      |                     |                      |
| <b>Colour of surface:</b> Light Gray (HUE 10 YR 8/1)                               |                      |                     |                      |
| <b>Colour Pattern:</b> Solid   |                      |                     |                      |
| <b>Transparency:</b> Opaque  |                      |                     |                      |
| <b>Análisis Biométrico</b>   |                      |                     |                      |
| <b>Largo</b>   | <b>Máximo:</b> 12.55 | <b>Media:</b> 10.9  | <b>Mínimo:</b> 9.11  |
| <b>Ancho</b>   | <b>Máximo:</b> 8.82  | <b>Media:</b> 7.6   | <b>Mínimo:</b> 6.52  |
| <b>Grosor</b>  | <b>Máximo:</b> 8.35  | <b>Media:</b> 5.4   | <b>Mínimo:</b> 3.05  |
| <b>Área</b>  | <b>Máximo:</b> 76.66 | <b>Media:</b> 60.4  | <b>Mínimo:</b> 46.78 |
| <b>Perímetro</b>   | <b>Máximo:</b> 34.23 | <b>Media:</b> 29.66 | <b>Mínimo:</b> 26.05 |
| <b>Peso</b>  |                      |                     |                      |
| 0,2 gr (promedio de 30 semillas)   |                      |                     |                      |

Realizado por: Calderón Anayka, 2023

#### 4.1.1.4 Variedad Girgirsara

Por lo que se refiere a la morfología y biometría de la variedad Girgirsara, de la comunidad Shungumarca que se presenta en la tabla 4-11 y 4-12, asimismo la morfotificación botánico de cada variedad se presenta en la tabla 4-13.

**Tabla 4-11:** Análisis biométrico de la variedad Girgirsara

| No. Semilla | Largo (mm) | Ancho (mm) | Grosor (mm) | Peso (gr) | Ratio 1 100 x l/a | Ratio 2 100 x g/a | Área (µm <sup>2</sup> ) | Perímetro (µm) |
|-------------|------------|------------|-------------|-----------|-------------------|-------------------|-------------------------|----------------|
| 1           | 13.09      | 11.01      | 4.02        | 0.72      | 118.89            | 36.51             | 111.31                  | 37.76          |
| 2           | 14.01      | 9.09       | 5.08        | 0.703     | 154.13            | 55.89             | 96.76                   | 36.28          |
| 3           | 12.09      | 10         | 4           | 0.736     | 120.90            | 40.00             | 94.24                   | 34.62          |
| 4           | 13.05      | 10.08      | 3           | 0.536     | 129.46            | 29.76             | 102.1                   | 36.28          |
| 5           | 13         | 10.05      | 3.03        | 0.69      | 129.35            | 30.15             | 102.1                   | 36.28          |
| 6           | 13         | 11         | 3.01        | 0.624     | 118.18            | 27.36             | 112.31                  | 37.76          |
| 7           | 11         | 10.08      | 4.01        | 0.726     | 109.13            | 39.78             | 86.39                   | 33             |
| 8           | 12         | 12         | 3.09        | 0.744     | 100.00            | 25.75             | 113.09                  | 37.69          |
| 9           | 12         | 9.09       | 4.02        | 0.645     | 132.01            | 44.22             | 82.93                   | 32.86          |
| 10          | 13         | 10.01      | 4.01        | 0.681     | 129.87            | 40.06             | 102.1                   | 36.28          |
| 11          | 12.01      | 10.01      | 3.09        | 0.572     | 119.98            | 30.87             | 94.24                   | 34.62          |
| 12          | 13         | 10.01      | 3.06        | 0.776     | 129.87            | 30.57             | 122.52                  | 39.28          |
| 13          | 13.03      | 8.05       | 5.09        | 0.805     | 161.86            | 63.23             | 81.68                   | 33.45          |
| 14          | 13         | 10.09      | 3.05        | 0.6       | 128.84            | 30.23             | 102.1                   | 36.28          |
| 15          | 13.05      | 10.01      | 4           | 0.689     | 130.37            | 39.96             | 102.1                   | 36.28          |
| 16          | 14.01      | 11         | 3.06        | 0.56      | 127.36            | 27.82             | 120.95                  | 39.41          |
| 17          | 15.09      | 10         | 4.09        | 0.68      | 150.90            | 40.90             | 117.8                   | 39.66          |
| 18          | 13.02      | 11.01      | 4.01        | 0.459     | 118.26            | 36.42             | 112.31                  | 37.76          |
| 19          | 13.05      | 8.05       | 5.09        | 0.522     | 162.11            | 63.23             | 102.1                   | 36.28          |
| 20          | 13.01      | 11         | 3.01        | 0.637     | 118.27            | 27.36             | 112.31                  | 37.76          |
| 21          | 13.09      | 10.09      | 3.07        | 0.6       | 129.73            | 30.43             | 102.1                   | 36.28          |
| 22          | 11.03      | 10         | 3.05        | 0.515     | 110.30            | 30.50             | 86.39                   | 33             |

|               |       |       |      |       |        |       |        |        |
|---------------|-------|-------|------|-------|--------|-------|--------|--------|
| 23            | 12.05 | 11    | 3.03 | 0.723 | 109.55 | 27.55 | 103.67 | 36.14  |
| 24            | 10    | 6.05  | 3    | 0.63  | 165.29 | 49.59 | 47.12  | 25.52  |
| 25            | 13.05 | 11    | 4    | 0.589 | 118.64 | 36.36 | 112.31 | 37.76  |
| 26            | 11.01 | 9.01  | 6.09 | 0.639 | 122.20 | 67.59 | 77.75  | 31.49  |
| 27            | 13.05 | 10.09 | 3.08 | 0.645 | 129.34 | 30.53 | 94.24  | 34.62  |
| 28            | 13    | 9.05  | 3.03 | 0.562 | 143.65 | 33.48 | 91.89  | 34.84  |
| 29            | 13.05 | 11.02 | 4.01 | 0.662 | 118.42 | 36.39 | 112.31 | 37.76  |
| 30            | 13.09 | 10.06 | 4    | 0.648 | 130.12 | 39.76 | 102.1  | 36.28  |
| <b>Max</b>    | 15.09 | 12    | 6.09 | 0.805 | 165.29 | 67.59 | 122.52 | 39.66  |
| <b>Mínimo</b> | 10    | 6.05  | 3    | 0.459 | 100.00 | 25.75 | 47.12  | 25.52  |
| <b>Media</b>  | 12.7  | 9.967 | 3.7  | 0.6   | 128.90 | 38.07 | 100.0  | 35.776 |

Realizado por: Calderón Anayka, 2023

**Tabla 4-12:** Análisis morfométrico de la variedad Girgirsara

| Shape    | Surface features |                    | Color                          |              |               | Ápice     | Apéndice Externo |
|----------|------------------|--------------------|--------------------------------|--------------|---------------|-----------|------------------|
|          | Surface quality  | Surface structures | Color Superficie (Munsell)     | Color Patrón | Transparencia |           |                  |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Yellow Orange (HUE 7.5 YR 7/8) | Irisdicente  | Opaco         | Papillate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Yellow Orange (HUE 7.5 YR 7/8) | Irisdicente  | Opaco         | Papillate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Yellow Orange (HUE 7.5 YR 7/8) | Irisdicente  | Opaco         | Papillate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Yellow Orange (HUE 7.5 YR 7/8) | Irisdicente  | Opaco         | Papillate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Yellow Orange (HUE 7.5 YR 7/8) | Irisdicente  | Opaco         | Papillate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Yellow Orange (HUE 7.5 YR 7/8) | Irisdicente  | Opaco         | Papillate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Yellow Orange (HUE 7.5 YR 7/8) | Irisdicente  | Opaco         | Papillate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Yellow Orange (HUE 7.5 YR 7/8) | Irisdicente  | Opaco         | Papillate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Yellow Orange (HUE 7.5 YR 7/8) | Irisdicente  | Opaco         | Papillate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Yellow Orange (HUE 7.5 YR 7/8) | Irisdicente  | Opaco         | Papillate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Yellow Orange (HUE 7.5 YR 7/8) | Irisdicente  | Opaco         | Papillate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Yellow Orange (HUE 7.5 YR 7/8) | Irisdicente  | Opaco         | Papillate | Alas             |

|          |       |        |                                |             |       |           |      |
|----------|-------|--------|--------------------------------|-------------|-------|-----------|------|
| Teardrop | Shiny | Smooth | Yellow Orange (HUE 7.5 YR 7/8) | Irisdicente | Opaco | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Yellow Orange (HUE 7.5 YR 7/8) | Irisdicente | Opaco | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Yellow Orange (HUE 7.5 YR 7/8) | Irisdicente | Opaco | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Yellow Orange (HUE 7.5 YR 7/8) | Irisdicente | Opaco | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Yellow Orange (HUE 7.5 YR 7/8) | Irisdicente | Opaco | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Yellow Orange (HUE 7.5 YR 7/8) | Irisdicente | Opaco | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Yellow Orange (HUE 7.5 YR 7/8) | Irisdicente | Opaco | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Yellow Orange (HUE 7.5 YR 7/8) | Irisdicente | Opaco | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Yellow Orange (HUE 7.5 YR 7/8) | Irisdicente | Opaco | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Yellow Orange (HUE 7.5 YR 7/8) | Irisdicente | Opaco | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Yellow Orange (HUE 7.5 YR 7/8) | Irisdicente | Opaco | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Yellow Orange (HUE 7.5 YR 7/8) | Irisdicente | Opaco | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Yellow Orange (HUE 7.5 YR 7/8) | Irisdicente | Opaco | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Yellow Orange (HUE 7.5 YR 7/8) | Irisdicente | Opaco | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Yellow Orange (HUE 7.5 YR 7/8) | Irisdicente | Opaco | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Yellow Orange (HUE 7.5 YR 7/8) | Irisdicente | Opaco | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Yellow Orange (HUE 7.5 YR 7/8) | Irisdicente | Opaco | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Yellow Orange (HUE 7.5 YR 7/8) | Irisdicente | Opaco | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Yellow Orange (HUE 7.5 YR 7/8) | Irisdicente | Opaco | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Yellow Orange (HUE 7.5 YR 7/8) | Irisdicente | Opaco | Papillate | Alas |

Realizado por: Calderón Anayka, 2023

**Tabla 4-13:** Morfotificación de la variedad Girgirsara

|   |                       |                      |                      |
|---|-----------------------|----------------------|----------------------|
| <b>Nombre científico:</b> <i>Zea mays</i>   |                       |                      |                      |
| <b>Nombre vulgar:</b> Sara o maíz   |                       |                      |                      |
| <b>Nombre variedad:</b> Girgirsara  |                       |                      |                      |
| <b>Familia:</b> Poaceae   |                       |                      |                      |
| <b>Tipo paleocarporresto:</b> Semilla   |                       |                      |                      |
| <b>Sitio de recolección:</b> Shungo Marca   |                       |                      |                      |
| <b>Zona agroecológica:</b> Yunga  |                       |                      |                      |
|  |                       |                      |                      |
| Semilla maíz - Girgirsara   |                       |                      |                      |
| <b>Análisis Morfológico</b>   |                       |                      |                      |
| <b>Testa surface:</b> Smooth  |                       |                      |                      |
| <b>Shape:</b> Ovoid   |                       |                      |                      |
| <b>Surface quality:</b> Shiny   |                       |                      |                      |
| <b>Hilum/ Attachment scar:</b> Not visible  |                       |                      |                      |
| <b>Excrecencias seminales:</b> Wings  |                       |                      |                      |
| <b>Colour of surface:</b> Yellow Orange (HUE 7.5 YR 7/8)                            |                       |                      |                      |
| <b>Colour Pattern:</b> Irisdicente  |                       |                      |                      |
| <b>Transparency:</b> Opaque   |                       |                      |                      |
| <b>Análisis Biométrico</b>  |                       |                      |                      |
| <b>Largo</b>  | <b>Máximo:</b> 15.09  | <b>Media:</b> 12.7   | <b>Mínimo:</b> 10    |
| <b>Ancho</b>  | <b>Máximo:</b> 12     | <b>Media:</b> 9.967  | <b>Mínimo:</b> 6.05  |
| <b>Grosor</b>   | <b>Máximo:</b> 6.09   | <b>Media:</b> 3.7    | <b>Mínimo:</b> 3     |
| <b>Área</b>   | <b>Máximo:</b> 122.52 | <b>Media:</b> 100    | <b>Mínimo:</b> 47.12 |
| <b>Perímetro</b>  | <b>Máximo:</b> 39.66  | <b>Media:</b> 35.776 | <b>Mínimo:</b> 25.52 |
| <b>Peso</b>   |                       |                      |                      |
| 0.6 gr (promedio de 30 semillas)  |                       |                      |                      |

Realizado por: Calderón Anayka,2023

#### 4.1.1.5 Variedad Llimasara

En relación con la morfología y biometría de la variedad Llimasara, de la comunidad Nizag se presenta en la tabla 4-14 y 4-15, asimismo la morfotificación botánico de cada variedad se presenta en la tabla 4-16.

**Tabla 4-14:** Análisis biométrico de la variedad Llimasara

| No. Semilla | Largo (mm) | Ancho (mm) | Grosor (mm) | Peso (gr) | Ratio 1<br>100 x<br>l/a | Ratio 2<br>100 x g/a | Área (µm <sup>2</sup> ) | Perímetro (µm) |
|-------------|------------|------------|-------------|-----------|-------------------------|----------------------|-------------------------|----------------|
| 1           | 11.6       | 7.7        | 8.1         | 0.321     | 150.65                  | 105.19               | 69.3                    | 31.1           |
| 2           | 11.1       | 7.9        | 6.7         | 0.368     | 140.51                  | 84.81                | 66.8                    | 30.2           |
| 3           | 9.6        | 8.3        | 1.5         | 0.327     | 115.66                  | 18.07                | 56.8                    | 28.6           |
| 4           | 11.6       | 8.9        | 2.9         | 0.346     | 130.34                  | 32.58                | 75.7                    | 32.5           |
| 5           | 11.6       | 7.4        | 5.4         | 0.303     | 156.76                  | 72.97                | 68.9                    | 31.5           |
| 6           | 12.5       | 6.6        | 6.9         | 0.339     | 189.39                  | 104.55               | 65.9                    | 32.8           |
| 7           | 10.5       | 8.6        | 5.4         | 0.312     | 122.09                  | 62.79                | 65.8                    | 31.4           |
| 8           | 12.5       | 8.7        | 1           | 0.304     | 143.68                  | 11.49                | 73.1                    | 34             |
| 9           | 12.7       | 8          | 1.3         | 0.315     | 158.75                  | 16.25                | 70.5                    | 32.8           |
| 10          | 11         | 9.1        | 4.6         | 0.241     | 120.88                  | 50.55                | 72.1                    | 31.8           |
| 11          | 9.6        | 7.1        | 4.1         | 0.29      | 135.21                  | 57.75                | 54.3                    | 29.5           |
| 12          | 10.3       | 8.3        | 4.5         | 0.294     | 124.10                  | 54.22                | 62.1                    | 30.5           |
| 13          | 9.9        | 7          | 4.7         | 0.244     | 141.43                  | 67.14                | 53.4                    | 27.2           |
| 14          | 11         | 9.2        | 1.9         | 0.344     | 119.57                  | 20.65                | 73                      | 31.9           |
| 15          | 12.1       | 7.5        | 1.4         | 0.277     | 161.33                  | 18.67                | 72.7                    | 35.3           |
| 16          | 10.9       | 8.4        | 1.5         | 0.257     | 129.76                  | 17.86                | 73.6                    | 31.2           |
| 17          | 12         | 7.6        | 2           | 0.242     | 157.89                  | 26.32                | 72.1                    | 32             |
| 18          | 11.5       | 8.5        | 2.2         | 0.299     | 135.29                  | 25.88                | 75.1                    | 32.9           |
| 19          | 11.2       | 6.5        | 1.7         | 0.3       | 172.31                  | 26.15                | 54                      | 31.6           |
| 20          | 11.2       | 8.8        | 2           | 0.188     | 127.27                  | 22.73                | 73.2                    | 32.3           |
| 21          | 10.5       | 8.9        | 3.4         | 0.329     | 117.98                  | 38.20                | 70                      | 31.8           |
| 22          | 10.1       | 8.4        | 3.1         | 0.332     | 120.24                  | 36.90                | 65.3                    | 29.6           |
| 23          | 9.7        | 8.8        | 5.4         | 0.239     | 110.23                  | 61.36                | 65.1                    | 30.3           |
| 24          | 9.8        | 8.2        | 4.9         | 0.288     | 119.51                  | 59.76                | 59.4                    | 29.6           |
| 25          | 11.7       | 8.6        | 1.2         | 0.219     | 136.05                  | 13.95                | 86.8                    | 35.5           |
| 26          | 8.9        | 9.1        | 3.9         | 0.323     | 97.80                   | 42.86                | 59.6                    | 28.5           |
| 27          | 12         | 9          | 3.6         | 0.299     | 133.33                  | 40.00                | 75.1                    | 32.5           |
| 28          | 11.2       | 8.4        | 3.5         | 0.276     | 133.33                  | 41.67                | 73.5                    | 32.8           |

|        |      |     |     |       |        |        |      |      |
|--------|------|-----|-----|-------|--------|--------|------|------|
| 29     | 11.7 | 8   | 4.2 | 0.306 | 146.25 | 52.50  | 72.7 | 32.1 |
| 30     | 11.8 | 8.5 | 3.2 | 0.229 | 138.82 | 37.65  | 74.5 | 32.2 |
| Max    | 12.7 | 9.2 | 8.1 | 0.368 | 189.39 | 105.19 | 86.8 | 35.5 |
| Mínimo | 8.9  | 6.5 | 1   | 0.188 | 97.80  | 11.49  | 53.4 | 27.2 |
| Media  | 11.1 | 8.2 | 3.5 | 0.3   | 136.21 | 44.05  | 68.2 | 31.6 |

**Realizado por:** Calderón Anayka,2023

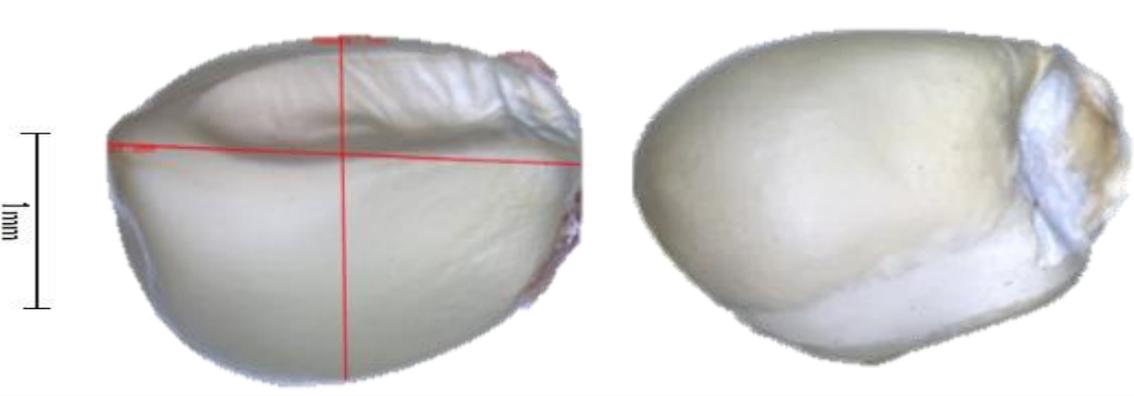
**Tabla 4-15:** Análisis morfométrico de la variedad Llimasara

| Shape    | Surface features |                    | Color                      |              |               | Ápice     | Apéndice Externo |
|----------|------------------|--------------------|----------------------------|--------------|---------------|-----------|------------------|
|          | Surface quality  | Surface structures | Color Superficie (Munsell) | Color Patrón | Transparencia |           |                  |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Yellow (HUE 5 Y 8/4)       | Solido       | Opaco         | Papillate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Yellow (HUE 5 Y 8/4)       | Solido       | Opaco         | Papillate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Yellow (HUE 5 Y 8/4)       | Solido       | Opaco         | Papillate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Yellow (HUE 5 Y 8/4)       | Solido       | Opaco         | Papillate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Yellow (HUE 5 Y 8/4)       | Solido       | Opaco         | Papillate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Yellow (HUE 5 Y 8/4)       | Solido       | Opaco         | Papillate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Yellow (HUE 5 Y 8/4)       | Solido       | Opaco         | Papillate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Yellow (HUE 5 Y 8/4)       | Solido       | Opaco         | Papillate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Yellow (HUE 5 Y 8/4)       | Solido       | Opaco         | Papillate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Yellow (HUE 5 Y 8/4)       | Solido       | Opaco         | Papillate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Yellow (HUE 5 Y 8/4)       | Solido       | Opaco         | Papillate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Yellow (HUE 5 Y 8/4)       | Solido       | Opaco         | Papillate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Yellow (HUE 5 Y 8/4)       | Solido       | Opaco         | Papillate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Yellow (HUE 5 Y 8/4)       | Solido       | Opaco         | Papillate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Yellow (HUE 5 Y 8/4)       | Solido       | Opaco         | Papillate | Alas             |

|          |       |        |                      |        |       |           |      |
|----------|-------|--------|----------------------|--------|-------|-----------|------|
| Teardrop | Shiny | Smooth | Yellow (HUE 5 Y 8/4) | Solido | Opaco | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Yellow (HUE 5 Y 8/4) | Solido | Opaco | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Yellow (HUE 5 Y 8/4) | Solido | Opaco | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Yellow (HUE 5 Y 8/4) | Solido | Opaco | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Yellow (HUE 5 Y 8/4) | Solido | Opaco | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Yellow (HUE 5 Y 8/4) | Solido | Opaco | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Yellow (HUE 5 Y 8/4) | Solido | Opaco | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Yellow (HUE 5 Y 8/4) | Solido | Opaco | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Yellow (HUE 5 Y 8/4) | Solido | Opaco | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Yellow (HUE 5 Y 8/4) | Solido | Opaco | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Yellow (HUE 5 Y 8/4) | Solido | Opaco | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Yellow (HUE 5 Y 8/4) | Solido | Opaco | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Yellow (HUE 5 Y 8/4) | Solido | Opaco | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Yellow (HUE 5 Y 8/4) | Solido | Opaco | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Yellow (HUE 5 Y 8/4) | Solido | Opaco | Papillate | Alas |

Realizado por: Calderón Anayka,2023

**Tabla 4-16:** Morfotificación de la variedad Llimasara.

|   |                     |                     |                     |
|---|---------------------|---------------------|---------------------|
| <b>Nombre científico:</b> <i>Zea mays</i>   |                     |                     |                     |
| <b>Nombre vulgar:</b> Maíz- Sara  |                     |                     |                     |
| <b>Nombre variedad:</b> Llimasara   |                     |                     |                     |
| <b>Familia:</b> Poaceae   |                     |                     |                     |
| <b>Tipo paleocarporresto:</b> Semilla   |                     |                     |                     |
| <b>Sitio de recolección:</b> Nizag  |                     |                     |                     |
| <b>Zona agroecológica:</b> Yunga  |                     |                     |                     |
|  |                     |                     |                     |
| Semilla maíz- Llimasara   |                     |                     |                     |
| <b>Análisis Morfológico</b>   |                     |                     |                     |
| <b>Shape:</b> Ovoid   |                     |                     |                     |
| <b>Testa surface:</b> Smooth  |                     |                     |                     |
| <b>Surface quality:</b> Shiny   |                     |                     |                     |
| <b>Hilum/ Attachment scar:</b> Not visible  |                     |                     |                     |
| <b>Excrecencias seminales:</b> Wings  |                     |                     |                     |
| <b>Colour of surface:</b> Yellow (HUE 5 Y 8/4)                                      |                     |                     |                     |
| <b>Colour Pattern:</b> Solid  |                     |                     |                     |
| <b>Transparency:</b> Opaque   |                     |                     |                     |
| <b>Análisis Biométrico</b>  |                     |                     |                     |
| <b>Largo</b>  | <b>Máximo:</b> 12,7 | <b>Media:</b> 11,06 | <b>Mínimo:</b> 8,9  |
| <b>Ancho</b>  | <b>Máximo:</b> 9,2  | <b>Media:</b> 8,2   | <b>Mínimo:</b> 6,5  |
| <b>Grosor</b>   | <b>Máximo:</b> 9,2  | <b>Media:</b> 3,54  | <b>Mínimo:</b> 1,00 |
| <b>Área</b>   | <b>Máximo:</b> 86,8 | <b>Media:</b> 68,21 | <b>Mínimo:</b> 53,4 |
| <b>Perímetro</b>  | <b>Máximo:</b> 35,5 | <b>Media:</b> 31,60 | <b>Mínimo:</b> 27,2 |
| <b>Peso</b>   |                     |                     |                     |
| 0,3 gr (promedio de 30 semillas)  |                     |                     |                     |

**Realizado por:** Calderón Anayka,2023

#### 4.1.1.6 Variedad Machucara-sara

En cuanto a la morfología y biometría de la variedad Machucara-sara de la comunidad Nizag, se presenta en la tabla 4-17 y 4-18, asimismo la morfotificación botánico de cada variedad se presenta en la tabla 4-19.

**Tabla 4-17:** Análisis biométrico de la variedad Machucara-sara

| No. Semilla | Largo (mm) | Ancho (mm) | Grosor (mm) | Peso (gr) | Ratio 1 100 x l/a | Ratio 2 100 x g/a | Área ( $\mu\text{m}^2$ ) | Perímetro ( $\mu\text{m}$ ) |
|-------------|------------|------------|-------------|-----------|-------------------|-------------------|--------------------------|-----------------------------|
| 1           | 10.5       | 9.4        | 4.8         | 0.272     | 111.70            | 51.06             | 70.1                     | 31.2                        |
| 2           | 9.15       | 8.57       | 4.35        | 0.183     | 106.77            | 50.76             | 56.54                    | 26.72                       |
| 3           | 7.91       | 8.57       | 5.85        | 0.215     | 92.30             | 68.26             | 49                       | 24.81                       |
| 4           | 9.51       | 8.77       | 4.33        | 0.251     | 108.44            | 49.37             | 61.57                    | 28.03                       |
| 5           | 9.76       | 7.86       | 4.49        | 0.193     | 124.17            | 57.12             | 61.57                    | 28.03                       |
| 6           | 7.93       | 6.83       | 5.36        | 0.219     | 116.11            | 78.48             | 36.75                    | 21.76                       |
| 7           | 9.28       | 9.24       | 3.83        | 0.215     | 100.43            | 41.45             | 63.61                    | 28.27                       |
| 8           | 9.86       | 8.87       | 3.49        | 0.236     | 111.16            | 39.35             | 56.54                    | 26.72                       |
| 9           | 8.88       | 8.89       | 4.68        | 0.279     | 99.89             | 52.64             | 50.26                    | 25.13                       |
| 10          | 8.76       | 7.36       | 6.17        | 0.238     | 119.02            | 83.83             | 43.98                    | 23.58                       |
| 11          | 8.98       | 8          | 5.04        | 0.273     | 112.25            | 63.00             | 56.54                    | 26.72                       |
| 12          | 8.67       | 7.11       | 5.75        | 0.213     | 121.94            | 80.87             | 43.98                    | 23.58                       |
| 13          | 8.84       | 8.4        | 4.2         | 0.243     | 105.24            | 50.00             | 50.26                    | 25.13                       |
| 14          | 9.15       | 8.8        | 4.69        | 0.228     | 103.98            | 53.30             | 56.54                    | 26.72                       |
| 15          | 8.27       | 7.52       | 4.4         | 0.253     | 109.97            | 58.51             | 43.98                    | 23.58                       |
| 16          | 9.36       | 8.49       | 3.71        | 0.263     | 110.25            | 43.70             | 56.54                    | 26.72                       |
| 17          | 10.48      | 9.03       | 3.91        | 0.209     | 116.06            | 43.30             | 70.1                     | 31.2                        |
| 18          | 9.92       | 8.72       | 4.18        | 0.194     | 113.76            | 47.94             | 56.54                    | 26.72                       |
| 19          | 8.81       | 8.71       | 3.92        | 0.25      | 101.15            | 45.01             | 50.26                    | 25.13                       |
| 20          | 8.39       | 8.55       | 4.31        | 0.211     | 98.13             | 50.41             | 50.26                    | 25.13                       |
| 21          | 9.15       | 8.44       | 4.34        | 0.28      | 108.41            | 51.42             | 56.54                    | 26.72                       |
| 22          | 9.48       | 7.78       | 4.07        | 0.227     | 121.85            | 52.31             | 49.48                    | 25.23                       |
| 23          | 9.21       | 8.08       | 3.46        | 0.255     | 113.99            | 42.82             | 56.54                    | 26.72                       |
| 24          | 8.5        | 7.89       | 5.77        | 0.262     | 107.73            | 73.13             | 43.98                    | 23.58                       |
| 25          | 8.82       | 8.21       | 5.2         | 0.287     | 107.43            | 63.34             | 50.26                    | 25.13                       |
| 26          | 9.02       | 8.81       | 4.43        | 0.17      | 102.38            | 50.28             | 56.54                    | 26.72                       |
| 27          | 8.89       | 8.18       | 5.93        | 0.227     | 108.68            | 72.49             | 50.26                    | 25.13                       |
| 28          | 8.41       | 8.89       | 3.6         | 0.202     | 94.60             | 40.49             | 50.26                    | 25.13                       |

|        |      |       |      |       |        |       |       |       |
|--------|------|-------|------|-------|--------|-------|-------|-------|
| 29     | 8.94 | 8.45  | 4.38 | 0.255 | 105.80 | 51.83 | 50.26 | 25.13 |
| 30     | 8.5  | 7.75  | 5.3  | 0.212 | 109.68 | 68.39 | 43.98 | 23.58 |
| Max    | 10.5 | 9.4   | 6.17 | 0.287 | 124.17 | 83.83 | 70.1  | 31.2  |
| Mínimo | 7.91 | 6.83  | 3.46 | 0.17  | 92.30  | 39.35 | 36.75 | 21.76 |
| Media  | 9.0  | 8.339 | 4.6  | 0.2   | 108.78 | 55.83 | 53.1  | 25.93 |

**Realizado por:** Calderón Anayka,2023

**Tabla 4-18:** Análisis morfométrico de la variedad Machucara-sara

| Shape    | Surface features |                    | Color                      |              |               | Ápice     | Apéndice Externo |
|----------|------------------|--------------------|----------------------------|--------------|---------------|-----------|------------------|
|          | Surface quality  | Surface structures | Color Superficie (Munsell) | Color Patrón | Transparencia |           |                  |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Red (HUE 10 R 5/8)         | Moteado      | Opaco         | Papillate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Red (HUE 10 R 5/8)         | Moteado      | Opaco         | Papillate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Red (HUE 10 R 5/8)         | Moteado      | Opaco         | Papillate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Red (HUE 10 R 5/8)         | Moteado      | Opaco         | Papillate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Red (HUE 10 R 5/8)         | Moteado      | Opaco         | Papillate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Red (HUE 10 R 5/8)         | Moteado      | Opaco         | Papillate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Red (HUE 10 R 5/8)         | Moteado      | Opaco         | Papillate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Red (HUE 10 R 5/8)         | Moteado      | Opaco         | Papillate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Red (HUE 10 R 5/8)         | Moteado      | Opaco         | Papillate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Red (HUE 10 R 5/8)         | Moteado      | Opaco         | Papillate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Red (HUE 10 R 5/8)         | Moteado      | Opaco         | Papillate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Red (HUE 10 R 5/8)         | Moteado      | Opaco         | Papillate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Red (HUE 10 R 5/8)         | Moteado      | Opaco         | Papillate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Red (HUE 10 R 5/8)         | Moteado      | Opaco         | Papillate | Alas             |

|          |       |        |                    |         |       |           |      |
|----------|-------|--------|--------------------|---------|-------|-----------|------|
| Teardrop | Shiny | Smooth | Red (HUE 10 R 5/8) | Moteado | Opaco | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Red (HUE 10 R 5/8) | Moteado | Opaco | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Red (HUE 10 R 5/8) | Moteado | Opaco | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Red (HUE 10 R 5/8) | Moteado | Opaco | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Red (HUE 10 R 5/8) | Moteado | Opaco | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Red (HUE 10 R 5/8) | Moteado | Opaco | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Red (HUE 10 R 5/8) | Moteado | Opaco | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Red (HUE 10 R 5/8) | Moteado | Opaco | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Red (HUE 10 R 5/8) | Moteado | Opaco | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Red (HUE 10 R 5/8) | Moteado | Opaco | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Red (HUE 10 R 5/8) | Moteado | Opaco | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Red (HUE 10 R 5/8) | Moteado | Opaco | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Red (HUE 10 R 5/8) | Moteado | Opaco | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Red (HUE 10 R 5/8) | Moteado | Opaco | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Red (HUE 10 R 5/8) | Moteado | Opaco | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Red (HUE 10 R 5/8) | Moteado | Opaco | Papillate | Alas |

**Realizado por:** Calderón Anayka,2023

**Tabla 4-19:** Morfotificación de la variedad Machucara-sara

|   |                     |  |                      |
|---|---------------------|--|----------------------|
| <b>Nombre científico:</b> <i>Zea mays</i>   |                     |  |                      |
| <b>Nombre vulgar:</b> Sara- Maíz  |                     |  |                      |
| <b>Nombre variedad:</b> Machucara-sara  |                     |  |                      |
| <b>Familia:</b> Poaceae   |                     |  |                      |
| <b>Tipo paleocarporresto:</b> Semilla   |                     |  |                      |
| <b>Sitio de recolección:</b> Nizag  |                     |  |                      |
| <b>Zona agroecológica:</b> Yunga  |                     |  |                      |
|  |                     |  |                      |
| Semilla maíz – Machucara-sara   |                     |  |                      |
| <b>Análisis Morfológico</b>   |                     |  |                      |
| <b>Testa surface:</b> Smooth  |                     |  |                      |
| <b>Shape:</b> Ovoid   |                     |  |                      |
| <b>Surface quality:</b> Shiny   |                     |  |                      |
| <b>Hilum/ Attachment scar:</b> Not visible  |                     |  |                      |
| <b>Excrecencias seminales:</b> Wings  |                     |  |                      |
| <b>Colour of surface:</b> Red (HUE 10 R 5/8)                                      |                     |  |                      |
| <b>Colour Pattern:</b> Moteado  |                     |  |                      |
| <b>Transparency:</b> Opaque   |                     |  |                      |
| <b>Análisis Biométrico</b>  |                     |  |                      |
| <b>Largo</b>  | <b>Máximo:</b> 10.5 | <b>Media:</b> 9  | <b>Mínimo:</b> 7.91  |
| <b>Ancho</b>  | <b>Máximo:</b> 9.4  | <b>Media:</b> 8.34   | <b>Mínimo:</b> 6.83  |
| <b>Grosor</b>   | <b>Máximo:</b> 6.17 | <b>Media:</b> 4.6  | <b>Mínimo:</b> 3.46  |
| <b>Área</b>   | <b>Máximo:</b> 70.1 | <b>Media:</b> 53.1   | <b>Mínimo:</b> 36.75 |
| <b>Perímetro</b>  | <b>Máximo:</b> 31.2 | <b>Media:</b> 25.93  | <b>Mínimo:</b> 21.76 |
| <b>Peso</b>   |                     |  |                      |
| 0,2 gr (promedio de 30 semillas)  |                     |  |                      |

Realizado por: Calderón Anayka,2023

#### 4.1.1.7 Variedad Yanasara

Con respecto a la morfología y biometría de la variedad Yanasara de la comunidad Nizag, se presenta en la tabla 4-20 y 4-21, asimismo la morfotificación botánico de cada variedad se presenta en la tabla 4-22.

**Tabla 4-20:** Análisis biométrico de la variedad Yanasara

| No. Semilla | Largo (mm) | Ancho (mm) | Grosor (mm) | Peso (gr) | Ratio 1<br>100 x l/a | Ratio 2<br>100 x g/a | Área (µm <sup>2</sup> ) | Perímetro (µm) |
|-------------|------------|------------|-------------|-----------|----------------------|----------------------|-------------------------|----------------|
| 1           | 13.05      | 9.2        | 4           | 0.355     | 141.85               | 43.48                | 91.89                   | 34.84          |
| 2           | 11.09      | 9          | 4.01        | 0.425     | 123.22               | 44.56                | 77.75                   | 31.49          |
| 3           | 13.09      | 8.05       | 3.05        | 0.346     | 162.61               | 37.89                | 81.68                   | 33.54          |
| 4           | 13.02      | 10.05      | 4.02        | 0.328     | 129.55               | 40.00                | 102.1                   | 36.28          |
| 5           | 13.01      | 10         | 4.01        | 0.313     | 130.10               | 40.10                | 102.1                   | 36.28          |
| 6           | 13         | 9          | 3.08        | 0.313     | 144.44               | 34.22                | 91.89                   | 34.84          |
| 7           | 12.09      | 8          | 5.05        | 0.337     | 151.13               | 63.13                | 75.39                   | 31.73          |
| 8           | 13.03      | 9          | 4.09        | 0.368     | 144.78               | 45.44                | 91.89                   | 34.84          |
| 9           | 13.09      | 8.01       | 6.01        | 0.32      | 163.42               | 75.03                | 81.68                   | 33.45          |
| 10          | 12.09      | 11.07      | 9.02        | 0.291     | 109.21               | 81.48                | 103.67                  | 36.14          |
| 11          | 11.09      | 9.09       | 5.09        | 0.361     | 122.00               | 56.00                | 95.03                   | 34.55          |
| 12          | 13.05      | 10.09      | 4.08        | 0.328     | 129.34               | 40.44                | 102.1                   | 36.28          |
| 13          | 13.09      | 11         | 4.09        | 0.367     | 119.00               | 37.18                | 112.31                  | 37.76          |
| 14          | 13.09      | 10         | 3.09        | 0.364     | 130.90               | 30.90                | 102.1                   | 36.28          |
| 15          | 13.05      | 10         | 6           | 0.273     | 130.50               | 60.00                | 102.1                   | 36.28          |
| 16          | 14.02      | 10.03      | 4.09        | 0.308     | 139.78               | 40.78                | 94.24                   | 34.62          |
| 17          | 12.05      | 7.09       | 5.07        | 0.29      | 169.96               | 71.51                | 65.97                   | 30.36          |
| 18          | 14         | 10         | 6.02        | 0.375     | 140.00               | 60.20                | 109.95                  | 37.96          |
| 19          | 13.02      | 9.08       | 3.05        | 0.324     | 143.39               | 33.59                | 91.89                   | 34.84          |
| 20          | 13.02      | 9.01       | 4.02        | 0.29      | 144.51               | 44.62                | 91.89                   | 34.84          |
| 21          | 13.02      | 8.09       | 3.05        | 0.182     | 160.94               | 37.70                | 81.68                   | 33.45          |
| 22          | 13.02      | 9          | 4.02        | 0.419     | 144.67               | 44.67                | 91.89                   | 34.84          |
| 23          | 13.05      | 10.05      | 5.05        | 0.473     | 129.85               | 50.25                | 102.1                   | 36.28          |
| 24          | 13.03      | 9.09       | 3.05        | 0.273     | 143.34               | 33.55                | 91.89                   | 34.84          |
| 25          | 10.09      | 7.05       | 5.09        | 0.313     | 143.12               | 72.20                | 54.97                   | 26.91          |
| 26          | 13.09      | 9.09       | 4.02        | 0.313     | 144.00               | 44.22                | 91.89                   | 34.84          |
| 27          | 13.03      | 10.03      | 5.01        | 0.378     | 129.91               | 49.95                | 102.1                   | 36.28          |
| 28          | 12.01      | 8.08       | 3.03        | 0.477     | 148.64               | 37.50                | 75.39                   | 31.28          |

|        |       |       |      |       |        |       |        |       |
|--------|-------|-------|------|-------|--------|-------|--------|-------|
| 29     | 13.05 | 10    | 4.01 | 0.328 | 130.50 | 40.10 | 102.1  | 36.28 |
| 30     | 13.09 | 9.09  | 4.05 | 0.419 | 144.00 | 44.55 | 91.89  | 34.84 |
| Max    | 14.02 | 11.07 | 9.02 | 0.477 | 169.96 | 81.48 | 112.31 | 37.96 |
| Mínimo | 10.09 | 7.05  | 3.03 | 0.182 | 109.21 | 30.90 | 54.97  | 26.91 |
| Media  | 12.8  | 9.21  | 4.4  | 0.3   | 139.62 | 47.84 | 91.8   | 34.57 |

**Realizado por:** Calderón Anayka,2023

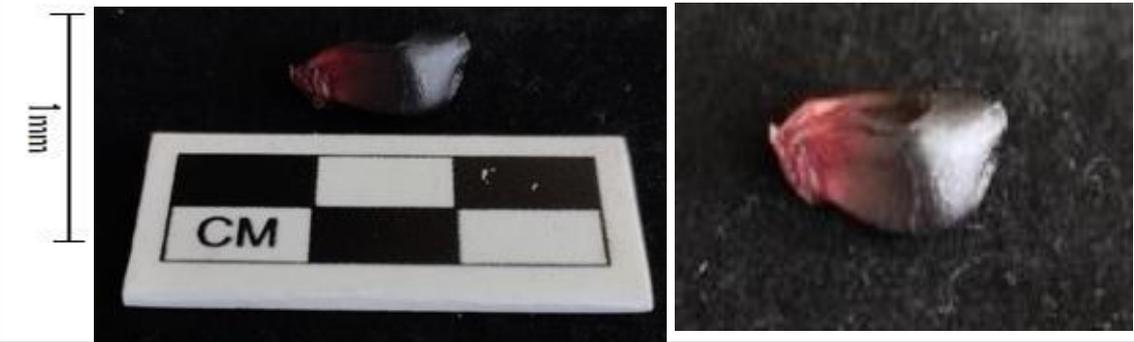
**Tabla 4-21:** Análisis morfométrico de la variedad Yanasara

| Shape    | Surface features |                    | Color                      |              |               | Ápice     | Apéndice Externo |
|----------|------------------|--------------------|----------------------------|--------------|---------------|-----------|------------------|
|          | Surface quality  | Surface structures | Color Superficie (Munsell) | Color Patrón | Transparencia |           |                  |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Dusky Red (HUE 7.5 R 4/4)  | Moteado      | Opaco         | Papillate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Dusky Red (HUE 7.5 R 4/4)  | Moteado      | Opaco         | Papillate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Dusky Red (HUE 7.5 R 4/4)  | Moteado      | Opaco         | Papillate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Dusky Red (HUE 7.5 R 4/4)  | Moteado      | Opaco         | Papillate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Dusky Red (HUE 7.5 R 4/4)  | Moteado      | Opaco         | Papillate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Dusky Red (HUE 7.5 R 4/4)  | Moteado      | Opaco         | Papillate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Dusky Red (HUE 7.5 R 4/4)  | Moteado      | Opaco         | Papillate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Dusky Red (HUE 7.5 R 4/4)  | Moteado      | Opaco         | Papillate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Dusky Red (HUE 7.5 R 4/4)  | Moteado      | Opaco         | Papillate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Dusky Red (HUE 7.5 R 4/4)  | Moteado      | Opaco         | Papillate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Dusky Red (HUE 7.5 R 4/4)  | Moteado      | Opaco         | Papillate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Dusky Red (HUE 7.5 R 4/4)  | Moteado      | Opaco         | Papillate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Dusky Red (HUE 7.5 R 4/4)  | Moteado      | Opaco         | Papillate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Dusky Red (HUE 7.5 R 4/4)  | Moteado      | Opaco         | Papillate | Alas             |

|          |       |        |                           |         |       |           |      |
|----------|-------|--------|---------------------------|---------|-------|-----------|------|
| Teardrop | Shiny | Smooth | Dusky Red (HUE 7.5 R 4/4) | Moteado | Opaco | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Dusky Red (HUE 7.5 R 4/4) | Moteado | Opaco | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Dusky Red (HUE 7.5 R 4/4) | Moteado | Opaco | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Dusky Red (HUE 7.5 R 4/4) | Moteado | Opaco | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Dusky Red (HUE 7.5 R 4/4) | Moteado | Opaco | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Dusky Red (HUE 7.5 R 4/4) | Moteado | Opaco | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Dusky Red (HUE 7.5 R 4/4) | Moteado | Opaco | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Dusky Red (HUE 7.5 R 4/4) | Moteado | Opaco | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Dusky Red (HUE 7.5 R 4/4) | Moteado | Opaco | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Dusky Red (HUE 7.5 R 4/4) | Moteado | Opaco | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Dusky Red (HUE 7.5 R 4/4) | Moteado | Opaco | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Dusky Red (HUE 7.5 R 4/4) | Moteado | Opaco | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Dusky Red (HUE 7.5 R 4/4) | Moteado | Opaco | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Dusky Red (HUE 7.5 R 4/4) | Moteado | Opaco | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Dusky Red (HUE 7.5 R 4/4) | Moteado | Opaco | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Dusky Red (HUE 7.5 R 4/4) | Moteado | Opaco | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Dusky Red (HUE 7.5 R 4/4) | Moteado | Opaco | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Dusky Red (HUE 7.5 R 4/4) | Moteado | Opaco | Papillate | Alas |

Realizado por: Calderón Anayka,2023

**Tabla 4-22:** Morfotificación de la variedad Yanasara

|  |                       |                     |                      |
|--|-----------------------|---------------------|----------------------|
| <b>Nombre científico:</b> <i>Zea mays</i>  |                       |                     |                      |
| <b>Nombre vulgar:</b> Sara o Maíz  |                       |                     |                      |
| <b>Nombre variedad:</b> Yanasara   |                       |                     |                      |
| <b>Familia:</b> Poaceae  |                       |                     |                      |
| <b>Tipo paleocarporresto:</b> Semilla  |                       |                     |                      |
| <b>Sitio de recolección:</b> Nizag   |                       |                     |                      |
| <b>Sitio arqueológico:</b> Yunga   |                       |                     |                      |
|  |                       |                     |                      |
| Semilla maíz - Yanasara  |                       |                     |                      |
| <b>Análisis Morfológico</b>  |                       |                     |                      |
| <b>Testa surface:</b> Smooth   |                       |                     |                      |
| <b>Shape:</b> Ovoid  |                       |                     |                      |
| <b>Surface quality:</b> Shiny  |                       |                     |                      |
| <b>Hilum/ Attachment scar:</b> Not visible   |                       |                     |                      |
| <b>Excrecencias seminales:</b> Wings   |                       |                     |                      |
| <b>Colour of surface:</b> Dusky Red (HUE 7.5 R 4/4)                                |                       |                     |                      |
| <b>Colour Pattern:</b> Moteado   |                       |                     |                      |
| <b>Transparency:</b> Opaque  |                       |                     |                      |
| <b>Análisis Biométrico</b>   |                       |                     |                      |
| <b>Largo</b>   | <b>Máximo:</b> 14.02  | <b>Media:</b> 12.8  | <b>Mínimo:</b> 10.09 |
| <b>Ancho</b>   | <b>Máximo:</b> 11.07  | <b>Media:</b> 9.21  | <b>Mínimo:</b> 7.05  |
| <b>Grosor</b>  | <b>Máximo:</b> 9.02   | <b>Media:</b> 4.4   | <b>Mínimo:</b> 3.03  |
| <b>Área</b>  | <b>Máximo:</b> 112.31 | <b>Media:</b> 91.8  | <b>Mínimo:</b> 54.97 |
| <b>Perímetro</b>   | <b>Máximo:</b> 37.96  | <b>Media:</b> 34.57 | <b>Mínimo:</b> 26.91 |
| <b>Peso</b>  |                       |                     |                      |
| 0,3 gr (promedio de 30 semillas)   |                       |                     |                      |

**Realizado por:** Calderón Anayka,2023

#### 4.1.1.8 Variedad Pukasara

Por lo tanto, la morfología y biometría de la variedad Pukasara de la comunidad Nizag se presenta en la tabla 4-23 y 4-24, asimismo la morfotificación botánico de cada variedad se presenta en la tabla 4-25.

**Tabla 4-23:** Análisis biométrico de la variedad Pukasara

| No. Semilla | Largo (mm) | Ancho (mm) | Grosor (mm) | Peso (gr) | Ratio 1 100 x l/a | Ratio 2 100 x g/a | Área ( $\mu\text{m}^2$ ) | Perímetro ( $\mu\text{m}$ ) |
|-------------|------------|------------|-------------|-----------|-------------------|-------------------|--------------------------|-----------------------------|
| 1           | 14.34      | 9.17       | 4.7         | 0.491     | 156.38            | 51.25             | 103.16                   | 37.36                       |
| 2           | 14.92      | 10.32      | 4.52        | 0.481     | 144.57            | 43.80             | 109.95                   | 37.96                       |
| 3           | 15.11      | 10.32      | 4.52        | 0.561     | 146.41            | 43.80             | 117.8                    | 39.66                       |
| 4           | 14.75      | 9.03       | 6.58        | 0.51      | 163.34            | 72.87             | 92.61                    | 36.5                        |
| 5           | 13.45      | 8.88       | 6.67        | 0.536     | 151.46            | 75.11             | 84.44                    | 34.22                       |
| 6           | 13.67      | 9.03       | 6.09        | 0.567     | 151.38            | 67.44             | 91.89                    | 34.84                       |
| 7           | 13.79      | 7.64       | 6.36        | 0.571     | 180.50            | 83.25             | 71.47                    | 32.12                       |
| 8           | 13.92      | 10.59      | 5.77        | 0.525     | 131.44            | 54.49             | 51.05                    | 29.68                       |
| 9           | 14.8       | 9.07       | 6.02        | 0.445     | 163.18            | 66.37             | 106.02                   | 38.29                       |
| 10          | 12.02      | 9.11       | 8.09        | 0.493     | 131.94            | 88.80             | 84.82                    | 33.15                       |
| 11          | 13.06      | 8.3        | 7.78        | 0.576     | 157.35            | 93.73             | 81.68                    | 33.45                       |
| 12          | 13.91      | 8.49       | 6.59        | 0.49      | 163.84            | 77.62             | 81.68                    | 33.45                       |
| 13          | 13.16      | 10.8       | 6.32        | 0.49      | 121.85            | 58.52             | 102.1                    | 36.28                       |
| 14          | 14.87      | 9.51       | 5.76        | 0.581     | 156.36            | 60.57             | 106.02                   | 38.29                       |
| 15          | 12.98      | 10.33      | 5.61        | 0.453     | 125.65            | 54.31             | 94.24                    | 34.62                       |
| 16          | 14.39      | 10.1       | 5.77        | 0.419     | 142.48            | 57.13             | 113.09                   | 38.63                       |
| 17          | 9.68       | 9.04       | 7.99        | 0.421     | 107.08            | 88.38             | 63.61                    | 28.27                       |
| 18          | 13.91      | 8.78       | 5.84        | 0.48      | 158.43            | 66.51             | 81.68                    | 33.45                       |
| 19          | 14.11      | 9.58       | 6.87        | 0.452     | 147.29            | 71.71             | 106.02                   | 38.29                       |
| 20          | 13.55      | 9.44       | 7.24        | 0.603     | 143.54            | 76.69             | 91.89                    | 34.84                       |
| 21          | 12.55      | 8.57       | 6.6         | 0.512     | 146.44            | 77.01             | 75.39                    | 31.73                       |
| 22          | 12.89      | 9.53       | 6.22        | 0.558     | 135.26            | 65.27             | 91.89                    | 34.84                       |

|        |       |       |      |       |        |       |        |       |
|--------|-------|-------|------|-------|--------|-------|--------|-------|
| 23     | 14.17 | 10.11 | 7.71 | 0.547 | 140.16 | 76.26 | 109.95 | 37.96 |
| 24     | 15.09 | 9.56  | 6.45 | 0.584 | 157.85 | 67.47 | 106.02 | 38.29 |
| 25     | 14.8  | 9.7   | 6.28 | 0.563 | 152.58 | 64.74 | 98.96  | 36.55 |
| 26     | 13.97 | 8.9   | 6.96 | 0.546 | 156.97 | 78.20 | 91.89  | 34.84 |
| 27     | 13.58 | 10.99 | 5.18 | 0.545 | 123.57 | 47.13 | 102.1  | 36.28 |
| 28     | 14.21 | 8.41  | 6.19 | 0.576 | 168.97 | 73.60 | 87.96  | 35.2  |
| 29     | 12.49 | 7.34  | 5.58 | 0.603 | 170.16 | 76.02 | 65.97  | 30.36 |
| 30     | 13.86 | 8.71  | 6.2  | 0.565 | 159.13 | 71.18 | 81.68  | 33.45 |
| Max    | 15.11 | 10.99 | 8.09 | 0.603 | 180.50 | 93.73 | 117.8  | 39.66 |
| Mínimo | 9.68  | 7.34  | 4.52 | 0.419 | 107.08 | 43.80 | 51.05  | 28.27 |
| Media  | 13.7  | 9.31  | 6.3  | 0.5   | 148.52 | 68.31 | 90.8   | 35.11 |

**Realizado por:** Calderón Anayka,202

**Tabla 4-24:** Análisis morfométrico de la variedad Pukasara

| Shape    | Surface features |                    | Color                      |              |               | Ápice     | Apéndice Externo |
|----------|------------------|--------------------|----------------------------|--------------|---------------|-----------|------------------|
|          | Surface quality  | Surface structures | Color Superficie (Munsell) | Color Patrón | Transparencia |           |                  |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Dusky Red (HUE 7.5 R 4/4)  | Irisdicente  | Traslúcido    | Papillate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Dusky Red (HUE 7.5 R 4/4)  | Irisdicente  | Traslúcido    | Papillate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Dusky Red (HUE 7.5 R 4/4)  | Irisdicente  | Traslúcido    | Papillate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Dusky Red (HUE 7.5 R 4/4)  | Irisdicente  | Traslúcido    | Papillate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Dusky Red (HUE 7.5 R 4/4)  | Irisdicente  | Traslúcido    | Papillate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Dusky Red (HUE 7.5 R 4/4)  | Irisdicente  | Traslúcido    | Papillate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Dusky Red (HUE 7.5 R 4/4)  | Irisdicente  | Traslúcido    | Papillate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Dusky Red (HUE 7.5 R 4/4)  | Irisdicente  | Traslúcido    | Papillate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Dusky Red (HUE 7.5 R 4/4)  | Irisdicente  | Traslúcido    | Papillate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Dusky Red (HUE 7.5 R 4/4)  | Irisdicente  | Traslúcido    | Papillate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Dusky Red (HUE 7.5 R 4/4)  | Irisdicente  | Traslúcido    | Papillate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Dusky Red (HUE 7.5 R 4/4)  | Irisdicente  | Traslúcido    | Papillate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Dusky Red (HUE 7.5 R 4/4)  | Irisdicente  | Traslúcido    | Papillate | Alas             |

|          |       |        |                           |             |            |           |      |
|----------|-------|--------|---------------------------|-------------|------------|-----------|------|
| Teardrop | Shiny | Smooth | Dusky Red (HUE 7.5 R 4/4) | Irisdicente | Traslúcido | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Dusky Red (HUE 7.5 R 4/4) | Irisdicente | Traslúcido | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Dusky Red (HUE 7.5 R 4/4) | Irisdicente | Traslúcido | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Dusky Red (HUE 7.5 R 4/4) | Irisdicente | Traslúcido | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Dusky Red (HUE 7.5 R 4/4) | Irisdicente | Traslúcido | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Dusky Red (HUE 7.5 R 4/4) | Irisdicente | Traslúcido | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Dusky Red (HUE 7.5 R 4/4) | Irisdicente | Traslúcido | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Dusky Red (HUE 7.5 R 4/4) | Irisdicente | Traslúcido | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Dusky Red (HUE 7.5 R 4/4) | Irisdicente | Traslúcido | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Dusky Red (HUE 7.5 R 4/4) | Irisdicente | Traslúcido | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Dusky Red (HUE 7.5 R 4/4) | Irisdicente | Traslúcido | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Dusky Red (HUE 7.5 R 4/4) | Irisdicente | Traslúcido | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Dusky Red (HUE 7.5 R 4/4) | Irisdicente | Traslúcido | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Dusky Red (HUE 7.5 R 4/4) | Irisdicente | Traslúcido | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Dusky Red (HUE 7.5 R 4/4) | Irisdicente | Traslúcido | Papillate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Dusky Red (HUE 7.5 R 4/4) | Irisdicente | Traslúcido | Papillate | Alas |

**Realizado por:** Calderón Anayka,2023

**Tabla 4-25:** Morfotificación de la variedad Pukasara

|   |                      |                     |                      |
|---|----------------------|---------------------|----------------------|
| <b>Nombre científico:</b> <i>Zea mays</i>   |                      |                     |                      |
| <b>Nombre vulgar:</b> Sara Maíz   |                      |                     |                      |
| <b>Nombre variedad:</b> Pukasara  |                      |                     |                      |
| <b>Familia:</b> Poaceae   |                      |                     |                      |
| <b>Tipo paleocarporresto:</b> Semilla   |                      |                     |                      |
| <b>Sitio de recolección:</b> Nizag  |                      |                     |                      |
| <b>Zona agroecológica:</b> Yunga  |                      |                     |                      |
|  |                      |                     |                      |
| Semilla maíz -Pukasara  |                      |                     |                      |
| <b>Análisis Morfológico</b>   |                      |                     |                      |
| <b>Testa surface:</b> Smooth  |                      |                     |                      |
| <b>Shape:</b> Ovoid   |                      |                     |                      |
| <b>Surface quality:</b> Shiny   |                      |                     |                      |
| <b>Hilum/ Attachment scar:</b> Not visible  |                      |                     |                      |
| <b>Excrecencias seminales:</b> Wings  |                      |                     |                      |
| <b>Colour of surface:</b> Dusky Red (HUE 7.5 R 4/4)                                 |                      |                     |                      |
| <b>Colour Pattern:</b> Irisdicente  |                      |                     |                      |
| <b>Transparency:</b> Traslúcido   |                      |                     |                      |
| <b>Análisis Biométrico</b>  |                      |                     |                      |
| <b>Largo</b>  | <b>Máximo:</b> 15.11 | <b>Media:</b> 13.7  | <b>Mínimo:</b> 9.68  |
| <b>Ancho</b>  | <b>Máximo:</b> 10.99 | <b>Media:</b> 9.31  | <b>Mínimo:</b> 7.34  |
| <b>Grosor</b>   | <b>Máximo:</b> 8.09  | <b>Media:</b> 6.3   | <b>Mínimo:</b> 4.52  |
| <b>Área</b>   | <b>Máximo:</b> 117.8 | <b>Media:</b> 90.8  | <b>Mínimo:</b> 51.05 |
| <b>Perímetro</b>  | <b>Máximo:</b> 39.66 | <b>Media:</b> 35.11 | <b>Mínimo:</b> 28.27 |
| <b>Peso</b>   |                      |                     |                      |
| 0,5 gr (promedio de 30 semillas)  |                      |                     |                      |

Realizado por: Calderón Anayka,2023

#### 4.1.1.9 Variedad Sarayunga

La morfología y biometría de la variedad Sarayunga de la comunidad Piñancay, se presenta en la tabla 4-26 y 4-27, asimismo la morfotificación botánico de cada variedad se presenta en la tabla 4-28.

**Tabla 4-26:** Análisis biométrico de la variedad Sarayunga

| No. Semilla | Largo (mm) | Ancho (mm) | Grosor (mm) | Peso (gr) | Ratio 1 100 x l/a | Ratio 2 100 x g/a | Área (µm <sup>2</sup> ) | Perímetro (µm) |
|-------------|------------|------------|-------------|-----------|-------------------|-------------------|-------------------------|----------------|
| 1           | 8.5        | 8.1        | 4.8         | 0.221     | 104.94            | 59.26             | 48.8                    | 25.2           |
| 2           | 7.8        | 8.2        | 4.9         | 0.203     | 95.12             | 59.76             | 47.7                    | 25.2           |
| 3           | 8.5        | 8.1        | 5.1         | 0.206     | 104.94            | 62.96             | 49.5                    | 27.7           |
| 4           | 8.2        | 7.3        | 6           | 0.208     | 112.33            | 82.19             | 44.6                    | 24.8           |
| 5           | 7.2        | 7.7        | 5.5         | 0.191     | 93.51             | 71.43             | 43.7                    | 24             |
| 6           | 8.2        | 7          | 5.5         | 0.205     | 117.14            | 78.57             | 43.1                    | 24.4           |
| 7           | 8.2        | 7.8        | 3.8         | 0.158     | 105.13            | 48.72             | 50.4                    | 26.8           |
| 8           | 8.2        | 7.4        | 4.4         | 0.198     | 110.81            | 59.46             | 46.4                    | 25             |
| 9           | 8          | 8          | 4.6         | 0.242     | 100.00            | 57.50             | 49.2                    | 26             |
| 10          | 8.6        | 7.7        | 4.9         | 0.2       | 111.69            | 63.64             | 50.9                    | 26.8           |
| 11          | 8.7        | 8.1        | 4           | 0.193     | 107.41            | 49.38             | 51.5                    | 26.2           |
| 12          | 8.5        | 7.7        | 4.2         | 0.17      | 110.39            | 54.55             | 48.4                    | 25.6           |
| 13          | 8.1        | 7.1        | 5.3         | 0.191     | 114.08            | 74.65             | 43.6                    | 24.6           |
| 14          | 8.2        | 7.6        | 5.8         | 0.208     | 107.89            | 76.32             | 46.1                    | 25.2           |
| 15          | 8.2        | 7.7        | 4.8         | 0.215     | 106.49            | 62.34             | 49.5                    | 25.9           |
| 16          | 8.6        | 7          | 5.4         | 0.194     | 122.86            | 77.14             | 48.1                    | 25.7           |
| 17          | 7.8        | 6.9        | 4.1         | 0.23      | 113.04            | 59.42             | 42.7                    | 23.9           |
| 18          | 7.9        | 7.3        | 5.1         | 0.184     | 108.22            | 69.86             | 48.4                    | 26.6           |
| 19          | 9.1        | 6.8        | 4.7         | 0.213     | 133.82            | 69.12             | 49.1                    | 26             |
| 20          | 8.8        | 7.9        | 4.5         | 0.186     | 111.39            | 56.96             | 51.5                    | 26.5           |
| 21          | 8.2        | 7.8        | 4.9         | 0.189     | 105.13            | 62.82             | 46.1                    | 26.2           |
| 22          | 8.1        | 8.3        | 4.4         | 0.207     | 97.59             | 53.01             | 51                      | 25.9           |
| 23          | 8.1        | 7.6        | 5.8         | 0.226     | 106.58            | 76.32             | 45.7                    | 25.9           |
| 24          | 7.1        | 8.3        | 3.8         | 0.233     | 85.54             | 45.78             | 49.2                    | 25.2           |
| 25          | 7.4        | 6.2        | 4.2         | 0.224     | 119.35            | 67.74             | 37.5                    | 22.8           |
| 26          | 7.3        | 6.5        | 4.2         | 0.16      | 112.31            | 64.62             | 30.6                    | 23             |
| 27          | 8          | 6.8        | 4.6         | 0.206     | 117.65            | 67.65             | 44.4                    | 24.4           |
| 28          | 8          | 6.5        | 5.5         | 0.198     | 123.08            | 84.62             | 39.8                    | 23.7           |

|        |     |      |     |       |        |       |      |       |
|--------|-----|------|-----|-------|--------|-------|------|-------|
| 29     | 7.8 | 6.9  | 5.9 | 0.148 | 113.04 | 85.51 | 41.6 | 26.7  |
| 30     | 6.7 | 5.1  | 4.7 | 0.158 | 131.37 | 92.16 | 29.5 | 26.6  |
| Max    | 9.1 | 8.3  | 6   | 0.242 | 133.82 | 92.16 | 51.5 | 27.7  |
| Mínimo | 6.7 | 5.1  | 3.8 | 0.148 | 85.54  | 45.78 | 29.5 | 22.8  |
| Media  | 8.1 | 7.38 | 4.8 | 0.2   | 110.10 | 66.45 | 45.6 | 25.42 |

**Realizado por:** Calderón Anayka,2023

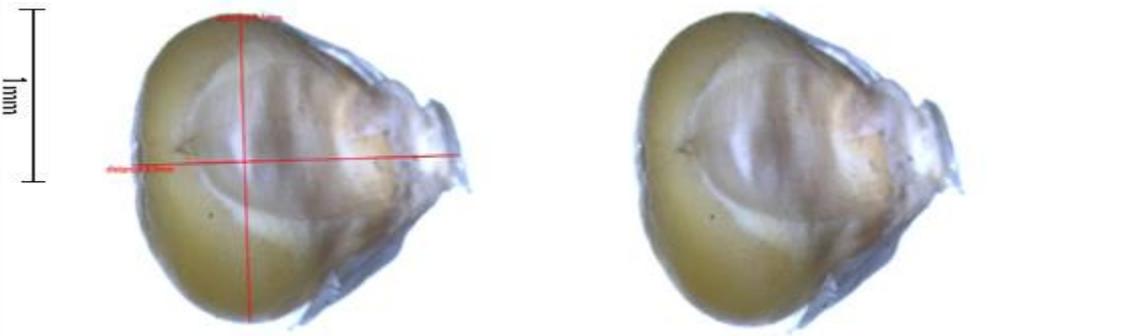
**Tabla 4-27:** Análisis morfométrico de la variedad Sarayunga

| Shape    | Surface features |                    | Color                         |              |               | Ápice     | Apéndice Externo |
|----------|------------------|--------------------|-------------------------------|--------------|---------------|-----------|------------------|
|          | Surface quality  | Surface structures | Color Superficie (Munsell)    | Color Patrón | Transparencia |           |                  |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Yellow Orange (HUE 10 YR 8/8) | Irisdicente  | Traslúcido    | Mucronate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Yellow Orange (HUE 10 YR 8/8) | Irisdicente  | Traslúcido    | Mucronate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Yellow Orange (HUE 10 YR 8/8) | Irisdicente  | Traslúcido    | Mucronate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Yellow Orange (HUE 10 YR 8/8) | Irisdicente  | Traslúcido    | Mucronate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Yellow Orange (HUE 10 YR 8/8) | Irisdicente  | Traslúcido    | Mucronate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Yellow Orange (HUE 10 YR 8/8) | Irisdicente  | Traslúcido    | Mucronate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Yellow Orange (HUE 10 YR 8/8) | Irisdicente  | Traslúcido    | Mucronate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Yellow Orange (HUE 10 YR 8/8) | Irisdicente  | Traslúcido    | Mucronate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Yellow Orange (HUE 10 YR 8/8) | Irisdicente  | Traslúcido    | Mucronate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Yellow Orange (HUE 10 YR 8/8) | Irisdicente  | Traslúcido    | Mucronate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Yellow Orange (HUE 10 YR 8/8) | Irisdicente  | Traslúcido    | Mucronate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Yellow Orange (HUE 10 YR 8/8) | Irisdicente  | Traslúcido    | Mucronate | Alas             |
| Teardrop | Shiny            | Smooth             | Yellow Orange (HUE 10 YR 8/8) | Irisdicente  | Traslúcido    | Mucronate | Alas             |

|          |       |        |                               |             |            |           |      |
|----------|-------|--------|-------------------------------|-------------|------------|-----------|------|
| Teardrop | Shiny | Smooth | Yellow Orange (HUE 10 YR 8/8) | Irisdicente | Traslúcido | Mucronate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Yellow Orange (HUE 10 YR 8/8) | Irisdicente | Traslúcido | Mucronate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Yellow Orange (HUE 10 YR 8/8) | Irisdicente | Traslúcido | Mucronate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Yellow Orange (HUE 10 YR 8/8) | Irisdicente | Traslúcido | Mucronate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Yellow Orange (HUE 10 YR 8/8) | Irisdicente | Traslúcido | Mucronate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Yellow Orange (HUE 10 YR 8/8) | Irisdicente | Traslúcido | Mucronate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Yellow Orange (HUE 10 YR 8/8) | Irisdicente | Traslúcido | Mucronate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Yellow Orange (HUE 10 YR 8/8) | Irisdicente | Traslúcido | Mucronate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Yellow Orange (HUE 10 YR 8/8) | Irisdicente | Traslúcido | Mucronate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Yellow Orange (HUE 10 YR 8/8) | Irisdicente | Traslúcido | Mucronate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Yellow Orange (HUE 10 YR 8/8) | Irisdicente | Traslúcido | Mucronate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Yellow Orange (HUE 10 YR 8/8) | Irisdicente | Traslúcido | Mucronate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Yellow Orange (HUE 10 YR 8/8) | Irisdicente | Traslúcido | Mucronate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Yellow Orange (HUE 10 YR 8/8) | Irisdicente | Traslúcido | Mucronate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Yellow Orange (HUE 10 YR 8/8) | Irisdicente | Traslúcido | Mucronate | Alas |
| Teardrop | Shiny | Smooth | Yellow Orange (HUE 10 YR 8/8) | Irisdicente | Traslúcido | Mucronate | Alas |

**Realizado por:** Calderón Anayka,2023

**Tabla 4-28:** Morfotificación de la variedad Sarayunga

|  |                     |                     |                     |
|--|---------------------|---------------------|---------------------|
| <b>Nombre científico:</b> <i>Zea mays</i>  |                     |                     |                     |
| <b>Nombre vulgar:</b> Sara o maíz  |                     |                     |                     |
| <b>Nombre variedad:</b> Sarayunga  |                     |                     |                     |
| <b>Familia:</b> Poaceae  |                     |                     |                     |
| <b>Tipo paleocarporresto:</b> Semilla  |                     |                     |                     |
| <b>Sitio de recolección:</b> Piñancay  |                     |                     |                     |
| <b>Zona agroecológica:</b> Yunga   |                     |                     |                     |
|  |                     |                     |                     |
| Semilla maíz - Sarayunga   |                     |                     |                     |
| <b>Análisis Morfológico</b>  |                     |                     |                     |
| <b>Testa surface:</b> Smooth   |                     |                     |                     |
| <b>Shape:</b> Ovoid  |                     |                     |                     |
| <b>Surface quality:</b> Shiny  |                     |                     |                     |
| <b>Hilum/ Attachment scar:</b> Not visible   |                     |                     |                     |
| <b>Excrecencias seminales:</b> Wings   |                     |                     |                     |
| <b>Colour of surface:</b> Yellow Orange (HUE 10 YR 8/8)                            |                     |                     |                     |
| <b>Colour Pattern:</b> Iridiscente   |                     |                     |                     |
| <b>Transparency:</b> Traslúcido  |                     |                     |                     |
| <b>Análisis Biométrico</b>   |                     |                     |                     |
| <b>Largo</b>   | <b>Máximo:</b> 9.1  | <b>Media:</b> 8.1   | <b>Mínimo:</b> 6.7  |
| <b>Ancho</b>   | <b>Máximo:</b> 8.3  | <b>Media:</b> 7.38  | <b>Mínimo:</b> 5.1  |
| <b>Grosor</b>  | <b>Máximo:</b> 6    | <b>Media:</b> 4.8   | <b>Mínimo:</b> 3.8  |
| <b>Área</b>  | <b>Máximo:</b> 51.5 | <b>Media:</b> 45.6  | <b>Mínimo:</b> 29.5 |
| <b>Perímetro</b>   | <b>Máximo:</b> 27.7 | <b>Media:</b> 25.42 | <b>Mínimo:</b> 22.8 |
| <b>Peso</b>  |                     |                     |                     |
| 0,2 gr (promedio de 30 semillas)   |                     |                     |                     |

Realizado por: Calderón Anayka,2023

**4.1.2 Caracterización biométrica los macrorrestos botánicos de *Zea mays* registrados en las terrazas arqueológicas de Joyagzhí.**

La caracterización biométrica de 24 macrorrestos botánicos de la unidad J4, se realizaron en los siguientes niveles sedimentarios: Nivel 7, Nivel 8, Nivel 9, Nivel 10, Nivel 11 Nivel 12.

**4.1.2.1 Macrorrestos botánicos del Nivel 7**

No obstante, en la tabla 4-29 se presentan los macrorrestos botánicos correspondientes a la Unidad J4-Nivel7, mientras que la morfotificación se presenta en la tabla 4-30.

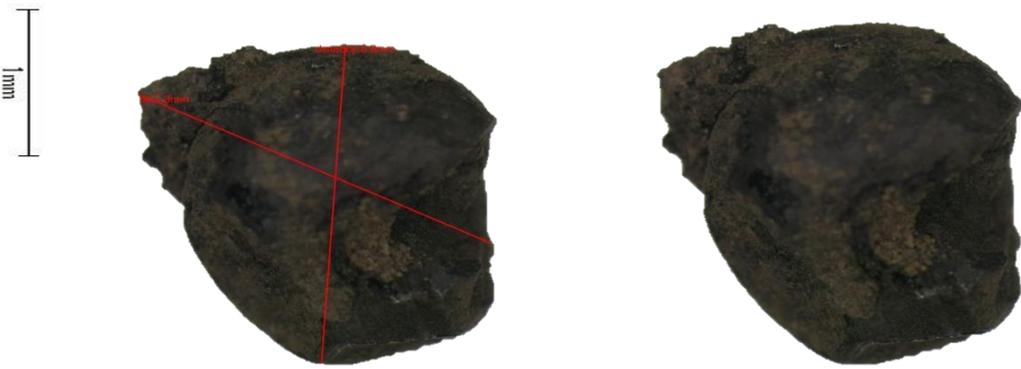
**Tabla 4-29:** Biometría paleobotánica del nivel 7

| No. Semilla | Largo (mm) | Ancho (mm) | Grosor (mm) | Peso (gr) | Ratio 1 100 x l/a | Ratio 2 100 x g/a | Área (µm <sup>2</sup> ) | Perímetro (µm) |
|-------------|------------|------------|-------------|-----------|-------------------|-------------------|-------------------------|----------------|
| 1           | 7.3        | 6.8        | 4.3         | 0.08      | 107.35            | 63.24             | 35.2                    | 23.1           |
| 2           | 8.4        | 7.9        | 5.2         | 0.06      | 106.33            | 65.82             | 48                      | 26.3           |
| 3           | 7.3        | 7.8        | 4.7         | 0.09      | 93.59             | 60.26             | 40.8                    | 24.3           |
| 4           | 7.1        | 6.5        | 5.2         | 0.08      | 109.23            | 80.00             | 37.2                    | 23.4           |
| 5           | 7.3        | 6.5        | 5.4         | 0.08      | 112.31            | 83.08             | 37.1                    | 22.6           |
| 6           | 7.9        | 6.7        | 4.5         | 0.07      | 117.91            | 67.16             | 31.9                    | 22.2           |
| 7           | 5.6        | 6.1        | 4           | 0.07      | 91.80             | 65.57             | 26.6                    | 19.1           |
| 8           | 7.5        | 6.2        | 3.2         | 0.09      | 120.97            | 51.61             | 35.1                    | 22.7           |
| 9           | 7.3        | 6.4        | 2.3         | 0.08      | 114.06            | 35.94             | 37.6                    | 22.6           |
| 10          | 7.1        | 6.5        | 3.4         | 0.08      | 109.23            | 52.31             | 35.6                    | 22.2           |
| 11          | 6.6        | 8.1        | 3           | 0.08      | 81.48             | 37.04             | 40.5                    | 23.1           |
| 12          | 6          | 6.4        | 2.9         | 0.05      | 93.75             | 45.31             | 32.3                    | 20.9           |
| 13          | 7.4        | 6.7        | 2.4         | 0.08      | 110.45            | 35.82             | 34.7                    | 22.4           |
| 14          | 7.3        | 6.6        | 2.3         | 0.01      | 110.61            | 34.85             | 35.6                    | 23.9           |
| 15          | 7.4        | 5.9        | 3.2         | 0.02      | 125.42            | 54.24             | 32                      | 21.9           |

|        |      |      |      |       |        |       |       |       |
|--------|------|------|------|-------|--------|-------|-------|-------|
| Max    | 8.4  | 8.1  | 5.4  | 0.09  | 125.42 | 83.08 | 48    | 26.3  |
| Mínimo | 5.6  | 5.9  | 2.3  | 0.01  | 81.48  | 34.85 | 26.6  | 19.1  |
| Media  | 7.17 | 6.74 | 3.73 | 0.068 | 106.97 | 55.48 | 36.01 | 22.71 |

**Realizado por:** Calderón Anayka,2023

**Tabla 4-30:** Morfotificación paleobotánica del nivel 7

|   |                     |                     |                     |
|---|---------------------|---------------------|---------------------|
| <b>Nombre científico:</b> <i>Zea mays</i>   |                     |                     |                     |
| <b>Nombre vulgar:</b> Sara  |                     |                     |                     |
| <b>Familia:</b> Poaceae   |                     |                     |                     |
| <b>Tipo paleocarporresto:</b> Semilla   |                     |                     |                     |
| <b>Sitio de recolección:</b> Joyagzhí   |                     |                     |                     |
| <b>Unidades de recolección:</b> J4 (Nivel 7)  |                     |                     |                     |
| <b>Números de resto:</b> 15 semillas  |                     |                     |                     |
| <b>Estado de conservación:</b> Carbonizado  |                     |                     |                     |
|  |                     |                     |                     |
| Carporresto - <i>Zea mays</i>   |                     |                     |                     |
| <b>Análisis Morfológico</b>   |                     |                     |                     |
| <b>Testa surface:</b> Not visible   |                     |                     |                     |
| <b>Shape:</b> Ovoid   |                     |                     |                     |
| <b>Surface quality:</b> Not visible   |                     |                     |                     |
| <b>Hilum/ Attachment scar:</b> Not visible  |                     |                     |                     |
| <b>Excrecencias seminales:</b> Not visible  |                     |                     |                     |
| <b>Colour of surface:</b> Black (Hue 5 YR 1.7/1)                                    |                     |                     |                     |
| <b>Colour Pattern:</b> Not visible  |                     |                     |                     |
| <b>Transparency:</b> Not visible  |                     |                     |                     |
| <b>Análisis Biométrico</b>  |                     |                     |                     |
| <b>Largo</b>  | <b>Máximo:</b> 8.4  | <b>Media:</b> 7.17  | <b>Mínimo:</b> 5.6  |
| <b>Ancho</b>  | <b>Máximo:</b> 8.1  | <b>Media:</b> 6.74  | <b>Mínimo:</b> 5.9  |
| <b>Grosor</b>   | <b>Máximo:</b> 5.4  | <b>Media:</b> 3.73  | <b>Mínimo:</b> 2.3  |
| <b>Área</b>   | <b>Máximo:</b> 48   | <b>Media:</b> 36.01 | <b>Mínimo:</b> 26.6 |
| <b>Perímetro</b>  | <b>Máximo:</b> 26.3 | <b>Media:</b> 22.71 | <b>Mínimo:</b> 19.1 |
| <b>Peso</b>   |                     |                     |                     |
| 0,068 gr (promedio de 15 semillas)  |                     |                     |                     |

Realizado por: Calderón Anayka,2023

#### 4.1.2.2 Macrorrestos botánicos del Nivel 8

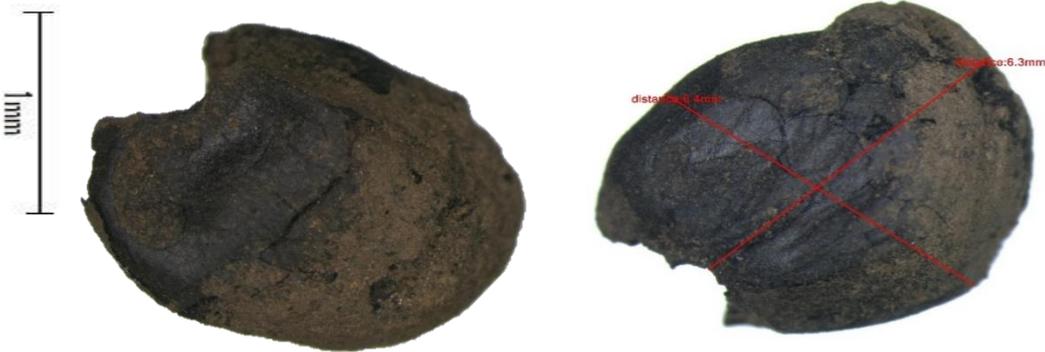
En la tabla 4-31 se exteriorizan los macrorrestos botánicos correspondientes a la Unidad J4-Nivel 8, mientras que la morfotificación se presenta en la tabla 4-32.

**Tabla 4-31:** Biometría paleobotánica del nivel 8

| No. Semilla | Largo (mm) | Ancho (mm) | Grosor (mm) | Peso (gr) | Ratio 1 100 x l/a | Ratio 2 100 x g/a | Área ( $\mu\text{m}^2$ ) | Perímetro ( $\mu\text{m}$ ) |
|-------------|------------|------------|-------------|-----------|-------------------|-------------------|--------------------------|-----------------------------|
| 1           | 6.8        | 4.6        | 5.2         | 0.05      | 147.83            | 113.04            | 31.3                     | 22.4                        |
| 2           | 5.1        | 5.8        | 3.4         | 0.02      | 87.93             | 58.62             | 22.7                     | 17.5                        |
| Máximo      | 6.8        | 5.8        | 5.2         | 0.05      | 147.8             | 113.0             | 31.3                     | 22.4                        |
| Mínimo      | 5.1        | 4.6        | 3.4         | 0.02      | 87.9              | 58.6              | 22.7                     | 17.5                        |
| Media       | 5.95       | 5.20       | 4.30        | 0.04      | 117.9             | 85.8              | 27.00                    | 19.95                       |

**Realizado por:** Calderón Anayka, 2023

**Tabla 4-32:** Morfotificación paleobotánica del nivel 8

|   |                     |                     |                     |
|---|---------------------|---------------------|---------------------|
| <b>Nombre científico:</b> <i>Zea mays</i>   |                     |                     |                     |
| <b>Nombre vulgar:</b> Sara  |                     |                     |                     |
| <b>Familia:</b> Poaceae   |                     |                     |                     |
| <b>Tipo paleocarporresto:</b> Semilla   |                     |                     |                     |
| <b>Sitio de recolección:</b> Joyagzhí   |                     |                     |                     |
| <b>Unidades de recolección:</b> J4 (Nivel 8)  |                     |                     |                     |
| <b>Números de resto:</b> 2  |                     |                     |                     |
| <b>Estado de conservación:</b> Carbonizado  |                     |                     |                     |
|  |                     |                     |                     |
| Carporresto - <i>Zea mays</i>   |                     |                     |                     |
| <b>Análisis Morfológico</b>   |                     |                     |                     |
| <b>Testa surface:</b> Not visible   |                     |                     |                     |
| <b>Shape:</b> Ovoid   |                     |                     |                     |
| <b>Surface quality:</b> Not visible   |                     |                     |                     |
| <b>Hilum/ Attachment scar:</b> Not visible  |                     |                     |                     |
| <b>Excrecencias seminales:</b> Not visible  |                     |                     |                     |
| <b>Colour of surface:</b> Black (Hue 5 YR 1.7/1)                                    |                     |                     |                     |
| <b>Colour Pattern:</b> Not visible  |                     |                     |                     |
| <b>Transparency:</b> Not visible  |                     |                     |                     |
| <b>Análisis Biométrico</b>  |                     |                     |                     |
| <b>Largo</b>  | <b>Máximo:</b> 6.8  | <b>Media:</b> 5.95  | <b>Mínimo:</b> 5.1  |
| <b>Ancho</b>  | <b>Máximo:</b> 5.8  | <b>Media:</b> 5.2   | <b>Mínimo:</b> 4.6  |
| <b>Grosor</b>   | <b>Máximo:</b> 5.2  | <b>Media:</b> 4.3   | <b>Mínimo:</b> 3.4  |
| <b>Área</b>   | <b>Máximo:</b> 31.3 | <b>Media:</b> 27    | <b>Mínimo:</b> 22.7 |
| <b>Perímetro</b>  | <b>Máximo:</b> 22.4 | <b>Media:</b> 19.95 | <b>Mínimo:</b> 17.5 |
| <b>Peso</b>   |                     |                     |                     |
| 0,04 gr (promedio de 2 semillas)  |                     |                     |                     |

Realizado por: Calderón Anayka, 2023

#### 4.1.2.3 Macrorrestos botánicos del Nivel 9

Por ende, en la tabla 4-33 se presentan los macrorrestos botánicos correspondientes a la Unidad J4-Nivel 9, mientras que la morfotificación se presenta en la tabla 4-34.

**Tabla 4-33:** Biometría paleobotánica del nivel 9

| No. Semilla | Largo (mm) | Ancho (mm) | Grosor (mm) | Peso (gr) | Ratio 1 100 x l/a | Ratio 2 100 x g/a | Área ( $\mu\text{m}^2$ ) | Perímetro ( $\mu\text{m}$ ) |
|-------------|------------|------------|-------------|-----------|-------------------|-------------------|--------------------------|-----------------------------|
| 1           | 5.9        | 3.5        | 5           | 20.1      | 19.6              | 0.03              | 168.57                   | 142.86                      |
| Máximo      | 5.9        | 3.5        | 5           | 20.1      | 19.6              | 0.0               | 168.57                   | 142.86                      |
| Mínimo      | 5.9        | 3.5        | 5           | 20.1      | 19.6              | 0.0               | 168.57                   | 142.86                      |
| Media       | 5.90       | 3.50       | 5.00        | 20.10     | 19.6              | 0.0               | 168.57                   | 142.86                      |

Realizado por: Calderón Anayka, 2023

**Tabla 4-34:** Morfotificación paleobotánica del nivel 9

|   |                   |                    |                  |                       |                          |                          |
|---|-------------------|--------------------|------------------|-----------------------|--------------------------|--------------------------|
| <b>Nombre científico:</b> <i>Zea mays</i>   |                   |                    |                  |                       |                          |                          |
| <b>Nombre vulgar:</b> Sara  |                   |                    |                  |                       |                          |                          |
| <b>Familia:</b> Poaceae   |                   |                    |                  |                       |                          |                          |
| <b>Tipo paleocarporresto:</b> Semilla   |                   |                    |                  |                       |                          |                          |
| <b>Sitio de recolección:</b> Joyagzhí   |                   |                    |                  |                       |                          |                          |
| <b>Unidades de recolección:</b> J4  |                   |                    |                  |                       |                          |                          |
| <b>Nivel:</b> N9  |                   |                    |                  |                       |                          |                          |
| <b>Números de resto:</b> 1  |                   |                    |                  |                       |                          |                          |
| <b>Estado de conservación:</b> Carbonizado  |                   |                    |                  |                       |                          |                          |
|  |                   |                    |                  |                       |                          |                          |
| Carporresto <i>Zea mays</i>   |                   |                    |                  |                       |                          |                          |
| <b>Análisis Morfológico</b>   |                   |                    |                  |                       |                          |                          |
| <b>Testa surface:</b> Not visible   |                   |                    |                  |                       |                          |                          |
| <b>Shape:</b> Ovoid   |                   |                    |                  |                       |                          |                          |
| <b>Surface quality:</b> Not visible   |                   |                    |                  |                       |                          |                          |
| <b>Surface structures:</b> Not visible  |                   |                    |                  |                       |                          |                          |
| <b>Hilum/ Attachment scar:</b> Not visible  |                   |                    |                  |                       |                          |                          |
| <b>Excrecencias seminales:</b> Not visible  |                   |                    |                  |                       |                          |                          |
| <b>Colour of surface:</b> Black ( Hue 5 YR 1.7/1)                                   |                   |                    |                  |                       |                          |                          |
| <b>Colour Pattern:</b> Not visible  |                   |                    |                  |                       |                          |                          |
| <b>Transparency:</b> Not visible  |                   |                    |                  |                       |                          |                          |
| <b>Análisis Biométrico</b>  |                   |                    |                  |                       |                          |                          |
| <b>Largo (mm)</b>   | <b>Ancho (mm)</b> | <b>Grosor (mm)</b> | <b>Área (mm)</b> | <b>Perímetro (mm)</b> | <b>Ratio 1 100 x l/a</b> | <b>Ratio 2 100 x g/a</b> |
| 5,9   | 3,5               | 5                  | 20,1             | 19,6                  | 168,57                   | 142,86                   |
| <b>Peso</b>   |                   |                    |                  |                       |                          |                          |
| 0,03 gr (promedio de 1 semilla)   |                   |                    |                  |                       |                          |                          |

Realizado por: Calderón Anayka,2023

#### 4.1.2.4 Macrorrestos botánicos del Nivel 10

Como se puede observar en la tabla 4-35 se presentan los macrorrestos botánicos correspondientes a la Unidad J4-Nivel 10, mientras que la morfotificación se presenta en la tabla 4-36.

**Tabla 4-35:** Biometría paleobotánica del nivel 10

| No. Semilla | Largo (mm) | Ancho (mm) | Grosor (mm) | Peso (gr) | Ratio 1 100 x l/a | Ratio 2 100 x g/a | Área ( $\mu\text{m}^2$ ) | Perímetro ( $\mu\text{m}$ ) |
|-------------|------------|------------|-------------|-----------|-------------------|-------------------|--------------------------|-----------------------------|
| 1           | 7.6        | 6.1        | 4.7         | 0.04      | 124.59            | 77.05             | 35.2                     | 23.1                        |
| 2           | 7.6        | 6.3        | 4.9         | 0.02      | 120.63            | 77.78             | 33.7                     | 22.2                        |
| Máximo      | 7.6        | 6.3        | 4.9         | 0.04      | 124.59            | 77.78             | 35.2                     | 23.1                        |
| Mínimo      | 7.6        | 6.1        | 4.7         | 0.02      | 120.63            | 77.05             | 33.7                     | 22.2                        |
| Media       | 7.60       | 6.20       | 4.80        | 0.03      | 122.61            | 77.41             | 34.45                    | 22.65                       |

Realizado por: Calderón Anayka, 2023

**Tabla 4-36:** Morfotificación paleobotánica del nivel 10

|   |                     |                     |                     |
|---|---------------------|---------------------|---------------------|
| <b>Nombre científico:</b> <i>Zea mays</i>   |                     |                     |                     |
| <b>Nombre vulgar:</b> Sara  |                     |                     |                     |
| <b>Familia:</b> Poaceae   |                     |                     |                     |
| <b>Tipo paleocarporresto:</b> Semilla   |                     |                     |                     |
| <b>Sitio de recolección:</b> Joyagzhí   |                     |                     |                     |
| <b>Unidades de recolección:</b> J4 (Nivel 10)                                       |                     |                     |                     |
| <b>Números de resto:</b> 2  |                     |                     |                     |
| <b>Estado de conservación:</b> Carbonizado  |                     |                     |                     |
|  |                     |                     |                     |
| Carporresto - <i>Zea mays</i>   |                     |                     |                     |
| <b>Análisis Morfológico</b>   |                     |                     |                     |
| <b>Testa surface:</b> Not visible   |                     |                     |                     |
| <b>Shape:</b> Ovoid   |                     |                     |                     |
| <b>Surface quality:</b> Not visible   |                     |                     |                     |
| <b>Hilum/ Attachment scar:</b> Not visible  |                     |                     |                     |
| <b>Excrecencias seminales:</b> Not visible  |                     |                     |                     |
| <b>Colour of surface:</b> Black (Hue 5 YR 1.7/1)                                    |                     |                     |                     |
| <b>Colour Pattern:</b> Not visible  |                     |                     |                     |
| <b>Transparency:</b> Not visible  |                     |                     |                     |
| <b>Análisis Biométrico</b>  |                     |                     |                     |
| <b>Largo</b>  | <b>Máximo:</b> 7.6  | <b>Media:</b> 7.6   | <b>Mínimo:</b> 7.6  |
| <b>Ancho</b>  | <b>Máximo:</b> 6.3  | <b>Media:</b> 6.2   | <b>Mínimo:</b> 6.1  |
| <b>Grosor</b>   | <b>Máximo:</b> 4.9  | <b>Media:</b> 4.8   | <b>Mínimo:</b> 4.7  |
| <b>Área</b>   | <b>Máximo:</b> 35.2 | <b>Media:</b> 34.45 | <b>Mínimo:</b> 33.7 |
| <b>Perímetro</b>  | <b>Máximo:</b> 23.1 | <b>Media:</b> 22.65 | <b>Mínimo:</b> 22.2 |
| <b>Peso</b>   |                     |                     |                     |
| 0,3 gr (promedio de 2 semillas)   |                     |                     |                     |

Realizado por: Calderón Anayka,2023

#### 4.1.2.5 Macrorrestos botánicos del Nivel 11

Por lo tanto, en la tabla 4-37 se presentan los macrorrestos botánicos correspondientes a la Unidad J4-Nivel 11, mientras que la morfotificación se presenta en la tabla 4-38.

**Tabla 4-37:** Biometría paleobotánica del nivel 11

| No. Semilla | Largo (mm) | Ancho (mm) | Grosor (mm) | Peso (gr) | Ratio 1 100 x l/a | Ratio 2 100 x g/a | Área ( $\mu\text{m}^2$ ) | Perímetro ( $\mu\text{m}$ ) |
|-------------|------------|------------|-------------|-----------|-------------------|-------------------|--------------------------|-----------------------------|
| 1           | 8          | 7.4        | 5.2         | 37.7      | 23.7              | 0.06              | 108.11                   | 70.27                       |
| 2           | 6.5        | 5.3        | 3.2         | 27.7      | 21                | 0.01              | 122.64                   | 60.38                       |
| 3           | 7.2        | 5.5        | 3.1         | 27.6      | 19.8              | 0.01              | 130.91                   | 56.36                       |
| Max         | 8          | 7.4        | 5.2         | 37.7      | 23.7              | 0.06              | 130.91                   | 70.27                       |
| Mínimo      | 6.5        | 5.3        | 3.1         | 27.6      | 19.8              | 0.01              | 108.11                   | 56.36                       |
| Media       | 7.2        | 6.1        | 3.8         | 31.0      | 21.5              | 0.0               | 120.6                    | 62.3                        |

Realizado por: Calderón Anayka, 2023

**Tabla 4-38:** Morfotificación paleobotánica del nivel 11

|   |                     |                    |                     |
|---|---------------------|--------------------|---------------------|
| <b>Nombre científico:</b> <i>Zea mays</i>   |                     |                    |                     |
| <b>Nombre vulgar:</b> Sara  |                     |                    |                     |
| <b>Familia:</b> Poaceae   |                     |                    |                     |
| <b>Tipo paleocarporesto:</b> Semilla  |                     |                    |                     |
| <b>Sitio de recolección:</b> Joyagzhí   |                     |                    |                     |
| <b>Unidades de recolección:</b> J4  |                     |                    |                     |
| <b>Nivel:</b> N11   |                     |                    |                     |
| <b>Números de resto:</b> 3  |                     |                    |                     |
| <b>Estado de conservación:</b> Carbonizado  |                     |                    |                     |
|  |                     |                    |                     |
| Carporesto <i>Zea mays</i>  |                     |                    |                     |
| <b>Análisis Morfológico</b>   |                     |                    |                     |
| <b>Testa surface:</b> Not visible   |                     |                    |                     |
| <b>Shape:</b> Ovoid   |                     |                    |                     |
| <b>Surface quality:</b> Not visible   |                     |                    |                     |
| <b>Surface structures:</b> Not visible  |                     |                    |                     |
| <b>Hilum/ Attachment scar:</b> Not visible  |                     |                    |                     |
| <b>Excrecencias seminales:</b> Not visible  |                     |                    |                     |
| <b>Colour of surface:</b> Black (Hue 5 YR 1.7/1)                                    |                     |                    |                     |
| <b>Colour Pattern:</b> Not visible  |                     |                    |                     |
| <b>Transparency:</b> Not visible  |                     |                    |                     |
| <b>Análisis Biométrico</b>  |                     |                    |                     |
| <b>Largo</b>  | <b>Máximo:</b> 8    | <b>Media:</b> 7,2  | <b>Mínimo:</b> 6,5  |
| <b>Ancho</b>  | <b>Máximo:</b> 7,4  | <b>Media:</b> 5,5  | <b>Mínimo:</b> 5,3  |
| <b>Grosor</b>   | <b>Máximo:</b> 5,2  | <b>Media:</b> 3,2  | <b>Mínimo:</b> 3,1  |
| <b>Área</b>   | <b>Máximo:</b> 37,7 | <b>Media:</b> 27,7 | <b>Mínimo:</b> 27,6 |
| <b>Peso</b>   |                     |                    |                     |
| 0,027 gr (promedio en 3 semillas)   |                     |                    |                     |

Realizado por: Calderón Anayka, 2023

#### 4.1.2.6 Macrorrestos botánicos del Nivel 12

En la tabla 4-39 se muestran los macrorrestos botánicos correspondientes a la Unidad J4-Nivel 12, mientras que la morfotificación se presenta en la tabla 4-40.

**Tabla 4-39:** Biometría paleobotánica del nivel 12

| No. Semilla | Largo (mm) | Ancho (mm) | Grosor (mm) | Peso (gr) | Ratio 1 100 x l/a | Ratio 2 100 x g/a | Área ( $\mu\text{m}^2$ ) | Perímetro ( $\mu\text{m}$ ) |
|-------------|------------|------------|-------------|-----------|-------------------|-------------------|--------------------------|-----------------------------|
| 1           | 4.5        | 4.3        | 3.6         | 15.8      | 14.6              | 0.01              | 104.65                   | 83.72                       |

Realizado por: Calderón Anayka, 2023

**Tabla 4-40:** Morfotificación paleobotánica del nivel 12

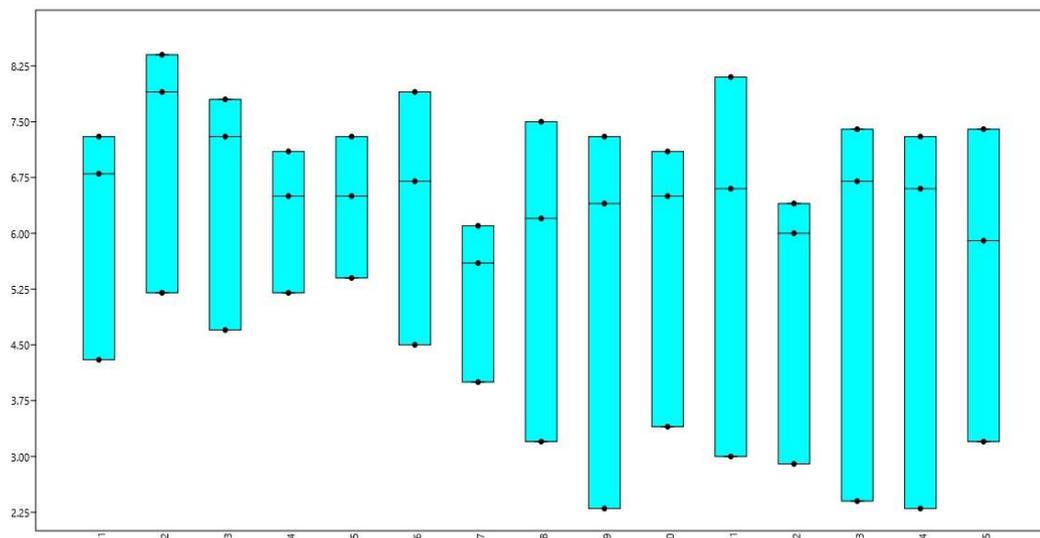
|   |                   |                    |                  |                       |                          |                          |
|---|-------------------|--------------------|------------------|-----------------------|--------------------------|--------------------------|
| <b>Nombre científico:</b> <i>Zea mays</i>   |                   |                    |                  |                       |                          |                          |
| <b>Nombre vulgar:</b> Sara  |                   |                    |                  |                       |                          |                          |
| <b>Familia:</b> Poaceae   |                   |                    |                  |                       |                          |                          |
| <b>Tipo paleocarporresto:</b> Semilla   |                   |                    |                  |                       |                          |                          |
| <b>Sitio de recolección:</b> Joyagzhí   |                   |                    |                  |                       |                          |                          |
| <b>Unidades de recolección:</b> J4  |                   |                    |                  |                       |                          |                          |
| <b>Nivel:</b> N12   |                   |                    |                  |                       |                          |                          |
| <b>Números de resto:</b> 1  |                   |                    |                  |                       |                          |                          |
| <b>Estado de conservación:</b> Carbonizado  |                   |                    |                  |                       |                          |                          |
|  |                   |                    |                  |                       |                          |                          |
| <i>Carporresto Zea mays</i>   |                   |                    |                  |                       |                          |                          |
| <b>Testa surface:</b> Not visible   |                   |                    |                  |                       |                          |                          |
| <b>Shape:</b> Ovoid   |                   |                    |                  |                       |                          |                          |
| <b>Surface quality:</b> Not visible   |                   |                    |                  |                       |                          |                          |
| <b>Surface structures:</b> Not visible  |                   |                    |                  |                       |                          |                          |
| <b>Hilum/ Attachment scar:</b> Not visible  |                   |                    |                  |                       |                          |                          |
| <b>Excrecencias seminales:</b> Not visible  |                   |                    |                  |                       |                          |                          |
| <b>Colour of surface:</b> Black (Hue 5 YR 1.7/1)                                    |                   |                    |                  |                       |                          |                          |
| <b>Colour Pattern:</b> Not visible  |                   |                    |                  |                       |                          |                          |
| <b>Transparency:</b> Not visible  |                   |                    |                  |                       |                          |                          |
| <b>Testa surface:</b> Not visible   |                   |                    |                  |                       |                          |                          |
| <b>Análisis Biométrico</b>  |                   |                    |                  |                       |                          |                          |
| <b>Largo (mm)</b>   | <b>Ancho (mm)</b> | <b>Grosor (mm)</b> | <b>Área (mm)</b> | <b>Perímetro (mm)</b> | <b>Ratio 1 100 x l/a</b> | <b>Ratio 2 100 x g/a</b> |
| 4,5   | 4,3               | 3,6                | 15,8             | 14,6                  | 104,65                   | 83,72                    |
| <b>Peso</b>   |                   |                    |                  |                       |                          |                          |
| 0,01 gr (promedio de 1 semilla)   |                   |                    |                  |                       |                          |                          |

Realizado por: Calderón Anayka,2023

### 4.1.3 Análisis y determinación estadística de los paleocarporrestos de *Zea mays*

#### 4.1.3.1 Análisis estadístico del diagrama de caja de los paleocarporrestos botánicos

En la Ilustración 4-8 se presenta los análisis estadísticos de las variables biométricas (largo, ancho y grosor). Como también en la Ilustración 4-9 se observa las 5 variables correspondientes a largo, ancho, grosor, ratio 1 y ratio 2 de los paleocarporrestos de la Unidad J4 - Nivel 7.

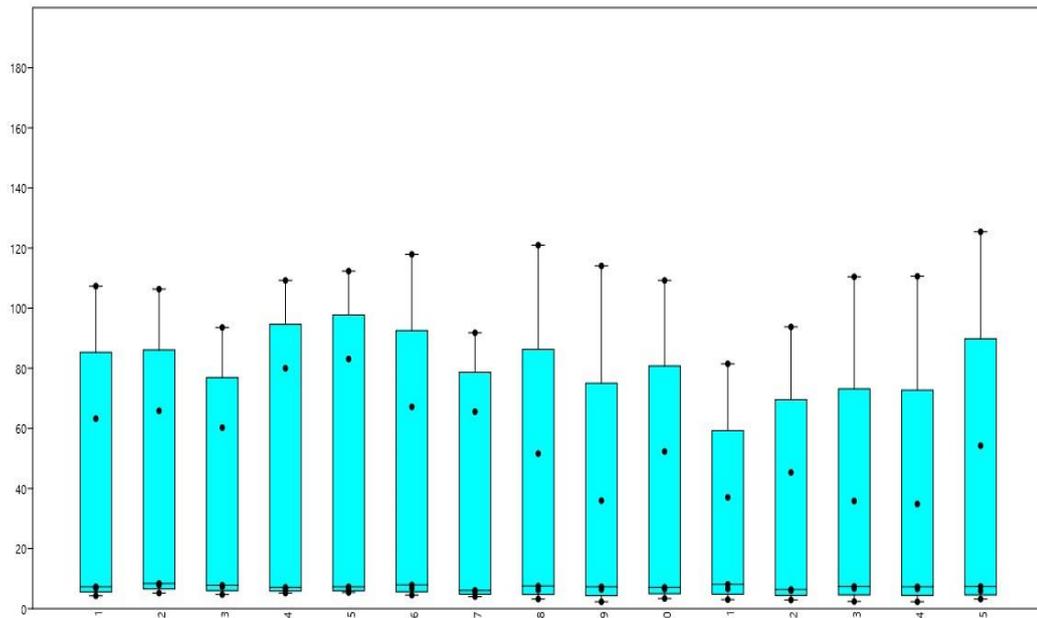


**Ilustración 4-8:** Diagrama de Caja del Nivel 7, correspondiente a las variables largo, ancho y grosor

Elaborado por: Calderón Anayka, 2023

En esta ilustración se puede observar que en la variable “largo” existe una homogeneidad en el conjunto de datos, ya que no existe una diferencia considerable entre todas las semillas del Nivel 7. Como se puede observar el valor máximo está ubicado en 8,4 cm y el mínimo en 5,6 cm. Localizándose la mayoría de los paleocarporrestos (N=13) sobre el valor de la media 7.17 cm. Por otro lado, en la variable “ancho” se presenta una homogeneidad, ya que el valor máximo se localiza en 8.1 cm y el mínimo en un 5.9 cm, localizándose la mayoría de los paleocarporrestos (N=12) próximos a la media de 6.64 cm.

En la variable “grosor” existe una gran diferencia en los datos, evidenciándose una heterogeneidad en los mismos. Esto debido a que el valor máximo alcanza los 5.4 cm, el valor mínimo los 2.3 cm, pero la mayoría de paleocarporrestos (N=8) se encuentran distantes a la media de 3.73 cm.



**Ilustración 4-9:** Diagrama de caja del Nivel 7 variable largo, ancho, grosor, ratio 1 y ratio2  
**Elaborado por:** Calderón Anayka, 2023

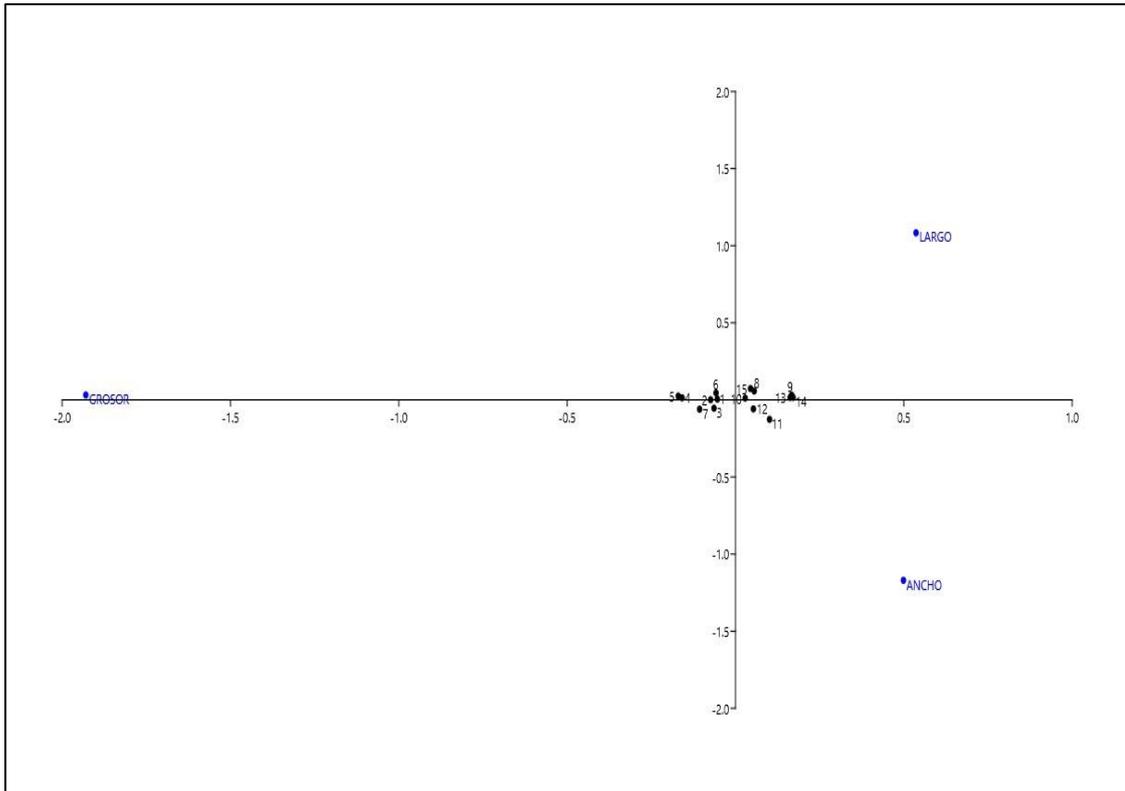
Como se observa en la Ilustración 4.9 en el “ratio 1” existe homogeneidad entre todos los datos de esta especie, debido a que no existe una diferencia considerable entre las variables analizadas en los paleocarporrestos del Nivel 7-Unidad J4. Esto debido a que el valor máximo se encuentra en 125.42 cm y su valor mínimo en 81.48 cm, situando la mayoría próxima a la media de 106.97 cm.

En el “ratio 2” también existe una alta homogeneidad entre todos los datos de esta variedad, debido a que no existe una diferencia considerable, entre las variables del Nivel 7, ya que se valor máximo se encuentra en un 83.08cm y su valor mínimo en 34.85cm, situando a su mayoría con 55.48cm.

*4.1.3.2 Análisis de correspondencia CA (variables largo, ancho, grosor, ratio1 y ratio 2) de los paleocarporrestos de la Unidad J4-Nivel 7.*

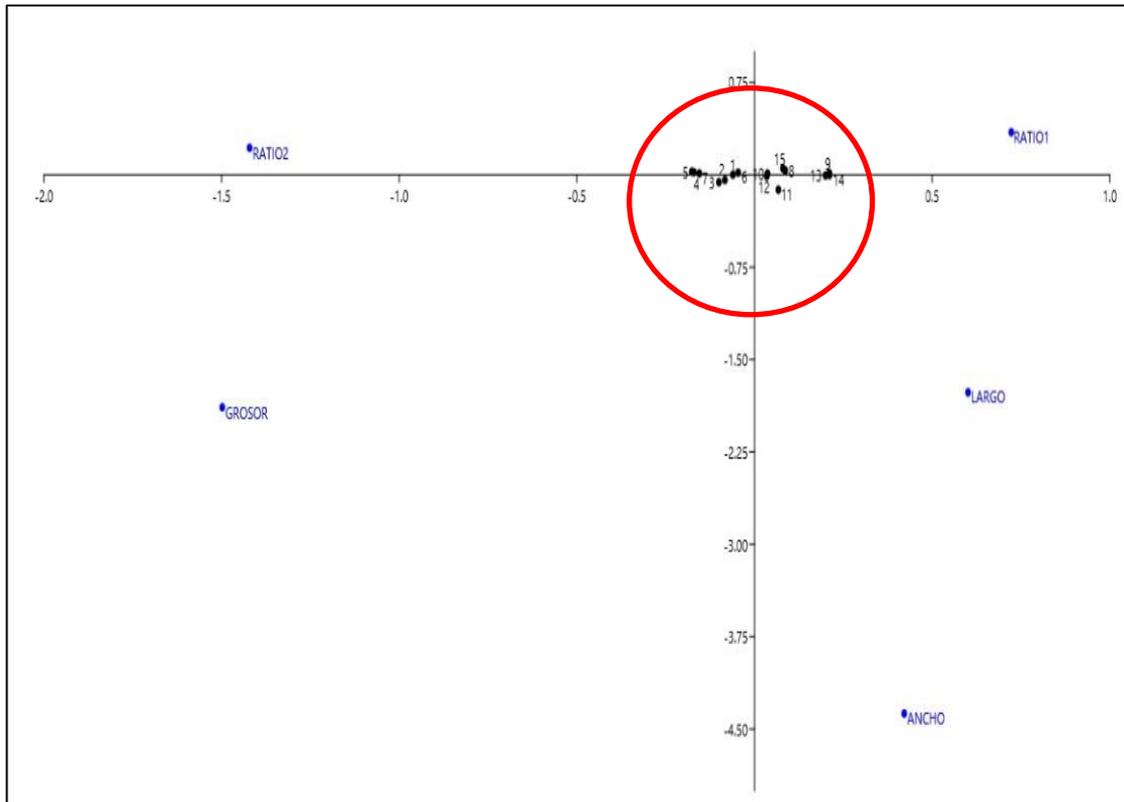
Según la Ilustración 4-10 se observa una representación gráfica de las 3 variables biométricas, la cual es útil para mostrar la relación que existe en estas categorías de las variables (largo, ancho y

grosor). Mientras que, en la Ilustración 4-11 se identifica la ratio 1 y ratio 2, donde se muestra la asimetría y simetría de los paleocarporrestos de la Unidad J4-Nivel 7.



**Ilustración 4-10:** Análisis de correspondencia CA del Nivel 7 variable largo, ancho, grosor  
**Elaborado por:** Calderón Anayka, 2023

Por lo tanto, en la Ilustración 4-10 se observa la representación de las categorías del conjunto de datos de las variables biométricas (largo, ancho y grosor). En donde, es visible una alta homogeneidad, ya que existe correspondencia entre estas tres variables, más no una dispersión entre las mismas.



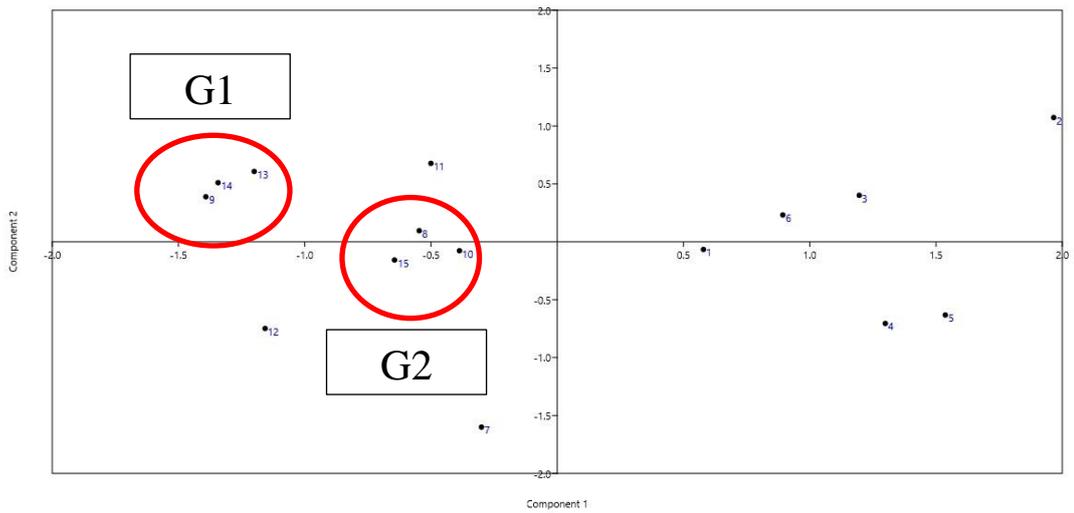
**Ilustración 4-11:** Análisis de correspondencia CA del Nivel 7 variable largo, ancho, grosor ratio 1 y ratio 2

**Elaborado por:** Calderón Anayka, 2023

También en el Ilustración 4-11 se analiza la representación de las categorías del conjunto de datos de las variables biométricas como: ratio 1 y ratio 2. En esta ilustración hay una alta homogeneidad, ya que existe correspondencia entre las 2 variables: ratio 1 y ratio 2.

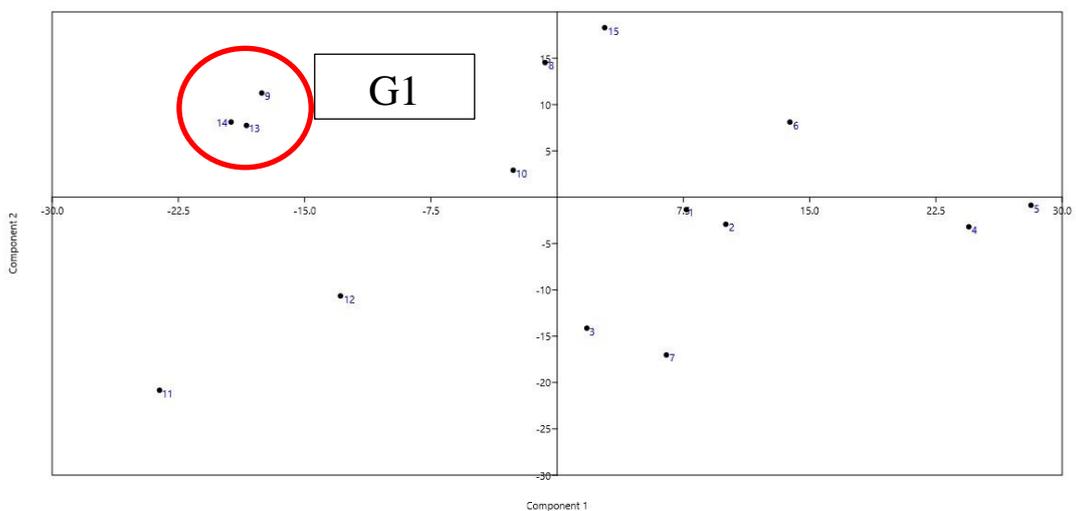
#### 4.1.3.3 Análisis de componentes principales PCA (variables largo, ancho, grosor, ratio 1 y ratio 2) de los paleocarpórestos de la Unidad J4-Nivel 7.

En caso de la Ilustración 4-12 se muestra una representación gráfica de (PCA) de las 3 variables biométricas (largo, ancho, grosor), la cual es útil para mostrar la correlacionadas que existe entre sí y es deseable reducir su número a un conjunto independiente de las variables analizadas. Por su parte, en la Ilustración 4-13 se identifica la ratio 1 y ratio 2, donde se muestra la asimetría y simetría de los paleocarpórestos de la Unidad J4-Nivel 7.



**Ilustración 4-12:** Análisis de componentes principales PCA del Nivel7 variable largo, ancho, grosor  
 Elaborado por: Calderón Anayka, 2023

Tal como en la Ilustración 4-12 se evidencia la representación gráfica de correlaciones del conjunto de datos de las variables biométricas (largo, ancho y grosor). hay una baja homogeneidad, debido a que existe una dispersión entre las variables, formando incluso dos grupos de datos (Grupo 1: 9,14,13 / Grupo 2: 8,15,10).

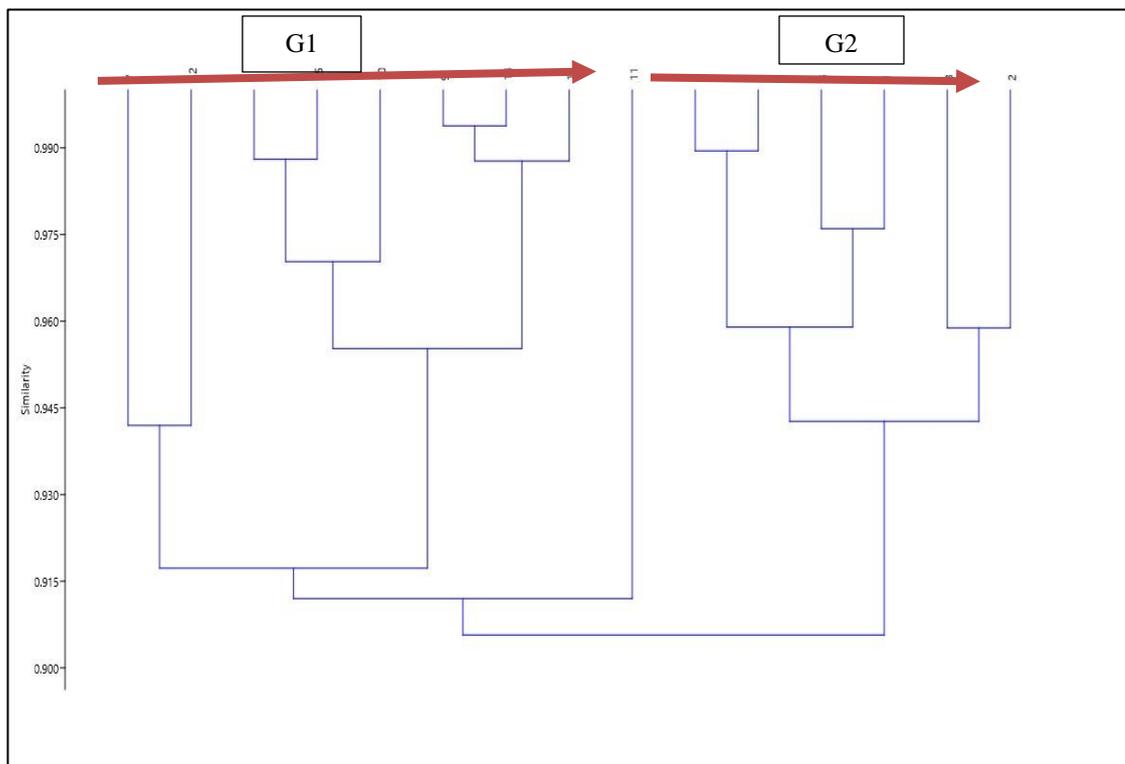


**Ilustración 4-13:** Análisis de componentes principales PCA del Nivel 7 variable largo, ancho, grosor, ratio1 y ratio 2  
 Elaborado por: Calderón Anayka, 2023

Como en el Ilustración 4-13 se puede analizar la representación correlacionadas del conjunto de datos de las variables biométricas (ratio 1 y ratio 2), en donde se encuentra una dispersión y distancia total de todos los datos.

4.1.3.4 *Análisis de conglomerados Bray- Curtis (largo, ancho, grosor, ratio1 y ratio 2) de los paleocarporrestos de la Unidad J4-Nivel 7.*

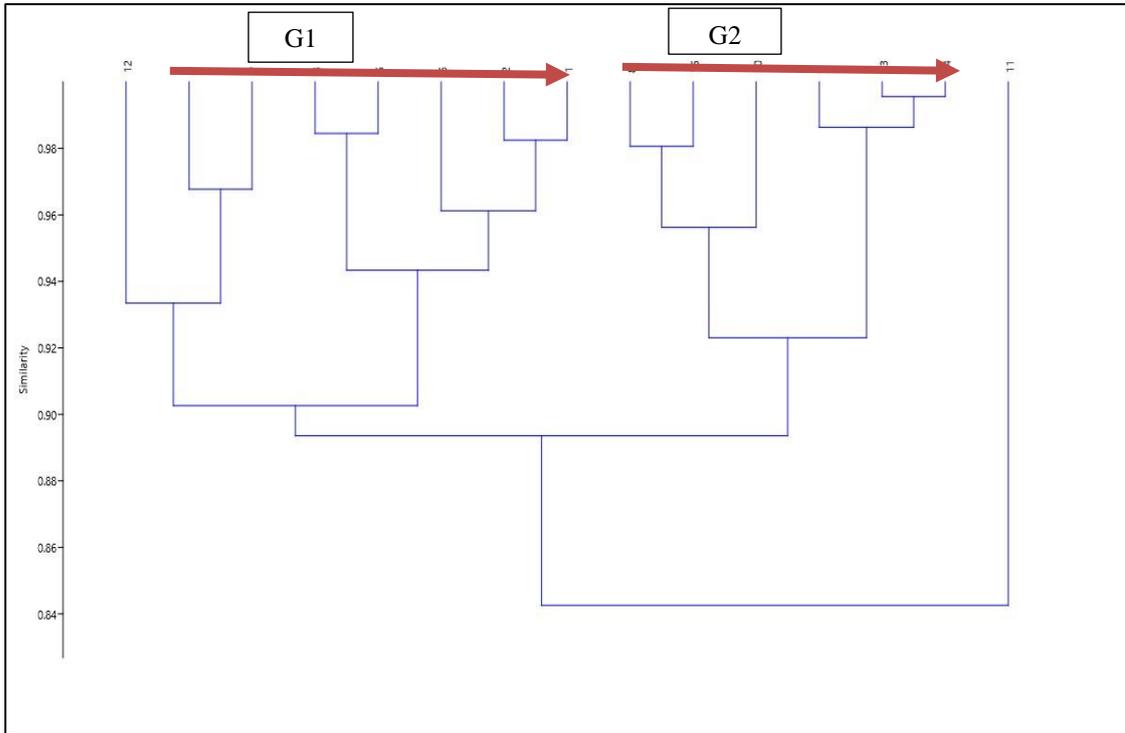
Puesto que en la Ilustración 4-14 se observa una representación gráfica de Conglomerados según Bray- Curtis para las variables biométricas, la cual es útil para mostrar 2 muestras iguales tomando el valor de 100.



**Ilustración 4-15:** Análisis de conglomerados Bray- Curtis del Nivel 7 variables largo, ancho  
**Elaborado por:** Calderón Anayka, 2023

Teniendo en cuenta que en la Ilustración 4-15 se puede visibilizar la representación de similitud de clusters en el conjunto de datos de las variables biométricas mencionadas. Existen 2 grupos de paleocarporrestos, en el grupo 1 existe una similitud entre las semillas (8,15,10,9,14 y 13), y las más parecidas entre estas son la 9 y 14 porque alcanzan una similitud de 0.95. Mientras que en el grupo 2 se encuentran los paleocarporrestos (4,5,1,6,3 y 2), y las que tienen igual similitud y se

acercan a un valor de 0,89 son 4 y 5. Existiendo una anomalía en el paleocarporresto 11, ya que su similitud con el grupo 1 y 2 bordea el valor de 0.91.



**Ilustración 4-16:** Análisis de conglomerados Bray- Curtis del Nivel 7 variables: largo, ancho, ratio1 y ratio2  
**Elaborado por:** Calderón Anayka, 2023

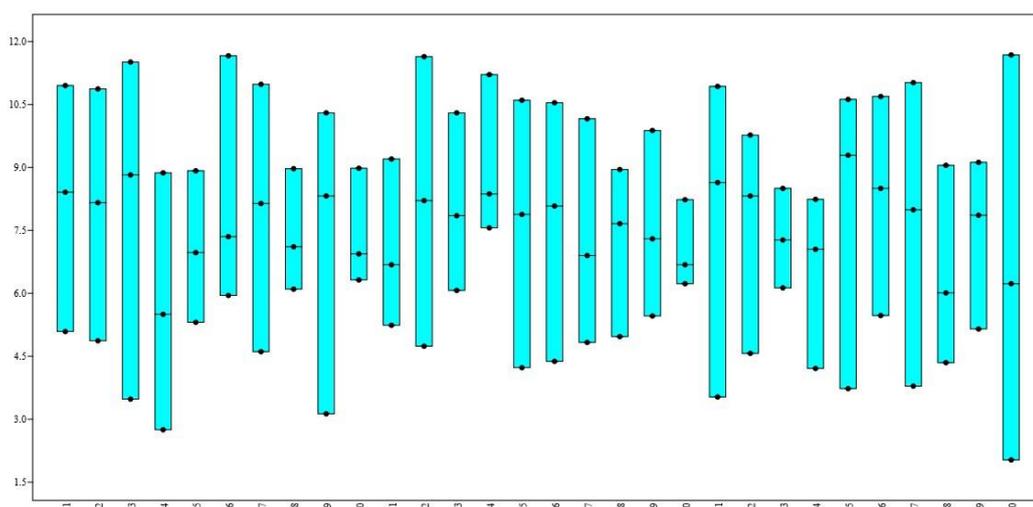
De manera que en la Ilustración 4-16 se analiza la representación de similitud de clusters en el conjunto datos de las variables biométricas (ratio1 y ratio2). En este se observa que existen 2 grupos de semillas, en el grupo 1 de semillas (12,3,7,4,5,6,2 y1), y las más parecidas entre estas son la 5 y 4 porque alcanzan un valor de 0.98. En el grupo 2 se encuentran las semillas (8,15,10,9,13,14 y11), y las que tienen igual similitud y se acercan al valor de 100 son las semillas 13 y 14 con un valor del 0.99. Existiendo una anomalía en el paleocarporresto 11, ya que su similitud entre el grupo 1 y 2 bordea 0.84.

#### 4.1.4 Análisis estadístico de las semillas actuales de *Zea mays*

De acuerdo con el análisis de las variedades modernas se hizo los análisis estadísticos de todas las variedades (Anexos). De estas, se consideraron únicamente 3 variedades que tuvieron la mayor similitud biométrica con los paleocarporrestos arqueológicas. Estas son: Quillusara, Sarayunga y Machucara sara.

#### 4.1.4.1 Análisis estadístico del diagrama de caja de la semilla actual de la variedad Quillusara.

Por ende, en la Ilustración 4-17 se presenta los análisis estadísticos del diagrama de caja de la variedad Quillusara, que permiten visualizar y comparar la distribución y la tendencia central de valores numéricos mediante sus cuartiles de las variables biométricas (largo, ancho, grosor). En la Ilustración 4-18 se observa las variables (ratio 1 y ratio 2) de la mencionada variedad.



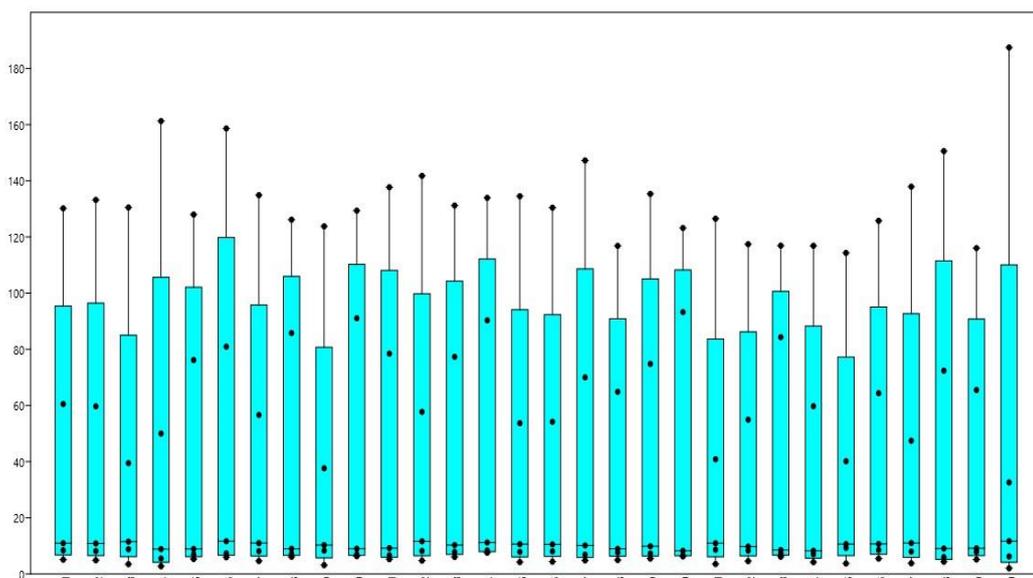
**Ilustración 4-17:** Análisis del Diagrama de caja de la variedad Quillusara de las variables largo, ancho

**Elaborado por:** Calderón Anayka, 2023

Siendo así en la Ilustración 4-17 se puede observar que en la variable “largo” existe una homogeneidad en el conjunto de datos, ya que no existe una diferencia considerable entre todas las semillas de la variedad Quillusara. Como se puede observar el valor máximo está ubicado en 11.68 cm y el mínimo en 8.23cm. Localizándose la mayoría de las semillas actual de la variedad Quillusara (N=14) sobre el valor de la media 10.1 cm.

Por otro lado, en la variable “ancho” no presenta homogeneidad, ya que el valor máximo se localiza en 9.29 cm y el mínimo en un 5.5 cm, localizándose la mayoría de la variedad mencionada (N=6) próximos a la media de 7.62 cm.

En la variable “grosor” existe una gran diferencia en los datos, evidenciándose una heterogeneidad en los mismos- Esto debido a que el valor máximo alcanza los 7.56 cm, el valor mínimo los 2.03cm, pero la mayoría de las semillas (N=12) se encuentran distantes a la media de 4.8 cm.



**Ilustración 4-18:** Análisis del Diagrama de caja de la variedad Quillusara de las variables largo, ancho, ratio 1 y ratio2

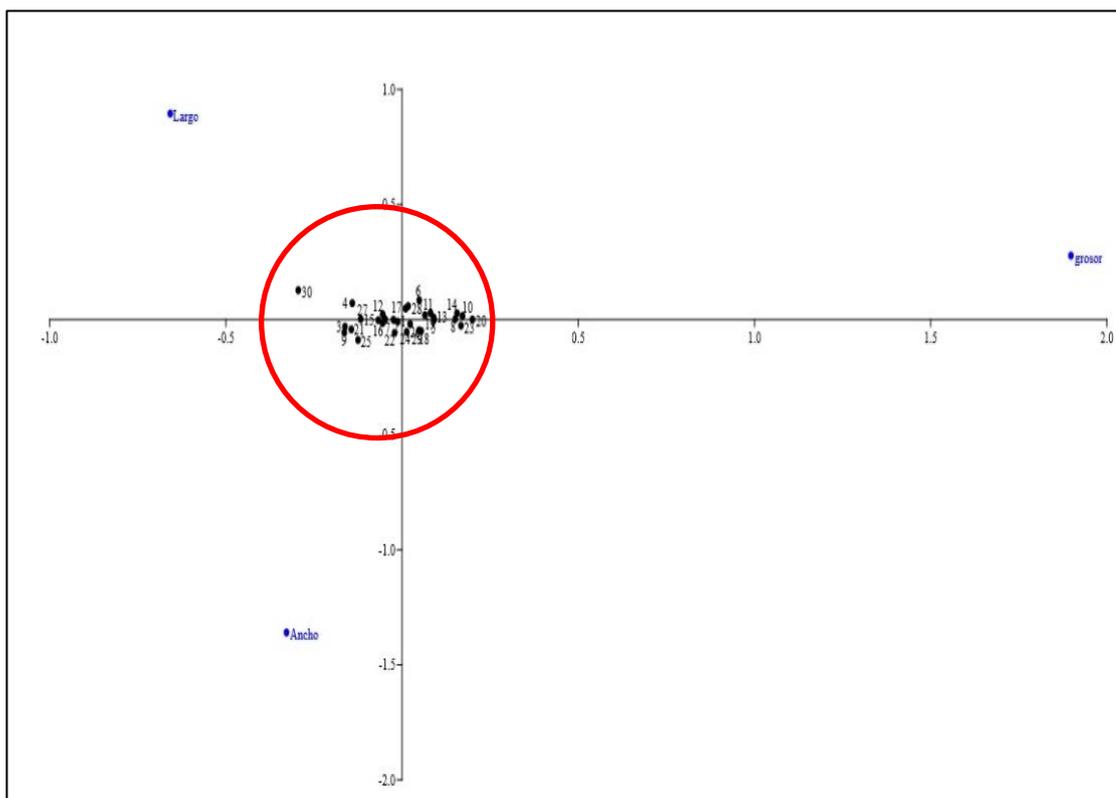
**Elaborado por:** Calderón Anayka, 2023

También en la Ilustración 4.18 se observa que en el “ratio 1” hay homogeneidad entre todos los datos de esta especie, debido a que no existe una diferencia considerable entre las variables analizadas de la variedad Quillusara. Esto debido a que el valor máximo se encuentra en 187.48 cm y su valor mínimo en 114.32 cm, situando la mayoría próxima a la media de 133.3 cm.

En el “ratio 2” existe una alta homogeneidad entre todos los datos de esta variedad, debido a que no existe una diferencia significativa entre las variables de esta variedad. Esto debido, a que el valor máximo se encuentra en un valor de 93.26 cm y su valor mínimo en 32.58 cm, situándose la mayoría próximos a 63.83 cm.

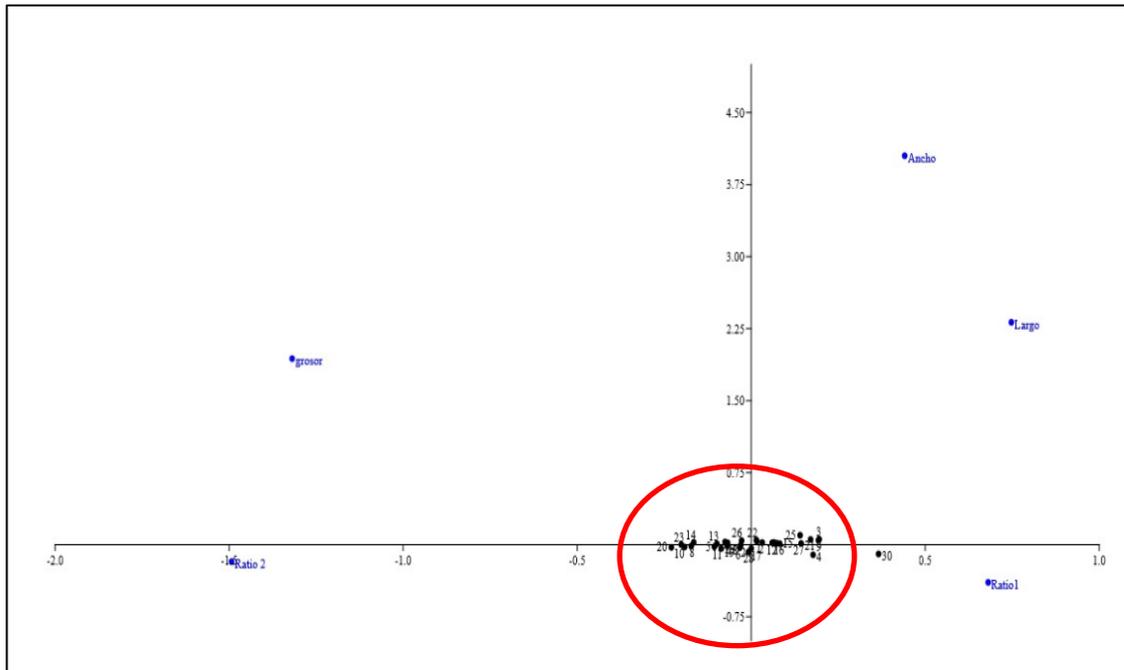
#### 4.1.4.2 Análisis de correspondencia CA (variables largo, ancho, grosor, ratio1 y ratio 2, de la variedad Quillusara).

Asimismo, en la Ilustración 4-19 se observa la representación gráfica del análisis de correspondencia de las 3 variables biométricas, lo cual este análisis es útil para mostrar la relación que existe en estas categorías de las variables (largo, ancho y grosor) y en la Ilustración 4-20 se identifica la (ratio 1 y ratio 2), donde se muestra la asimetría y simetría de la variedad Quillusara.



**Ilustración 4-19:** Análisis de correspondencia CA de la variedad Quillusara de las variables largo, ancho, grosor  
**Elaborado por:** Calderón Anayka, 2023

A este tenor, en la Ilustración 4-19 se observa la representación de las categorías del conjunto de datos de las variables biométricas (largo, ancho y grosor). En donde, es visible una alta homogeneidad, ya que existe correspondencia entre estas tres variables, más no una dispersión entre las mismas.



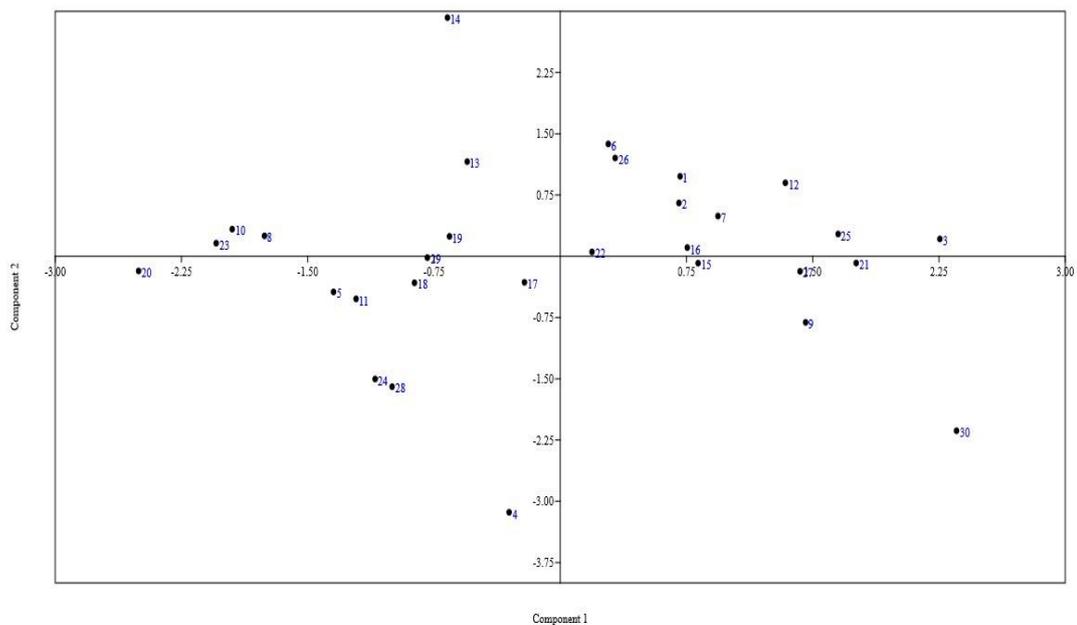
**Ilustración 4-20:** Análisis de correspondencia (CA) de la variedad Quillusara de las variables largo, ancho, grosor, ratio1 y ratio2  
**Elaborado por:** Calderón Anayka, 2023

Del mismo modo en la Ilustración 4-20 se visualiza la representación de las categorías del conjunto de datos de las variables biométricas como: (ratio1 y ratio 2). En esta ilustración se hay una alta homogeneidad, ya que existe correspondencia entre las 2 variables: ratio 1 y ratio 2.

4.1.4.3 *Análisis de componentes principales PCA (variables largo, ancho, grosor, ratio1 y ratio 2), de la variedad Quillusara.*

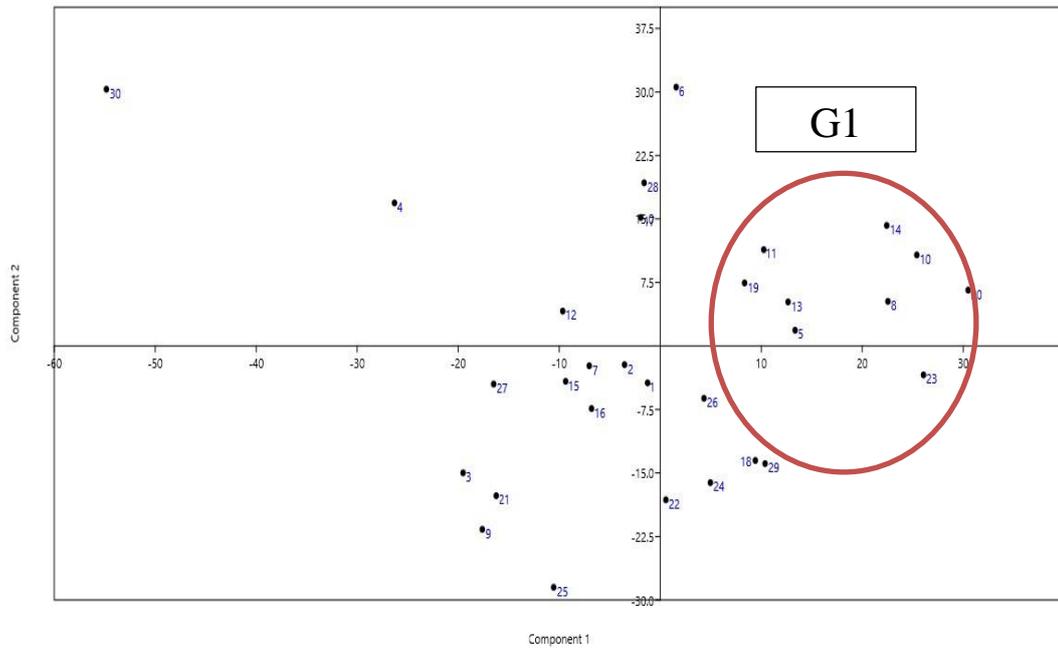
Incluso en la Ilustración 4-21 se encuentra una representación gráfica de (PCA) de las 3 variables biométricas, la cual permite mostrar la correlacionadas que existe entre sí y es deseable reducir su número a un conjunto independiente de las variables (largo, ancho y grosor).

En la Ilustración 4-22 se identifica el ratio 1 y ratio 2, donde se muestra la asimetría y simetría de la variedad Quillusara



**Ilustración 4-21:** Análisis de componentes principales PCA de la variedad Quillusara de las variables largo, ancho, grosor  
**Elaborado por:** Calderón Anayka, 2023

De la misma manera en la Ilustración 4-21 se observa la representación gráfica de correlaciones del conjunto de datos de las variables biométricas (largo, ancho y grosor). Se observa que hay una baja homogeneidad, debido a que existe una dispersión entre las variables, formando únicamente un grupo de datos (Grupo 1: 1,2,7,16,15).

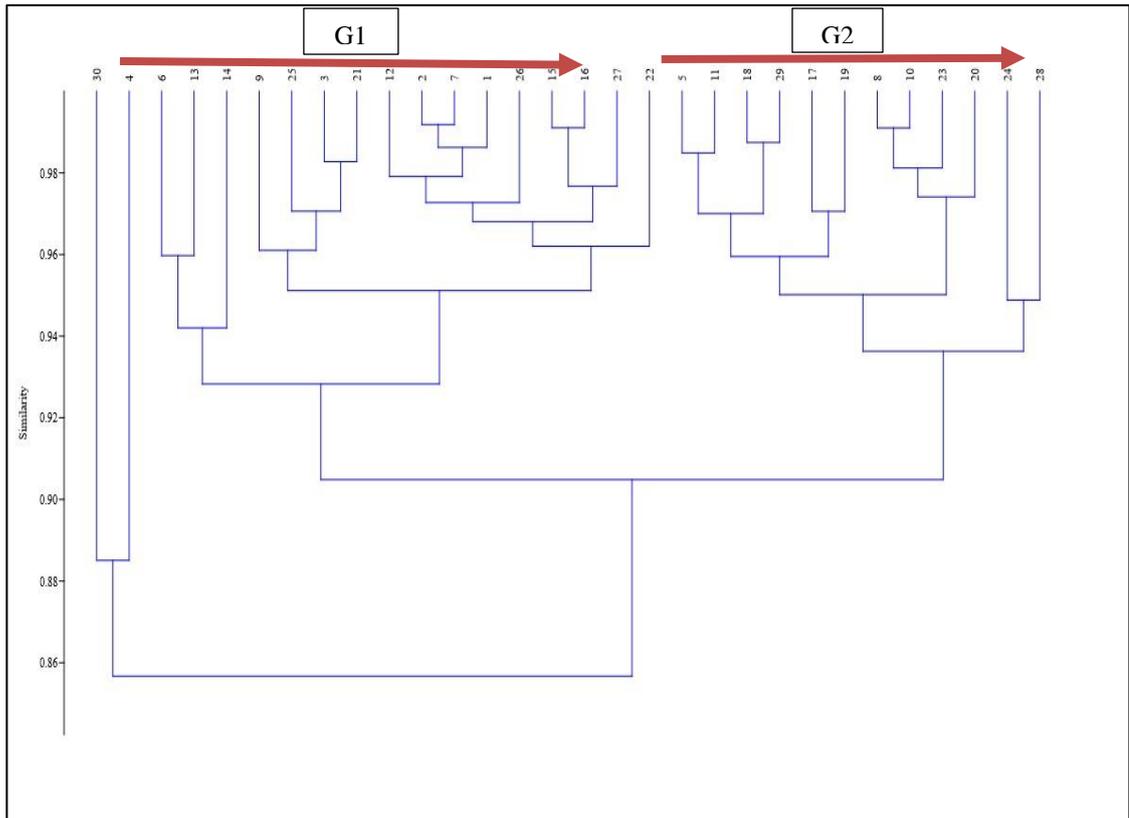


**Ilustración 4-22:** Análisis de componentes principales PCA de la variedad Quillusara de las variables largo, ancho, grosor, ratio1 y ratio2  
**Elaborado por:** Calderón Anayka, 2023

En la siguiente Ilustración 4-22 se analiza la representación gráfica de correlacionadas del conjunto de datos de las variables biométricas (ratio 1 y ratio 2), en donde se encuentra una dispersión y distancia total de todos los datos, conformando únicamente un grupo de datos (Grupo1: 11,19,13,5,8,14,10,20,23).

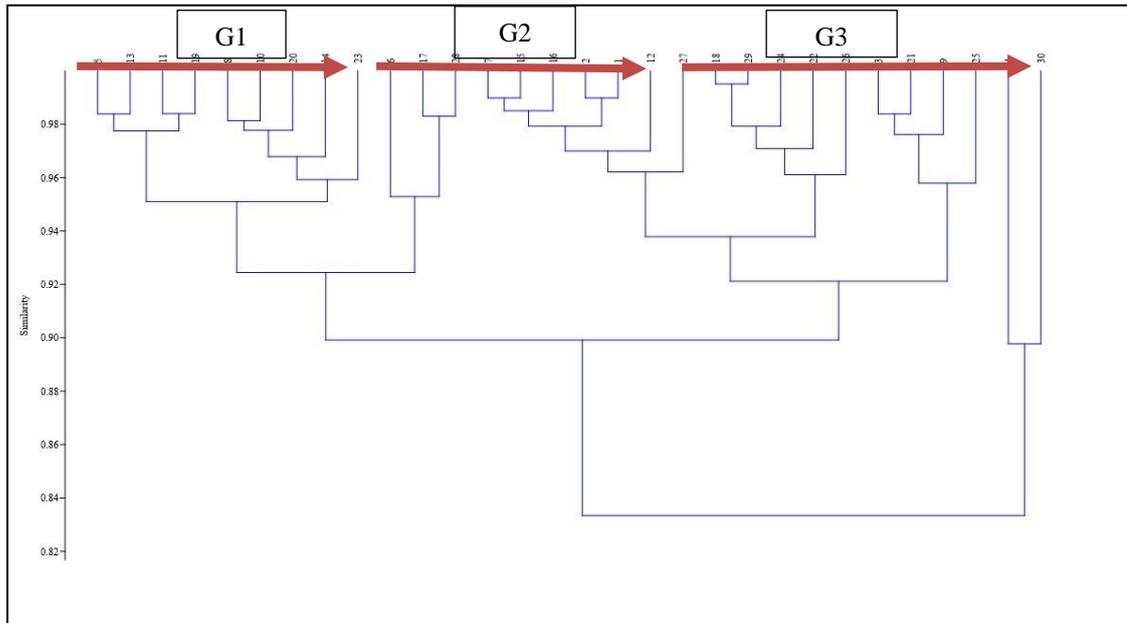
*4.1.4.4 Análisis de conglomerados Bray- Curtis (variables largo, ancho, grosor, ratio1 y ratio 2), de la variedad Quillusara.*

En otras palabras, en la Ilustración 4-23 se observa una representación gráfica de Conglomerados según Bray- Curtis para las variables biométricas, la cual es útil para mostrar 2 muestras iguales tomando el valor de 100.



**Ilustración 4-23:** Análisis de conglomerados Bray- Curtis de la variedad Quillusara de las variables largo, ancho  
**Elaborado por:** Calderón Anayka, 2023

Como se observa en la Ilustración 4-23 la representación de similitud de clusters de datos de las variables biométricas (largo, ancho, grosor). En este se observa que existen 2 grupos de semillas, el grupo 1 se halla conformado por 16 semillas que tienen una similitud (4,6,13,14,9,25,32,11,22,7,12,6,15,16,27 y 22), y las más parecidas entre estas son la 2 y 7 porque alcanzan un valor de 0.99. Mientras en el grupo 2 está conformado por 13 semillas (5,1,11,8,29,17,19,8,10,23,20,24 y 28), y las que tienen igual similitud y se acercan a 100 son las semillas 8 y 10 con un valor de 0,98. Existiendo una anomalía en la semilla 30, ya que su similitud con el grupo 1 y 2 bordea los 0.85.

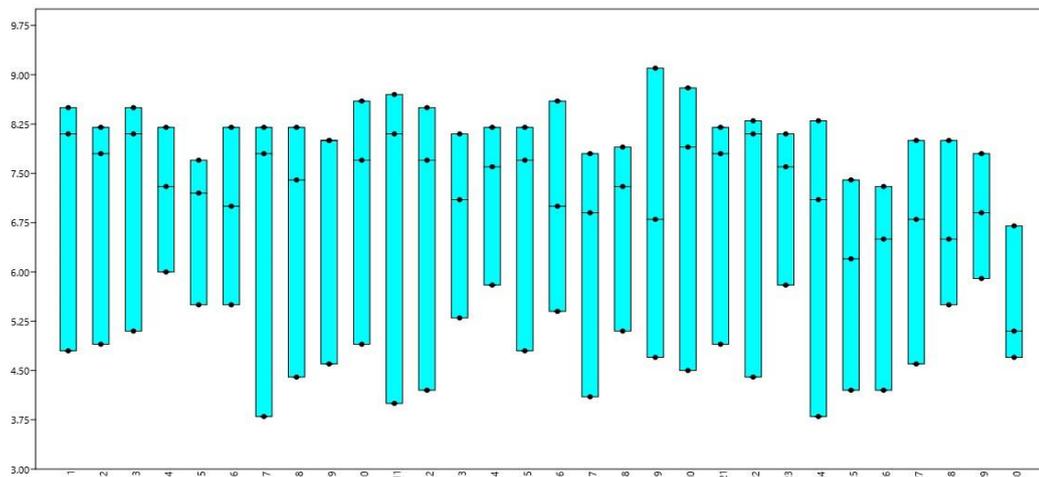


**Ilustración 4-24:** Análisis de conglomerados Bray- Curtis de la variedad Quillusara de las variables largo, ancho, ratio1 y ratio2  
**Elaborado por:** Calderón Anayka, 2023

Igualmente, en la Ilustración 4-24 se observa la representación de la similitud de clusters del conjunto de datos de las variables biométricas (ratio1 y ratio2), se observa que existen 3 grupos, y el primero está conformado por 9 semillas, en el grupo 1 existe una similitud entre las semillas (5,13,11,19,8,10,20,14 y 23), y las tienen mucha similitud es la 5, 13,11,19,8,11 alcanzando el 0.98. y en el grupo 2 que lo conforman 9 semillas (6,17,28,7,15,16,2,1 y 12) y las que tienen igual similitud y se acercan a 100, son las semillas 2 y 1, y a su vez el grupo 3 que lo conforman 11 semillas, (18,29,24,22,26,3,21,9,25,4 y 30), y existe mucha similitud en las semillas 18y 19, ya que su similitud está en un 100%. Concurriendo una anomalía en las semillas 4 y 30, ya que su similitud entre el grupo 2 y 3 es de 0.85.

#### 4.1.4.5 Análisis estadístico del diagrama de caja de la semilla actual de la variedad Sarayunga.

Por ello en la Ilustración 4-25 se presenta los análisis estadísticos del diagrama de caja de la variedad Sarayunga, que permiten visualizar y comparar la distribución y la tendencia central de valores numéricos mediante sus cuartiles de las variables biométricas del largo, ancho, grosor. Mientras que en la Ilustración 4-26 se observa las variables ratio 1 y ratio 2 de la mencionada variedad.



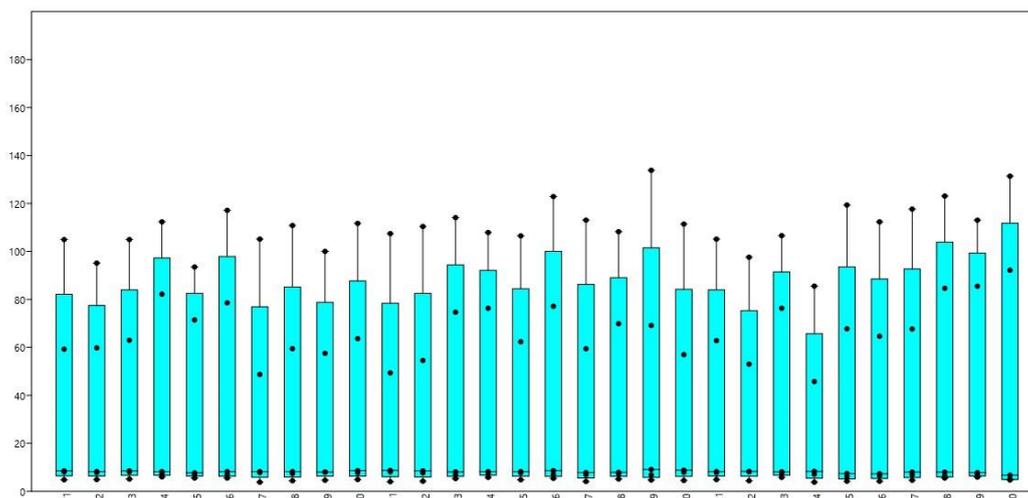
**Ilustración 4-25:** Análisis del Diagrama caja de la variedad Sarayunga de las variables largo, ancho

**Elaborado por:** Calderón Anayka, 2023

Es así como en la Ilustración 4-25 se puede observar que en la variable “largo” existe una homogeneidad en el conjunto de datos, ya que no existe una diferencia considerable entre todas las semillas de la variedad Sarayunga. Como se puede visualizar el valor máximo está ubicado en 9.1 cm y el mínimo en 6.7 cm. Localizándose la mayoría de las semillas actual de la variedad Sarayunga (N=12) sobre el valor de la media 8.1 cm.

Por otro lado, en la variable “ancho” no se presenta homogeneidad, ya que el valor máximo se localiza en 8.3 cm y el mínimo en un 5.1 cm, localizándose un grupo pequeño de semillas (N=9) próximos a la media de 7.38 cm.

En la variable “grosor” existe una gran diferencia en los datos, evidenciándose una heterogeneidad en los mismos. Esto debido a que el valor máximo alcanza los 6 cm, el valor mínimo los 3.8 cm, pero la mayoría de las semillas (N=5) se encuentran distantes a la media de 4.8 cm.



**Ilustración 4-26:** Análisis del Diagrama de caja de la variedad Sarayunga de las variables largo, ancho, ratio1 y ratio2

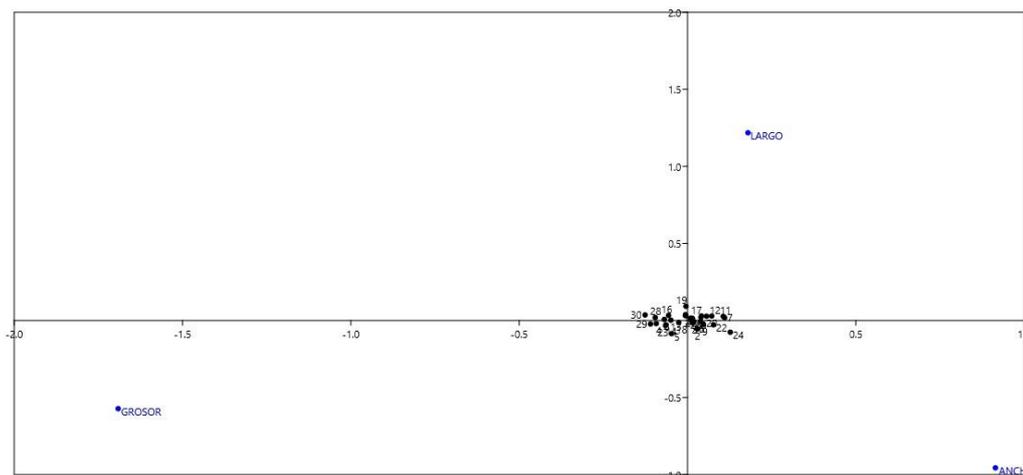
**Elaborado por:** Calderón Anayka, 2023

De igual importancia en la Ilustración 4-26 se observa que en el “ratio 1” hay homogeneidad entre todos los datos de esta especie, debido a que no existe una diferencia considerable entre las variables analizadas de la variedad Sarayunga. Esto debido a que el valor máximo se encuentra en 133.82 cm y su valor mínimo en 85.54cm, situando la mayoría próxima a la media de 110.10 cm.

En el “ratio 2” existe una alta homogeneidad entre todos los datos de esta variedad, debido a que no existe una diferencia significativa entre las semillas de esta variedad, ya que se valor máximo se encuentra en un 92.16 cm y su valor mínimo en 45.78 cm, situándose la mayoría entre el valor de 66.45 cm.

#### 4.1.4.6 Análisis de correspondencia CA (variables largo, ancho, grosor, ratio1 y ratio 2), de la variedad Sarayunga.

No obstante, en la Ilustración 4-27 se observa una representación gráfica del análisis de correspondencia de las 3 variables biométricas, lo cual este análisis es útil para mostrar la relación

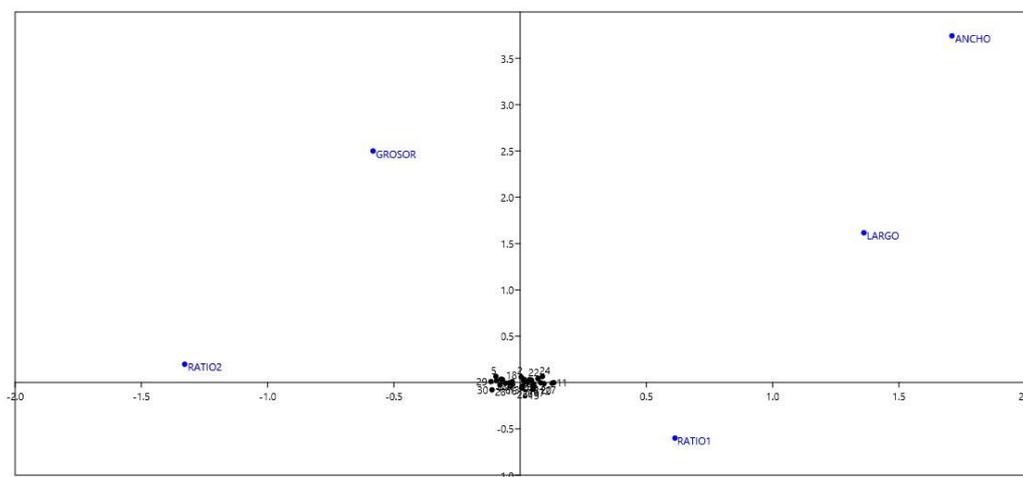


que existe en estas categorías de las variables (largo, ancho y grosor). En la Ilustración 4-28 se identifica el ratio 1 y ratio 2, se muestra la asimetría y simetría de la variedad Sarayunga. identifica

**Ilustración 4-27:** Análisis de correspondencia CA de la variedad Sarayunga de las variables largo, ancho, grosor

**Elaborado por:** Calderón Anayka, 2023

De este modo en la Ilustración 4-27 se observa la representación de las categorías del conjunto de datos de las variables biométricas (largo, ancho y grosor). En donde, alta homogeneidad, ya que existe correspondencia entre estas tres variables, más no una dispersión entre las mismas.



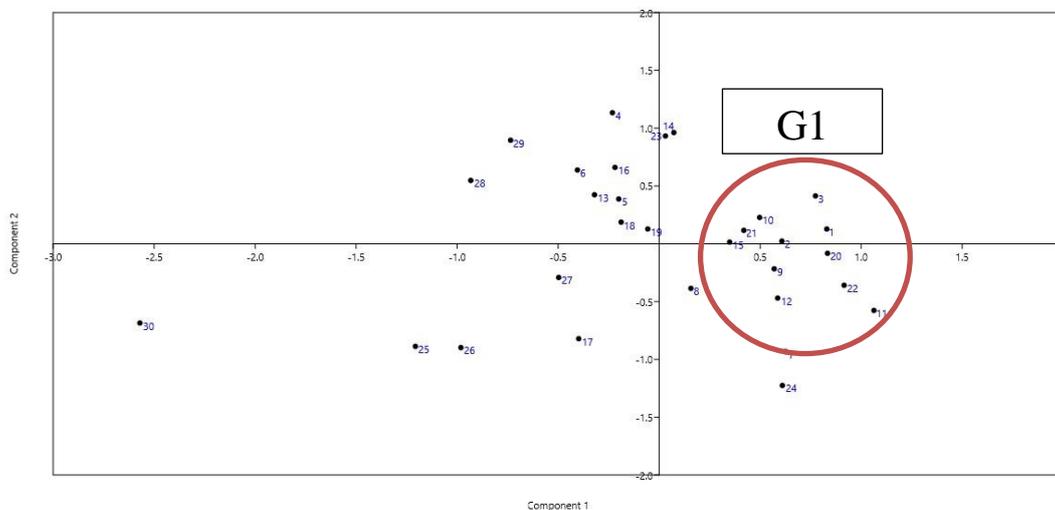
**Ilustración 4-28:** Análisis de correspondencia CA de la variedad Sarayunga de las variables largo, ancho, grosor, ratio1 y ratio2

**Elaborado por:** Calderón Anayka, 2023

De igual forma en la Ilustración 4-28 se visualiza la representación de las categorías del conjunto de datos de las variables biométricas como: ratio1 y ratio 2. hay una alta homogeneidad, ya que existe correspondencia entre las 2 variables: ratio 1 y ratio 2.

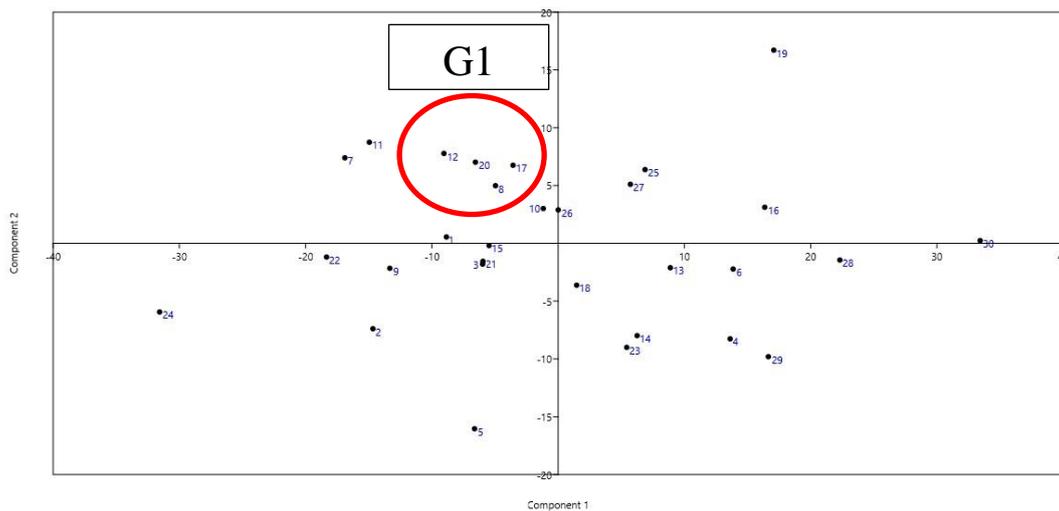
4.1.4.7 *Análisis de componentes principales PCA (variables largo, ancho, grosor, ratio1 y ratio 2), de la variedad Sarayunga.*

De igual manera en la Ilustración 4-29 se muestra la representación gráfica de (PCA) de las 3 variables biométricas, la cual permite mostrar la correlacionadas que existe entre sí y es deseable reducir su número a un conjunto independiente de las variables (largo, ancho y grosor). Por su parte, en la Ilustración 4-30 se identifica el ratio 1 y ratio 2, donde se muestra la asimetría y simetría de la variedad Sarayunga.



**Ilustración 4-29:** Análisis de componentes principales PCA de la variedad Sarayunga de las variables largo, ancho, grosor  
**Elaborado por:** Calderón Anayka, 2023

De esta forma en la Ilustración 4-29 se observa la representación gráfica de correlaciones del conjunto de datos de las variables biométricas (largo, ancho y grosor). ~~Se observa que~~ hay una baja homogeneidad, debido a que existe una dispersión entre las variables, formando un grupo de datos (Grupo 1: 15,21,10,23,1,9,12,20,22,11).

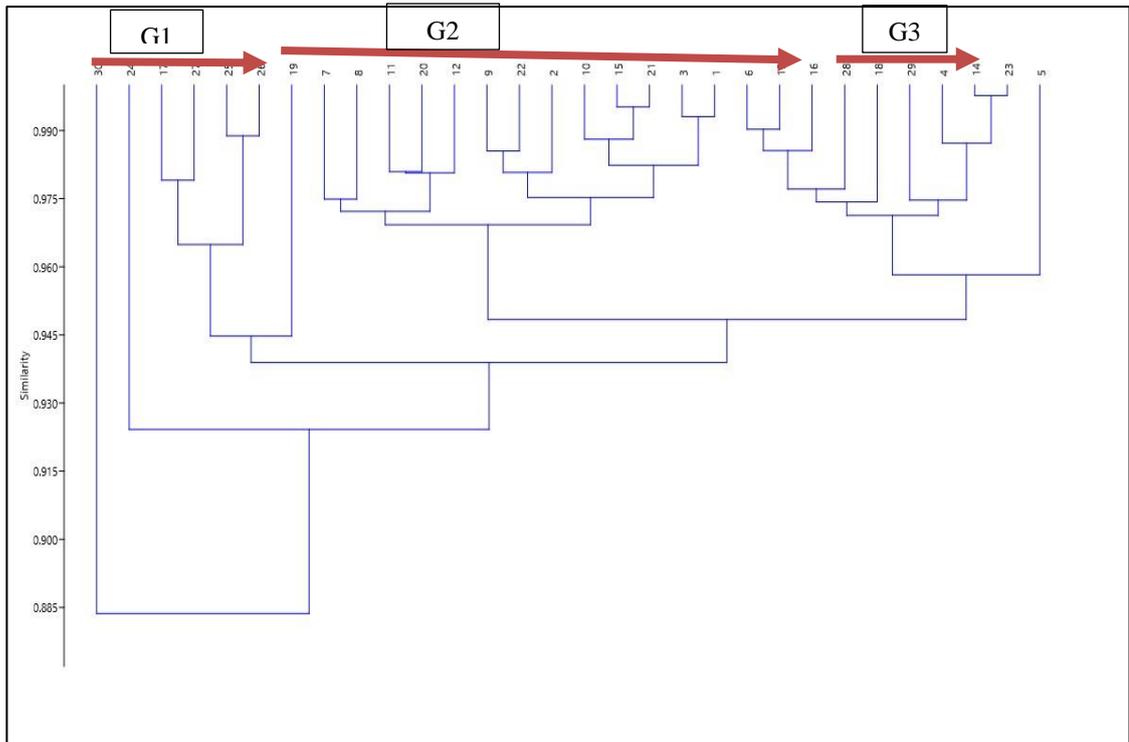


**Ilustración 4-30:** Análisis de componentes principales PCA de la variedad Sarayunga de las variables largo, ancho, grosor, ratio1 y ratio2  
**Elaborado por:** Calderón Anayka, 2023

Por lo cual en la Ilustración 4-30 se analiza la representación gráfica de correlacionadas del conjunto de datos de las variables biométricas (ratio 1 y ratio 2), en donde se encuentra una dispersión y distancia total de todos los datos, conformando un grupo poco significativo de datos (Grupo1:12,20,8,17).

4.1.4.8 *Análisis de conglomerados Bray- Curtis (variables largo, ancho, grosor, ratio1 y ratio 2), de la variedad Sarayunga.*

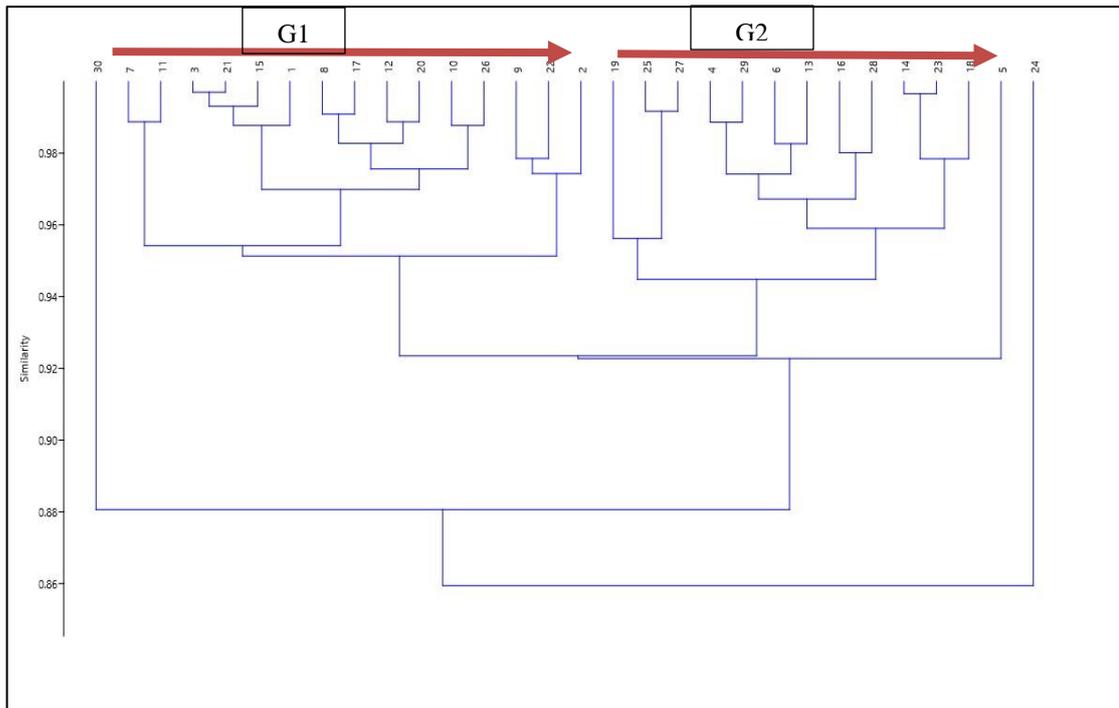
En cuanto a la Ilustración 4-31 se observa una representación gráfica de Conglomerados según Bray- Curtis para las variables biométricas, la cual es útil para mostrar 2 muestras iguales tomando el valor de 100.



**Ilustración 4-31:** Análisis de conglomerados Bray- Curtis de la variedad Sarayunga de las variables largo, ancho

**Elaborado por:** Calderón Anayka, 2023

En efecto en la Ilustración 4-31 muestra la representación de similitud de clusters del conjunto de datos de las variables biométricas (largo, ancho, grosor). Existen 3 grupos de semillas, el grupo 1 está conformado por 6 semillas (30,24,17,27,25,26 y 19), y las más parecidas de este primer grupo son la 25 y 26 porque alcanzan el 0.990. El grupo 2 se encuentra conformado por 18 semillas (7,8,11,20,12,9,22,2,10,15,21,3,16,13,16,28 y 18), y las que tienen igual similitud y se acercan a 100 son las semillas 5 y 1 con un valor sobre el 0,999. Finalmente, el grupo 3 que está conformado por 5 semillas (29,4,14,23 y 5), tienen mucha similitud con un valor de 100 en las semillas 14 y 23. Habiendo únicamente una anomalía en la semilla 30, ya que su similitud con el grupo 1, 2 y 3 bordea los 0.885.

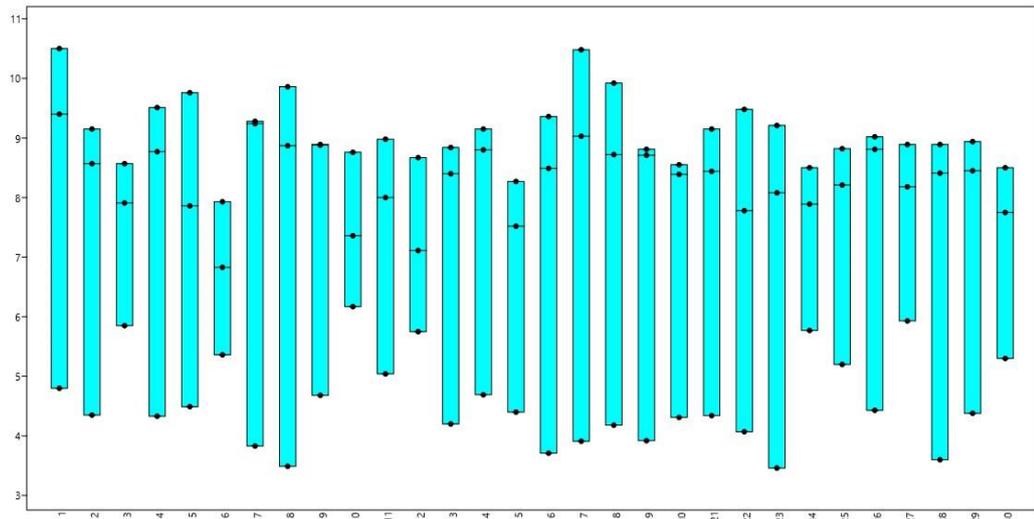


**Ilustración 4-32:** Análisis de conglomerados Bray- Curtis de la variedad Sarayunga de las variables largo, ancho, ratio1 y ratio2  
**Elaborado por:** Calderón Anayka, 2023

En definitiva, en la Ilustración 4-32 se visualiza la representación gráfica de similitud de clusters del conjunto de datos de las variables biométricas (ratio1 y ratio2). Existen 2 grupos, el primero está conformado por 16 semillas (30,7,11,3,21,15,1,8,17,12,20,10,26,9,22 y 2), siendo las más parecidas la 3 y 21 porque alcanzan un valor de 0.999. El grupo 2 lo conforman 14 semillas (19,25,27,4,29,6,13,16,28,14,23,18,5 y 24), teniendo igual similitud en un valor próximo a 100 las semillas 23 y 14. Además se evidencia una anomalía en la semilla 24, ya que su similitud entre el grupo 2 y 3 es de 0.86.

#### 4.1.4.9 Análisis estadístico del diagrama de caja de la semilla actual de la variedad Machucara sara.

A continuación, en la Ilustración 4-33 se presenta los análisis estadísticos del diagrama de caja de la variedad Machucara sara, que permiten visualizar y comparar la distribución y la tendencia central de valores numéricos mediante sus cuartiles de las variables biométricas (largo, ancho, grosor). En la Ilustración 4-34 se observa las variables ratio 1 y ratio 2 de la ya mencionada variedad.



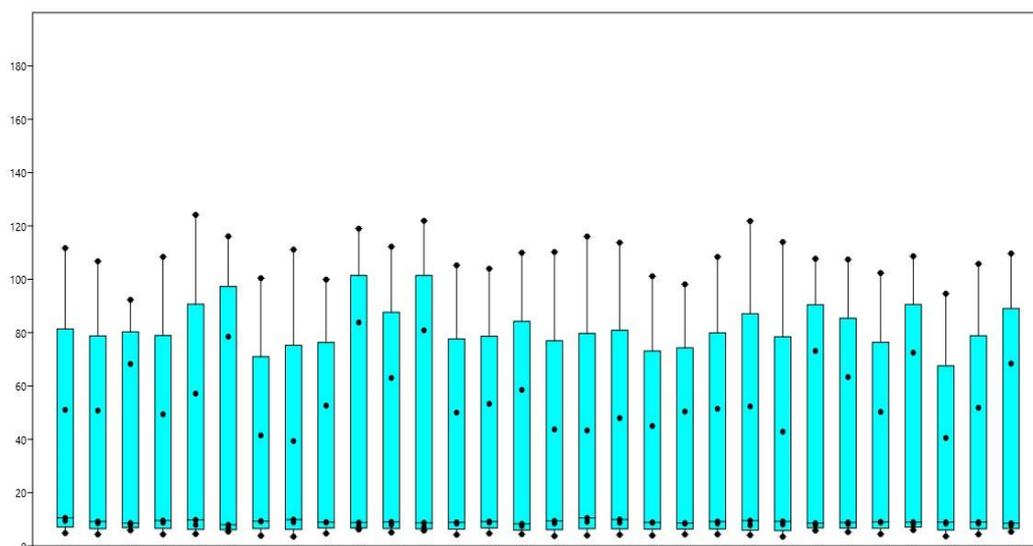
**Ilustración 4-33:** Análisis del Diagrama caja de la variedad Machucara sara de las variables largo, ancho

**Elaborado por:** Calderón Anayka, 2023

En la Ilustración 4-33 se puede observar que en la variable “largo” existe homogeneidad en el conjunto de datos, ya que no existe una diferencia considerable entre todas las semillas de la variedad Machucara sara. Como se puede visualizar el valor máximo está ubicado en 10.5 cm y el mínimo en 7.91 cm. Localizándose la mayoría de las semillas actual de la variedad Machucara sara (N=18) sobre el valor de la media 9.0 cm.

Por otro lado, en la variable “ancho” no presenta homogeneidad, ya que el valor máximo se localiza en 9.4 cm y el mínimo en un 6.83 cm, localizándose la mayoría de la variedad mencionada (N=8) próximos a la media de 8.34 cm.

En la variable “grosor” existe una gran diferencia en los datos, evidenciándose una heterogeneidad en los mismos. Esto debido a que el valor máximo alcanza los 6.17 cm, el valor mínimo los 3.46 cm, pero la mayoría de las semillas (N=8) se encuentran distantes a la media de 4.6 cm.



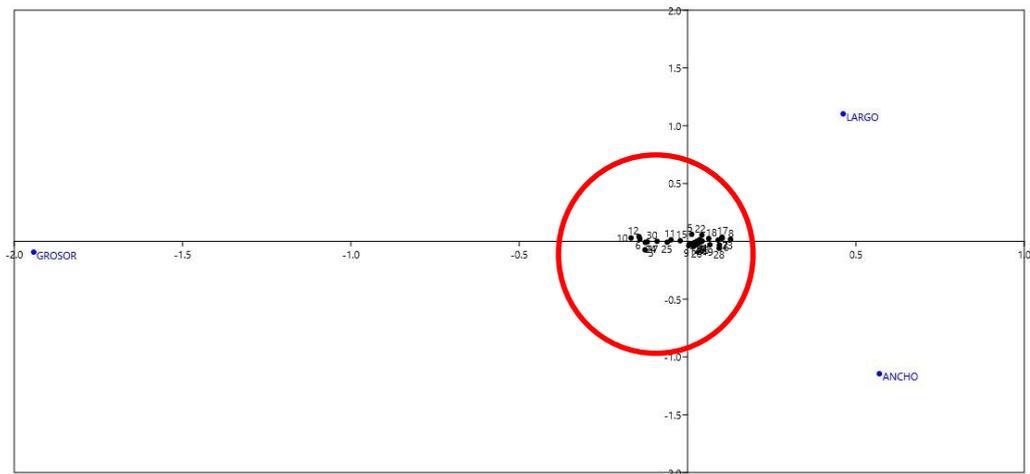
**Ilustración 4-34:** Análisis del Diagrama de caja de la variedad Machucara sara de las variables largo, ancho, ratio1 y ratio2  
**Elaborado por:** Calderón Anayka, 2023

Con respecto a la Ilustración 4-34 se observa que en el “ratio 1” hay homogeneidad entre todos los datos de esta especie, debido a que no existe una diferencia considerable entre las variables analizadas de la variedad Machucara sara. Esto debido a que el valor máximo se encuentra en 124.17 cm y su valor mínimo en 92.30 cm, situando la mayoría próxima a la media de 108.78 cm.

En el “ratio 2” existe una alta homogeneidad entre todos los datos de esta variedad, debido a que no existe una diferencia inmensa, entre las variables de esta variedad, ya que se valor máximo se encuentra en un 83.83 cm y su valor mínimo en 39.35 cm, situando a su mayoría con 55.83 cm.

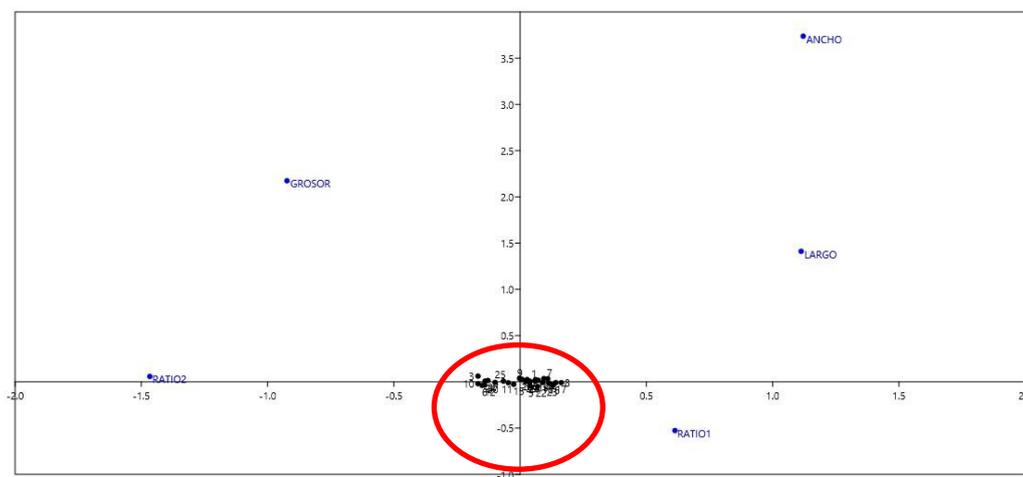
#### 4.1.4.10 Análisis de correspondencia CA (variables largo, ancho, grosor, ratio1 y ratio 2), de la variedad Machucara sara.

Acerca de la Ilustración 4-35 se observa la representación gráfica del análisis de correspondencia de las 3 variables biométricas, lo cual este análisis es útil para mostrar la relación que existe en estas categorías de las variables (largo, ancho y grosor), Por otro la en la Ilustración 4-36 se identifica el ratio 1 y ratio 2, donde se muestra la asimetría y simetría de la variedad Machucara sara.



**Ilustración 4-35:** Análisis de correspondencia CA de la variedad Machucara sara de las variables largo, ancho, grosor  
**Elaborado por:** Calderón Anayka, 2023

En la Ilustración 4-35 se observa la representación de las categorías del conjunto de datos de las variables biométricas (largo, ancho y grosor). En donde, es visible una alta homogeneidad, ya que existe correspondencia entre estas tres variables, más no una dispersión entre las mismas.

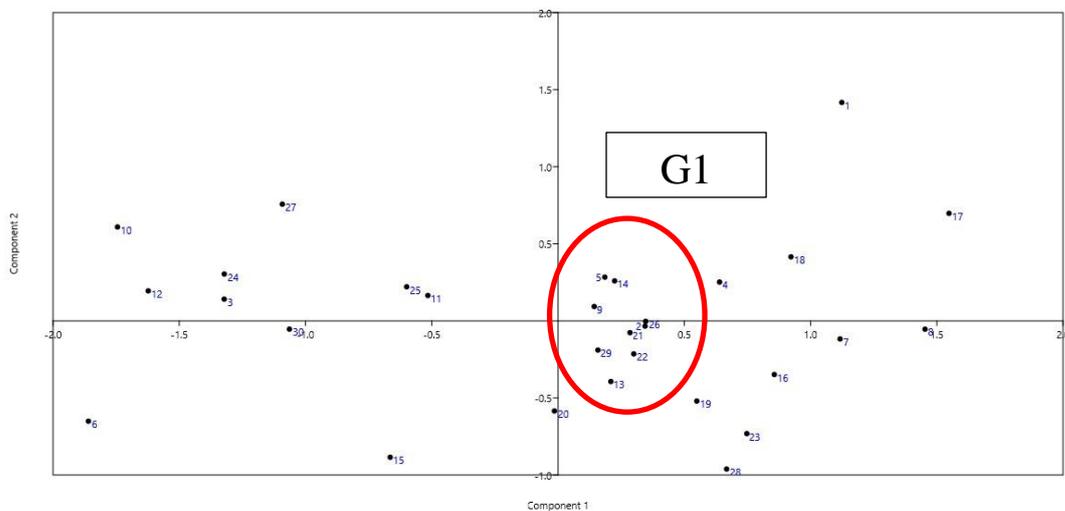


**Ilustración 4-36:** Análisis de correspondencia CA de la variedad Machucara sara de las variables largo, ancho, grosor, ratio1 y ratio2  
**Elaborado por:** Calderón Anayka, 2023

Ahora bien, en la Ilustración 4-36 se visualiza la representación de las categorías del conjunto de datos de las variables biométricas como: ratio1 y ratio 2. Se observa que hay una alta homogeneidad, ya que existe correspondencia entre las 2 variables: ratio 1 y ratio 2.

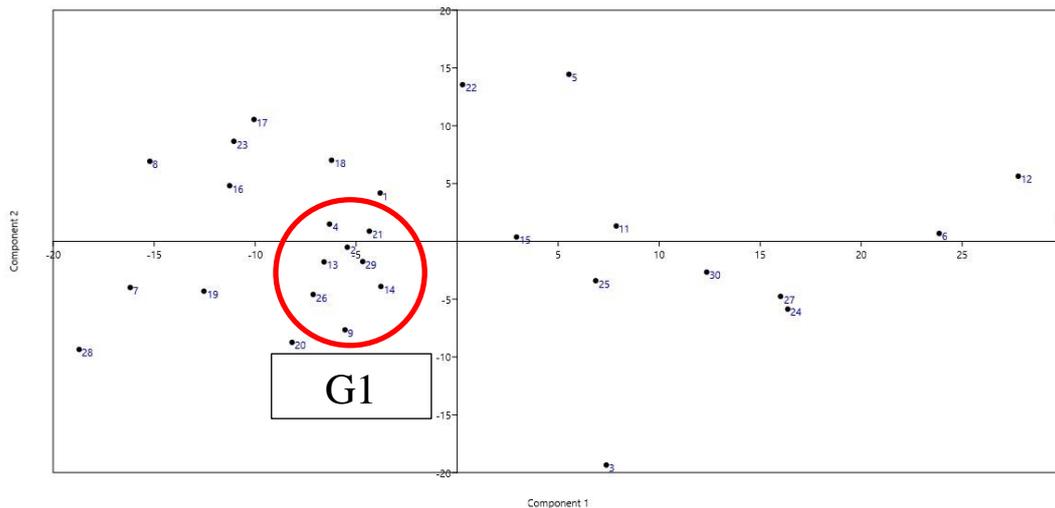
4.1.4.11 *Análisis de componentes principales PCA (variables largo, ancho, grosor, ratio1 y ratio 2), de la variedad Machucara sara.*

Brevemente en la Ilustración 4-37 se analiza la representación gráfica de (PCA) de las 3 variables biométricas, la cual permite mostrar la correlacionadas que existe entre sí y es deseable reducir su número a un conjunto independiente de las variables (largo, ancho y grosor). En la Ilustración 4-38 se identifica el ratio 1 y ratio 2, donde se muestra la asimetría y simetría de la variedad Machucara sara.



**Ilustración 4-37:** Análisis de componentes principales PCA de la variedad Machucara sara de las variables largo, ancho, grosor  
**Elaborado por:** Calderón Anayka, 2023

Teniendo en cuenta que en la Ilustración 4-37 se observa la representación gráfica de correlaciones del conjunto de datos de las variables biométricas (largo, ancho y grosor). Se observa que hay una baja homogeneidad, debido a que existe una dispersión entre las variables, formando 1 grupo de datos (Grupo 1: 5,14,9,2,26,21,29,13 y 22).

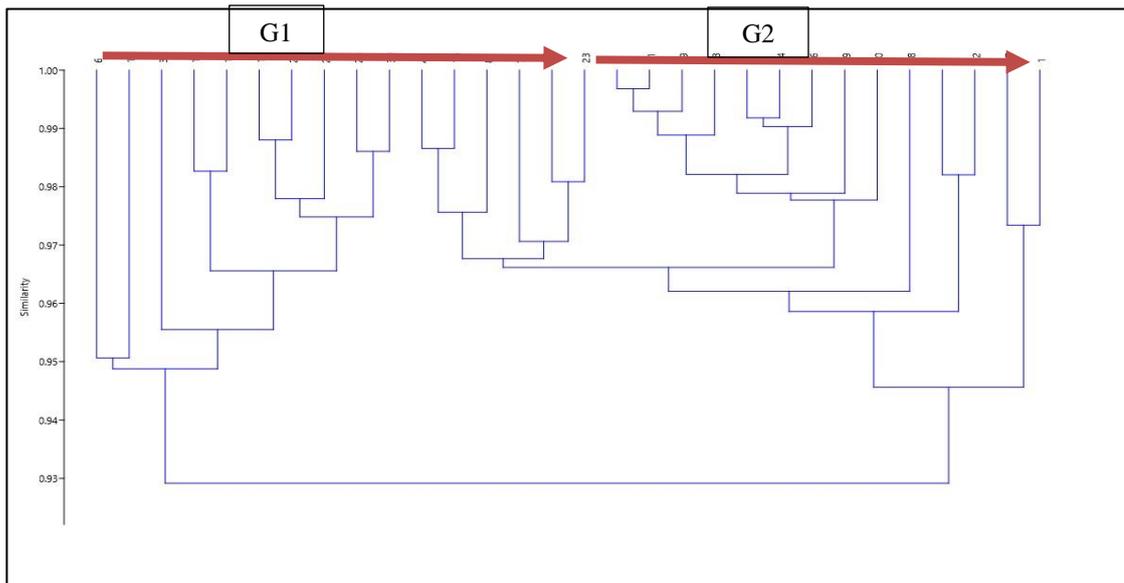


**Ilustración 4-38:** Análisis de componentes principales PCA de la variedad Machucara sara de las variables largo, ancho, grosor, ratio1 y ratio2  
**Elaborado por:** Calderón Anayka, 2023

Tal como en la Ilustración 4-38 se analiza la representación gráfica de correlacionadas del conjunto de datos de las variables biométricas (ratio 1 y ratio 2), en donde se encuentra una dispersión y distancia total de todos los datos, conformando un grupo de datos (Grupo1: 4, 21, 2, 13, 29, 26, 14 y 9).

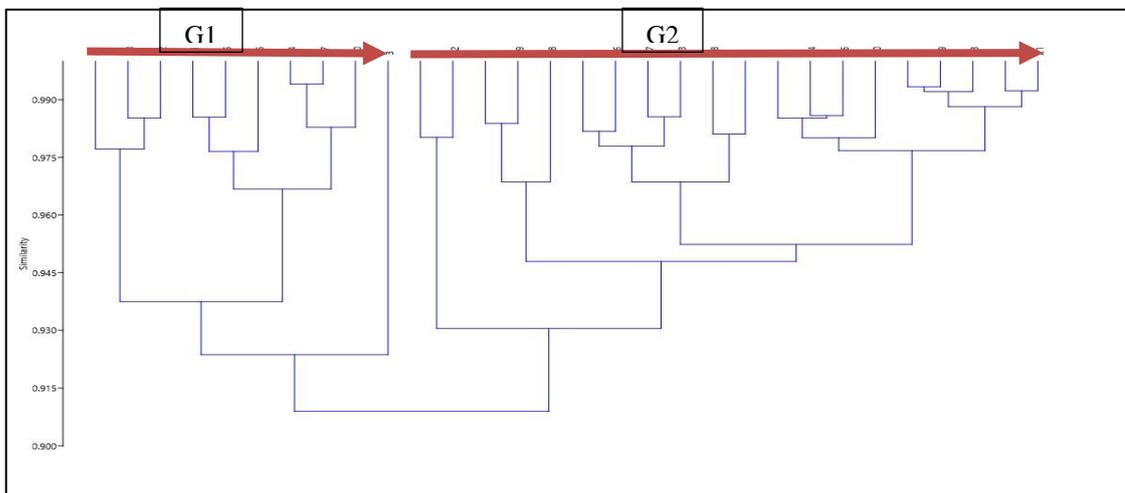
#### 4.1.4.12 Análisis de conglomerados Bray- Curtis (variables largo, ancho, grosor, ratio1 y ratio 2), de la variedad Machucara sara.

La Ilustración 4-39 muestra una representación gráfica de Conglomerados según Bray- Curtis para las variables biométricas, la cual es útil para mostrar 2 muestras iguales tomando el valor de 100.



**Ilustración 4-39:** Análisis de conglomerados Bray- Curtis de la variedad Machucara sara de las variables largo, ancho, grosor  
**Elaborado por:** Calderón Anayka, 2023

Ahora bien la Ilustración 4-39 se encuentra la representación de similitud de clusters del conjunto de datos de las variables biométricas (largo, ancho, grosor), se observa que existen 2 grupos de semillas, el grupo 1 integrado por 16 semillas, (6,15,3,10,12,11,25,27,24,30,4,18,8,7,16 y 23) ,y las similares son la 25 y 11 alcanzando el 0.98, y en el grupo 2 conformado por 14 semillas (2,21,29,13,9,14,26,19,20,28,5,22,17 y 1) y las que tienen igual similitud aproximándose al 100, son las semillas 2 y 21. Habiendo una anomalía en la semilla 6 y 15, ya que su similitud con el grupo 1, 2 y 3 con un valor de 0.93.



**Ilustración 4-40:** Análisis de conglomerados Bray- Curtis de la variedad Machucara sara de las variables largo, ancho, grosor, ratio1 y ratio2  
**Elaborado por:** Calderón Anayka, 2023

En el caso de la Ilustración 4-40 se observa la representación de similitud del conjunto de datos de las variables biométricas (ratio1 y ratio2), se observa que existen 2 grupos, y el primero está conformado por 9 semillas, (6,10,12,11,25,15,24,27,30 y 3) y las de igual similitud son la 24 y 27 alcanzando el 0.99. y en el grupo 2 que lo conforman 11 semillas (5,22,7,19,28,8,16,17,23,18,19,14,26,20,22,9,13,4 y 21) y las que tienen igual similitud asemejándose al 100, siendo las semillas 2 y 29. Existiendo una anomalía en la semilla 3 ya que su similitud entre el grupo 1 y 2 es de un valor de 0.900.

#### **4.2 Discusión (argumentación, sistematización y cuestionamiento de la información obtenida)**

En el primer objetivo que fue el análisis morfométrico y biométrico de las semillas actuales, se pudo analizar 9 variedades que aún se cultivan en la cuenca del río Chanchán. Las variedades de maíz que presentan mayor tamaño en cuanto a las variables de largo, ancho y grosor son: Girgir Shungumarca, Yanasara y Pukasara. Las variedades que están en un tamaño medio, tomando en cuenta las mismas variables son: Llima o Shima, Yuraksara (Nizag) y Yuraksara (Joyagzhí). Mientras que las de menor tamaño son las variedades de Sarayunga, Quillusara y Machucara sara.

Existiendo una amplia diversidad genética en la cuenca del Chanchán, ya que las diferentes variedades de maíz se encuentran distribuidas en diferentes sitios de producción agrícola, como los son las comunidades de Nizag (cantón Alausí), Piñancay y Joyagzhí (cantón Chunchi) y Shungumarca (cantón General Morales). Diversidad que por un lado puede obedecer a los propios procesos de domesticación, por cuanto el "síndrome de domesticación" es un conjunto de cambios morfológicos y fisiológicos que ocurren gradualmente durante el proceso de domesticación y ayudan a las poblaciones silvestres originarias al adaptarse al medio ambiente como cultivos, ya que dependen del ser humano para su supervivencia. El cambio de un hábito de crecimiento indeterminado en un hábito determinado es el modo reproductivo (favoreciendo en muchos casos la autogamia), la pérdida de la dormancia de la semilla y la alteración o pérdida del mecanismo natural de dispersión de la semilla son los principales efectos de este síndrome de domesticación (Chacón, 2009). Justamente, en cuanto al tamaño de las variedades de semillas con menor dimensión destacan Sara yunga, Quillusara y Machucara sara. Las cuales, en el tamaño del largo van desde los 8.5 cm hasta los 15.09 cm, siendo la de menor valor la variedad Sarayunga y la de mayor valor Shungumarca, en el ancho van desde los 8.05 cm hasta los 11.01 cm, y en el grosor van desde los 4.8 cm hasta los 5.08 cm, ya que el valor de la variable ancho puede variar entre las mismas semillas.

Además de los cambios morfológicos en el tamaño de las semillas del maíz, también se encuentran los cambios fisiológicos visibilizados en factores como el color, transparencia y dureza del tegumento. Respecto al color, existen variedades de semillas con color rojo, morado, amarillo, blanco y negro. Siendo este factor el elemento fisiológico para denominar a las variedades locales del maíz en la cuenca del Chanchán con topónimos en lengua Quechua (Puka sara, Quillu sara, Yana sara, etc.). En cuanto a la transparencia, hay variedades que son más opacas (Yuraksara, Girgir sara, Llimasara, Machucara-sara, Yanasara,) y otras son más traslucidas como (Quillu sara, Pukasara, Sarayunga). Por otro lado, en cuanto a su tegumento, todas las variedades presentan un tegumento duro.

Por otro lado, estos cambios morfológicos también pueden ser explicados desde lo que West-Eberhard (2003) llama "inducción del medio ambiente", para la creación de nuevos fenotipos de poblaciones silvestres (Gremillion y Piperno, 2009). Este es un punto crucial del argumento de plasticidad fenotípica, como el desarrollado por West-Eberhard, en donde los fenotipos alternativos pueden ser inducidos directamente por el cambio del medio ambiente y, posteriormente genéticamente asimilado / acomodado (estabilizado genéticamente) en las condiciones adecuadas. Se sabe, por ejemplo, que los fenotipos como el maíz, en su arquitectura de la planta pueden ser inducidas en el teosinte por tensiones ambientales tales como temperaturas bajas y la intensidad de luz (West-Eberhard 2003).

Hay que recalcar que en cuanto al proceso de inducción del medio ambiente en la cuenca del Chanchán, las diferencias en el tamaño de las semillas pueden obedecer a un factor ajeno al proceso de síndrome de domesticación. Esto debido a que el tamaño de las semillas del maíz se reduce en cotas altitudinales altas, en respuesta a un estrés de adaptación ecológica causada por la variante ambiental de la altitud. Evidenciándose frutos y semillas de menor tamaño en la zona agroecológica andina Quechua (2300-3500 msnm). También la reducción del tamaño de la semilla puede obedecer a un factor edafológico, causado por la falta de macro y micronutrientes en el suelo. Esto porque la geomorfología de la cuenca del Chanchán se halla caracterizada por la presencia de pendientes abruptas e inestables que permiten la erosión progresiva de los suelos, haciendo que los sedimentos fluyan hacia la depresión inferior del río Chanchán (Aguirre et al., 2023).

Por lo tanto, es imprescindible eliminar los factores provenientes desde la inducción del medio ambiente para poder identificar las posibles variedades de maíz que pudieron haber sido cultivadas en las terrazas de Joyagzhí. Uno de ellos, podría ser el factor altitudinal, ya que estos agroecosistemas prehispánicos se encuentran localizadas desde los 2796 a 3026 msnm (zona agroecológica Quechua) (Aguirre, 2021). El otro factor, el edafológico, podría ser descartado ya que las excavaciones realizadas en 14 unidades estratigráficas en las terrazas arqueológicas de Joyagzhí revelaron suelos Inceptisoles con alto contenido de materia orgánica hasta una profundidad de 161 cm (Aguirre, 2023).

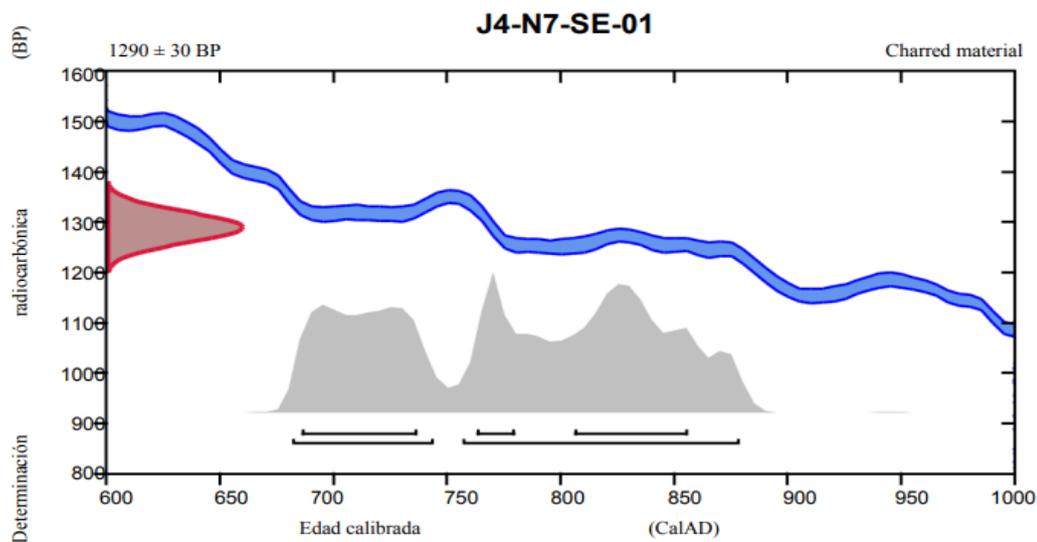
En el objetivo 2, donde se realizó el análisis biométrico de 24 paleocarporrestos de maíz recuperados desde niveles sedimentarios excavados en las terrazas arqueológicas de Joyagzhí, se pudo evidenciar que existe una similitud en cuanto al largo, ancho, grosor, ratio 1 y ratio 2 de los mismos. Los cuales, se conservaron en los paleosuelos gracias al proceso de carbonización que afectaron la textura de cada una de estas semillas. Estos paleocarporrestos fueron datados mediante análisis de Carbono 14 en el Laboratorio de Beta Analytic Florida - Estados Unidos, con una antigüedad absoluta de 757 - 879 cal AD (1193 - 1071 cal BP) (Tabla 4-41) e (Ilustración 4-41).

Justamente, la quema de cultivos infectados está relacionada con la evidencia registrada en los conjuntos macrobotánicos carbonizados en diferentes niveles sedimentarios de las unidades excavadas en las terrazas de Joyagzhí. Por ejemplo, en el contexto etnobotánico de los sistemas de cultivo Nizag, esta práctica cultural erradica las plagas y/o enfermedades fitopatógenas de los cultivos alimentarios infectados. En el caso de *Zea mays*, todas las partes de las plantas, incluidos sus frutos y semillas, se quemaron en los campos de cultivo para evitar una posible contaminación de los frutos infectados en sus unidades domésticas o viviendas (Aguirre, 2023). Este último factor es un determinante utilizado para identificar este tipo de práctica cultural en contextos arqueobotánicos, ya que esto se relaciona con otro tipo de prácticas de combustión agrícola, como los sistemas de tala y quema, que no incluyen la carbonización de los frutos y semillas de las plantas cultivadas (Aguirre, 2023).

**Tabla 4-41:** Dataciones radiocarbónicas de J4-N7-SE-01

| Código de Beta       | Material analizado        | Código de muestras | Edad de Radiocarbono Convencional (BP) o Porcentaje de Carbono Moderno (pMC) y Relación de Isotopos Estables. |                                 |
|----------------------|---------------------------|--------------------|---|---------------------------------|
| <b>Beta – 536793</b> | Seeds ( <i>Zea mays</i> ) | J4-N7-SE-01        | 1290 +/- 30 BP  | IRMS $\delta^{13}C$ : -9.2 o/oo |
| (61.5%)              |                           |                    | 757 - 879 cal AD (1193 - 1071 cal BP)   |                                 |

Fuente: Beta analítica, 2019



**Ilustración 4-41:** Calibración de la edad Radiocarbónica Años Calendarios J4-N7-SE-01

Fuente: Beta analítica, 2019

Es así como, en el objetivo 3 se realizó el análisis estadístico de 3 variedades actuales del maíz (Quillusara, Sarayunga y Machucara sara) y los paleocarporrestos registrados en el Nivel 7 de la Unidad J4. Esto debido a que estas tres variedades presentaron mayor similitud con los paleocarporrestos provenientes de las terrazas de Joyagzhí de acuerdo con las variables biométricas consideradas para esta investigación (largo, ancho y grosor). En el análisis de correspondencia se pudo observar que es visible una alta homogeneidad, entre las variedades Quillusara (maíz amarillo) y Sarayunga (maíz de la zona Yunga) y los Paleocarporrestos de la Unidad J4-Nivel 7, ya que existe una alta correlación entre estas tres variables, más no una dispersión entre la distribución de estas de acuerdo con los factores analizados. Esto puede ser observado en la Ilustración 4-42, donde se presenta los análisis estadísticos mediante diagrama de caja y análisis de correspondencia (CA) de las variedades Quillusara, Sarayunga y los paleocarporrestos de Joyagzhí.

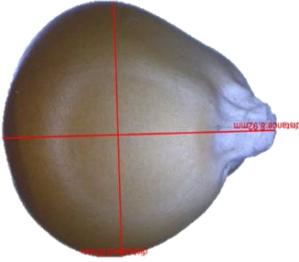
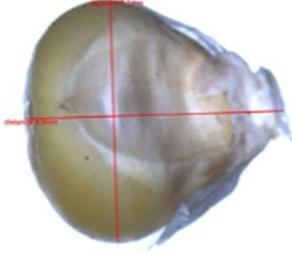
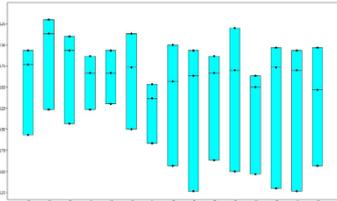
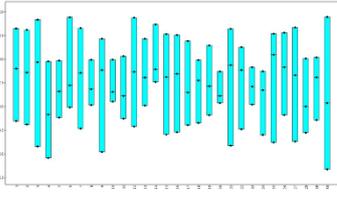
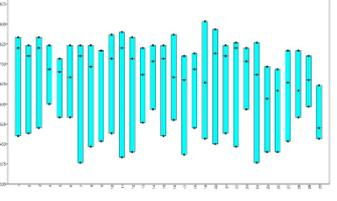
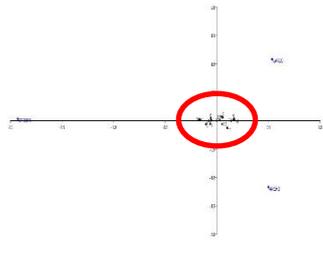
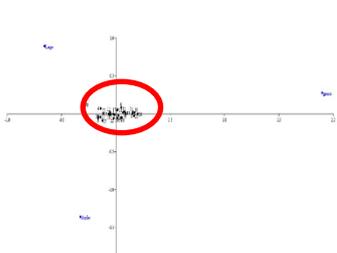
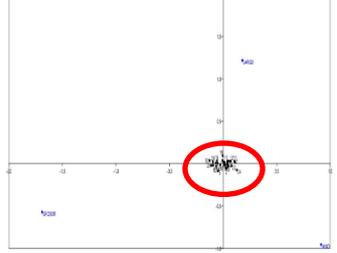
En cuanto a los análisis realizados con el diagrama de caja se puede evidenciar que los paleocarporrestos en la variable “largo” presentan una homogeneidad en el conjunto de sus datos, ya que no existe una diferencia considerable entre todas las semillas del Nivel 7. Como se puede observar el valor máximo está ubicado en 8,4 cm y el mínimo en 5,6 cm. Localizándose la mayoría de los paleocarporrestos (N=13) sobre el valor de la media 7.17 cm. Por otro lado, en la variable “ancho” también se presenta una homogeneidad, ya que el valor máximo se localiza en 8.1 cm y el mínimo en un 5.9 cm, localizándose la mayoría de los paleocarporrestos (N=12) próximos a la media de 6.64 cm. No así, en la variable “grosor” donde existe una gran diferencia en los datos,

evidenciándose una heterogeneidad en los mismos. Esto debido a que el valor máximo alcanza los 5.4 cm, el valor mínimo los 2.3 cm, pero la mayoría de paleocarporrestos (N=8) se encuentran distantes a la media de 3.73 cm.

En el diagrama de caja la variedad Quillusara se aprecia la variable “largo” existe una homogeneidad en el conjunto de datos, ya que no existe una diferencia considerable entre todas las semillas de la variedad Quillusara. Como se puede observar el valor máximo está ubicado en 11.68 cm y el mínimo en 8.23cm. Localizándose la mayoría de las semillas actual de la variedad Quillusara (N=14) sobre el valor de la media 10.1 cm. Por otro lado, en la variable “ancho” no presenta homogeneidad, ya que el valor máximo se localiza en 9.29 cm y el mínimo en un 5.5 cm, localizándose la mayoría de la variedad mencionada (N=6) próximos a la media de 7.62 cm. En la variable “grosor” también existe una gran diferencia en los datos, evidenciándose una heterogeneidad en los mismos. Esto debido a que el valor máximo alcanza los 7.56 cm, el valor mínimo los 2.03cm, pero la mayoría de las semillas (N=12) se encuentran distantes a la media de 4.8 cm.

En el diagrama de caja de Sarayunga en la variable “largo” existe una homogeneidad en el conjunto de datos, ya que no existe una diferencia considerable entre todas las semillas de esta variedad. Como se puede visualizar el valor máximo está ubicado en 9.1 cm y el mínimo en 6.7 cm. Localizándose la mayoría de las semillas actual de la variedad Sarayunga (N=12) sobre el valor de la media 8.1 cm. Por otro lado, en la variable “ancho” no se presenta homogeneidad, ya que el valor máximo se localiza en 8.3 cm y el mínimo en un 5.1 cm, localizándose un grupo pequeño de semillas (N=9) próximos a la media de 7.38 cm. En la variable “grosor” existe una gran diferencia en los datos, evidenciándose una heterogeneidad en los mismos. Esto debido a que el valor máximo alcanza los 6 cm, el valor mínimo los 3.8 cm, pero la mayoría de las semillas (N=5) se encuentran distantes a la media de 4.8 cm.

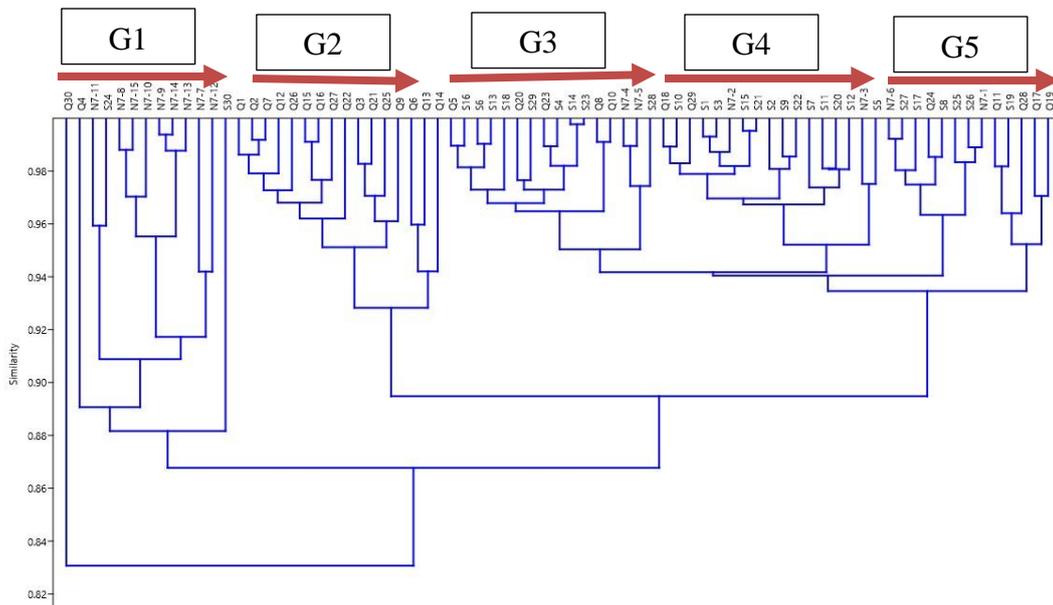
Respectivamente, a los análisis de correspondencia (CA) se pudo observar que también existe una alta correlación en el conjunto de datos analizados. Esto a pesar, que, en el caso de los paleocarporrestos, su morfología se encuentra alterada por los procesos de carbonización que distorsionaron su tamaño por la quema de cada uno de los granos de maíz. Evidenciándose una distribución similar en las distancias de las coordenadas rectangulares del sistema cartesiano, a través de la representación gráfica de la posición y distribución de las semillas de maíz modernas y los paleocarporrestos prehispánicos.

| Paleocarporresto Nivel 7  | Variedad Quillusara   | Variedad Sarayunga  |
|---|---|---|
|    |    |    |
| Análisis Diagrama de caja   | Análisis Diagrama de caja   | Análisis Diagrama de caja   |
|    |    |    |
| Análisis de correspondencia CA  | Análisis de correspondencia CA  | Análisis de correspondencia CA  |
|  |  |  |

**Ilustración 4-42:** Análisis de diagrama de caja y correspondencia de las variedades Quillusara, Sarayunga y Nivel7

Elaborado por: Calderón Anayka, 2023

Finalmente, en la ilustración 4-43 se puede observar también que existe una alta similitud entre los granos modernos de Quillusara y Sarayunga, con los paleocarporrestos provenientes de Joyagzhí. En el análisis de similitud de clusters o conglomerados de Bray Curtis se evidencia la conformación de 5 grupos en donde se presenta esta correlación biométrica. En el GRUPO 1 se registra una similitud entre el paleocarporresto N7-11 y la semilla S24 con una similitud de 0.96, y estos dos restos a su vez con todos los demás paleocarporrestos del GRUPO 1 con una similitud de 0.91. En el GRUPO 2 se registra solamente una homogeneidad entre las semillas modernas de Quillusara, no obstante, en el GRUPO 3 donde se visualiza una similitud entre las semillas modernas Q5 y S16 con un 0.99, los paleocarporrestos N7-4 y N7-5 con el 0.98, y entre las semillas modernas S14 y S23 con el 0.99, y estos restos a su vez con todo el todo el GRUPO 3 con una similitud de 0.93. En el GRUPO 4 se evidencia una similitud entre las semillas modernas S1-S3 y el paleocarporresto N7-5 con una similitud de 0.98 y entre el paleocarporresto N7-3 y la semilla S5 con una alta similitud de 0.98. Registrándose una similitud de 0.94 para todo el GRUPO 4. Finalmente, en el GRUPO 5 existe similitud entre el paleocarporresto N7-6 y la semilla S27 con una alta similitud de 0.99, y entre la semilla S26 y el paleocarporresto N7-1 con una similitud de 0.98. Registrándose en todo el GRUPO 5 una similitud de 0.93.



**Ilustración 4-43:** Análisis de conglomerados Bray- Curtis de las variedades Sarayunga, Quillusara y Nivel 7, las variables largo, ancho, grosor  
**Elaborado por:** Calderón Anayka, 2023

### **4.3 Comprobación de la hipótesis**

A partir de los resultados obtenidos la hipótesis se validada, esto porque los análisis multivariantes de similitud (Clusters) indican que biométricamente los paleocarporrestos de maíz registrados en las terrazas de Joyagzhí (cuenca del Chanchán) tienen una alta similitud con la variedad moderna Sarayunga entre el 0.96 hasta el 0.99. Presentando todo el conjunto de paleocarporrestos del maíz registrados en la Unidad 4 – Nivel 7 una similitud mayor al 0,91 con todo el grupo de semillas Sarayunga.

## CAPÍTULO VI

### 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 Conclusiones

-Los análisis paleoetnobotánicos realizados mediante la caracterización biométrica y morfológica de los carporrestos modernos y paleocarporrestos arqueológicos registrados en las terrazas arqueológicas de Joyagzhí, permitieron por el momento la identificación de una variedad de *Zea mays* que fue cultivada en las estribaciones occidentales de los Andes Ecuatorianos en contextos históricos prehispánicos.

-La biometría de los paleocarporrestos registrados en las terrazas de Joyagzhí que datan 757 - 879 cal AD (1193 - 1071 cal BP), determinaron que estos restos de granos de maíz carbonizados corresponden a una sola variedad genética. Lo cual, indica una selección cultural consciente para el cultivo de una variedad específica en la producción agrícola de *Zea mays* en estas terrazas prehispánicas. Como también, visibilizan que los procesos de carbonización no afectaron totalmente a la morfología de las semillas y a la conservación de estas en los paleosuelos en donde fueron depositadas y quemadas.

-La variedad genética del maíz que fue seleccionada por los agricultores prehispánicos de la cuenca del Chanchán para su cultivo en las estribaciones occidentales de los Andes Ecuatorianos fue la variedad de Sarayunga. Esto debido a la similitud biométrica determinada según los análisis multivariantes de conglomerados de Bray Curtis (0.96 hasta el 0.99), entre esta variedad moderna y los paleocarporrestos registrados en las terrazas arqueológicas de Joyagzhí.

-La diversidad carpológica de las variedades moderna del maíz que se encuentran distribuidas en la cuenca del Chanchán, obedece a la influencia provocada desde los procesos de domesticación conocido como el "síndrome de domesticación", ya que esto se debe a un conjunto de cambios morfológicos y fisiológicos que ocurren gradualmente en las semillas durante el proceso de domesticación de una especie particular.

## 5.2 Recomendaciones

-Se recomienda realizar los análisis biométricos y morfológicos a los demás paleocarporrestos recuperados en otros niveles sedimentarios de la unidad de excavación J4 y de otras unidades localizadas en las terrazas de Joyagzhí, para tener una lectura diacrónica de los procesos de domesticación del maíz durante los Periodos Prehispánicos de Desarrollo Regional e Integración.

- Socializar los resultados de la presente investigación con el Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica, Ministerio de Cultura y Ministerio de Agricultura y Ganadería, para que se pueda ejecutar una campaña de recuperación de las variedades ancestrales del maíz (Quillusara y Sarayunga), más la conservación y restauración ecológica del agroecosistema de las terrazas de Joyagzhí.

-Difundir los resultados de la investigación a través de publicaciones en revistas indexadas de alto impacto, que permitan visualizar los legados agroecológicos de los sistemas de cultivos prehispánicos del maíz en las estribaciones occidentales de los Andes del Ecuador.

-Foto documentar los paleocarporrestos recuperados en las terrazas agrícolas de Joyagzhí mediante la utilización de microscopios electrónicos de barrido, que permitan visualizar huellas microscópicas sobre elementos morfológicos como el ápice y estructura del tegumento.

## **BIBLIOGRAFÍA**

1. **AGUIRRE, C.; CARRASCO, J.; CHÁVEZ, C.** Arqueología del Pukara del Puñay: 775-1390 cal. dC. 2018. Caracola. Quito.
2. **AGUIRRE, Christiam.** Agricultura precolombina kañari, sistemas de cultivos agroecológicos y transformación de paisajes agrícolas: arqueobotánica en la Cuenca del Chanchán (Andes Centrales del Ecuador). 2021.
3. **AGUIRRE MERINO, Christiam Paúl, et al.** The Archeological Landscape of the Chanchán Basin and Its Agroecological Legacies for the Conservation of Montane Forests in the Western Foothills of the Ecuadorian Andes. *Land*, 2023, vol. 12, no 1, p. 192.
4. **AGUIRRE MERINO, Christiam Paúl.** Agricultura precolombina kañari, sistemas de cultivos agroecológicos y transformación de paisajes agrícolas: arqueobotánica en la Cuenca del Chanchán (Andes Centrales del Ecuador). 2021. (Tesis Doctoral). Universitat Autònoma de Barcelona, España.
5. **AGUIRRE MERINO, Christiam Paúl; CÓRDOVA LLIQUÍN, Jorge Daniel; PIQUÉ HUERTA, Raquel.** Agriculturización: la alquimia de un paisaje precolombino Kañari en la cuenca alta del río Chanchán, Andes del Ecuador. *Estudios atacameños*, 2021, vol. 67.
6. **ANTOLÍN, Ferran.** Of cereals, poppy, acorns and hazelnuts. Plant economy among early farmers (5500-2300 cal BC) in the NE of the Iberian Peninsula. An archaeobotanical approach. 2013. Tesis Doctoral. Universitat Autònoma de Barcelona.
7. **ANTOLÍN, Ferran.** Experimental archaeology as a resource for approaching formation processes of seed assemblages. First results and future perspectives. *Estrat crític*, 2012, no 6, p. 0035-048.
8. **ARCHILA, SONIA; GIOVANNETTI, M.; LEMA, V.** Arqueobotánica y Teoría arqueológica. *Discusiones desde Suramérica*. Universidad de Los Andes, Colombia, 2008.

9. **BADAL, Ernestina, et al.** *Olea europaea* L. in the North Mediterranean basin during the Pleniglacial and the Early– Middle Holocene. *Quaternary Science Reviews*. Barcelona.2010.
10. **BARBA PINGARRÓN, Luis; RODRÍGUEZ, Roberto; CÓRDOBA, José Luis.** Manual de técnicas microquímicas de campo para la arqueología. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Investigaciones Antropológicas, Universidad Nacional Autónoma de México, Mexico City, 1991.
11. **BENNETT, Wendell Clark.** Excavations in the Cuenca region, Ecuador. New Haven: Published for the Department of Anthropology, Yale University by Yale University Press, 1946.
12. **BRUHNS, Karen Olsen; BURTON, James H.; MILLER, George R.** Excavations at Pirincay in the Paute Valley of southern Ecuador, 1985–1988. *Antiquity*, 1990, vol. 64, no 243, p. 221-233.
13. **BUTZER, Karl W.** Arqueología, una ecología del hombre: método y teoría para un enfoque contextual. Bellaterra, 1989.
14. **BUXÓ, Ramón, et al.** Arqueología de las plantas. Crítica, Grijalbo Mondadori, 1997.
15. **BUXÓ, Ramón; PIQUÉ, Raquel.** Arqueobotánica. Los usos de las plantas en la península Ibérica. 2008.
16. **CHACÓN, Maria Isabel.** Darwin y la domesticación de plantas en las Américas: el caso del maíz y el fríjol. *Acta Biológica Colombiana*, 2009, vol. 14, p. 351-363.
17. **CHANDLER, Karol; PEARSALL, Deborah M.; ZEIDLER, James A.** Root and tuber phytoliths and starch grains document manioc (*Manihot esculenta*) arrowroot (*Maranta arundinacea*) and Ilerén (*Calathea* sp.) at the real alto site Ecuador. *Economic Botany*, 2006, vol. 60, no 2, p. 103 120.

18. **CHIOU, Katherine L.; HASTORF, Christine A.** A systematic approach to species-level identification of chile pepper (*Capsicum* spp.) seeds: Establishing the groundwork for tracking the domestication and movement of chile peppers through the Americas and beyond. *Economic botany*, 2014, vol. 68, no 3, p. 316-336.
19. **DIAMOND, Jared.** Evolution, consequences and future of plant and animal domestication. *Nature*, 2002, vol. 418, no 6898, p. 700-707.
20. **DENEVAN, William M.; MATHEWSON, Kent; KNAPP, Gregory W.** Pre-Hispanic Agricultural Fields in the Andean Region: Proceedings, 45 Congreso Internacional de Americanistas, International Congress of Americanists, Bogotá, Colombia, 1985. Bar Company, 1987.
21. **DURÁN, Benito Jesus Venegas; PARRA, Esteban Moisés Herrera; PÉREZ, María Novelo.** Análisis e identificación de almidones arqueológicos en instrumentos líticos y cerámica del conjunto residencial Limón de Palenque, Chiapas, Mexico. *Comechingonia*, 2021, vol. 25, no 1, p. 21-40.
22. **EUBANKS, Mary W.** An interdisciplinary perspective on the origin of maize. *Latin American Antiquity*, 2001, vol. 12, no 1, p. 91-98.
23. **FORD, Richard I.** Paleoethnobotany in American archaeology. En *Advances in archaeological method and theory*. Academic Press, 1981. p. 281-332.
24. **FULLER, D.Q. y STEVENS C.J.** Agriculture and the development of complex societies, in A. Fairbairn & E. Weiss (ed.) *From foragers to farmers. Papers in honour of Gordon C. Hillman*. 2009. 37-57. Oxford: Oxbow Books
25. **GEPTS, Paul.** Crop domestication as a long-term selection experiment. *Plant breeding reviews*, 2010, vol. 24, no 2, p. 1-44.
26. **GIBLIN, John D.; FULLER, Dorian Q.** First and second millennium AD agriculture in Rwanda: Archaeobotanical finds and radiocarbon dates from seven sites. *Vegetation History and Archaeobotany*, 2011, vol. 20, no 4, p. 253-265.

27. **GIOVANNETTI, Marco; CAPPARELLI, Ayleen; POCHETTINO, María Lelia.** La Arqueobotánica en Sudamérica. ¿Hacia un equilibrio de enfoques? Discusión en torno a las categorías clasificatorias y la práctica arqueobotánica y paleoetnobotánica.
28. **HAMMER, Karl.** Das domestikationssyndrom. Die Kulturpflanze, 1984, vol. 32, no 1, p. 1134.
29. **HAMMER, Øyvind, et al.** PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. Palaeontologia electronica, 2001, vol. 4, no 1, p. 9.
30. **HARLAN, Jack R., et al.** Origins and processes of domestication. Grass evolution and domestication., 1992, p. 159-175.
31. **HASTORF, Christine A.** Recent research in paleoethnobotany. Journal of Archaeological Research, 1999, vol. 7, no 1, p. 55-103.
32. **HASTORF, Christine A.** Agricultural production and consumption. In Empire and domestic economy, 2002. (pp. 155-178). Springer, Boston, MA
33. **HAWKES, John Gregory.** The diversity of crop plants. En The diversity of crop plants. Harvard University Press, 2013.
34. **HILLMAN, Gordon.** Reconstructing crop husbandry practices from charred remains of crops. Farming practice in British prehistory, 1981.
35. **HILLMAN, Gordon C.; DAVIES, M. Stuart.** Proporcions de domesticació mesurables en blats i ordis silvestres en conreus primitius, i les seves implicacions arqueològiques. Cota zero: revista d'arqueologia i ciència, 1991, p. 9-35.
36. **HENDERSON, Thomas Paul.** The class dynamics of food sovereignty in Mexico and Ecuador. Journal of Agrarian Change, 2018, vol. 18, no 1, p. 3-21.

37. **JONES, Glynis.** Numerical analysis in archaeobotany. Progress in Old World Palaeoethnobotany, 1991, vol. 63, p. 80.
38. **KORSTANJE, M. A.** Ser o no ser: de arqueólogos/as y paleoetnobotánicas/os. Arqueobotánica y Teoría Arqueológica. Discusiones desde Suramérica. Universidad de Los Andes, Colombia, 2008, p. 35-49
39. **LIPPI, Ronald D.; BIRD, Robert McK; STEMPER, David M.** Maize recovered at La Ponga, an early Ecuadorian site. American Antiquity, 1984, vol. 49, no 1, p. 118-124.
40. **LUMBRERAS, Luis Guillermo.** Los orígenes de la sociedad andina. W. Espinoza, LG Lumbreras, P. Kaulicke, & JI Santillana, Economía Prehispánica, 2008, vol. 1, p. 102-110.
41. **MARTÍNEZ, N. Alonso, et al.** Las semillas y los frutos arqueológicos: aportación a la reconstrucción paleoambiental. Grup d'Investigació Prehistòrica, Dept. d'Història, Universitat de Lleida Pça. Victor Siurana 1. 25003. Lleida.
42. **MANNION, A. M.** Domestication and the origins of agriculture: an appraisal. Progress in Physical Geography, 1999, vol. 23, no 1, p. 37-56.
43. **PAGÁN-JIMÉNEZ, Jaime R., et al.** Late ninth millennium BP use of Zea mays L. at Cubilán area, highland Ecuador, revealed by ancient starches. Quaternary international, 2016, vol. 404, p. 137-155.
44. **NÚÑEZ, Diego Rivera; DE CASTRO, Concepción Obón.** Métodos de identificación etnobotánicos: estudio de macrorrestos. Monografías del Real Jardín Botánico de Córdoba, 1996, no 3, p. 15-22.
45. **PEÑA-CHOCARRO, Leonor.** Agricultura prehistórica: métodos y técnicas para su estudio. Acercándonos al pasado. Prehistoria en, 2008, vol. 4.
46. **PEÑA, Lydia Zapata.** Los macrorrestos arqueobotánicos: técnicas de estudio e importancia en el análisis estratigráfico. KREI, 2001, no 6, p. 105-132.

47. **PEARSALL, Deborah M.** Analysis of an archaeological maize kernel cache from Manabi Province, Ecuador. *Economic Botany*, 1980, vol. 34, no 4, p. 344-351.
48. **PEARSALL, D.** Informe del análisis de fitolitos y semillas carbonizadas del Sitio Cotocollao, Provincia de Quito, Ecuador. Manuscript on file, Department of Anthropology, University of Missouri-Columbia, 1984.
49. **PEARSALL, Deborah M.** Maize is still ancient in prehistoric Ecuador: The view from Real Alto, with comments on Staller and Thompson. *Journal of Archaeological Science*, 2002, vol. 29, no 1, p. 51-55.
50. **PEARSALL, Deborah M.** Plant food resources of the Ecuadorian Formative: an overview and comparison to the Central Andes. *Archaeology of formative Ecuador*, 2003, p. 213-257.
51. **PEARSALL, Deborah M.** Plant domestication and the shift to agriculture in the Andes. En *The handbook of South American archaeology*. Springer, New York, NY, 2008. p. 105-120.
52. **PEARSALL, Deborah M.** *Paleoethnobotany: a handbook of procedures*. Routledge, 2016.
53. **PEARSALL, Deborah M.; PIPERNO, Dolores R.** Antiquity of maize cultivation in Ecuador: summary and reevaluation of the evidence. *American Antiquity*, 1990, vol. 55, no 2, p. 324-337.
54. **PEARSALL, Deborah M.; CHANDLER-EZELL, Karol; CHANDLER-EZELL, Alex.** Identifying maize in neotropical sediments and soils using cob phytoliths. *Journal of Archaeological Science*, 2003, vol. 30, no 5, p. 611-627.
55. **PEARSALL, D., CHANDLER-EZELL, K. y ZEIDLER, J.** Maize in ancient Ecuador: results of residue analysis of stone tools from the Real Alto site. *Journal of Archaeological Science*. 2004. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2003.09.010>

56. **PEARSALL, Deborah M., et al.** Human–environment interactions during the early mid-Holocene in coastal Ecuador as revealed by mangrove coring in Santa Elena Province. *The Holocene*, 2016, vol. 26, no 8, p. 1262-1289.
57. **PEARSALL, Deborah M., et al.** Food and Society at Real Alto, an Early Formative Community in Southwest Coastal Ecuador. *Latin American Antiquity*, 2020, vol. 31, no 1, p. 122-142.
58. **PEÑA, L. Z., y CACHORRO, L. P.** Macrorrestos vegetales arqueológicos. In *Métodos y técnicas de análisis y estudio en arqueología prehistórica: De lo técnico a la reconstrucción de los grupos humanos*. 2013, (pp. 307-318). Universidad del País Vasco
59. **PEÑA-CHOCARRO, Leonor; PÉREZ-JORDÀ, Guillem; MORALES, Jacob.** Crops of the first farming communities in the Iberian Peninsula. *Quaternary International*, 2018, vol. 470, p. 369-382.
60. **PIPERNO, Dolores R.** A few kernels short of a cob: on the Staller and Thompson late entry scenario for the introduction of maize into northern South America. *Journal of Archaeological Science*, 2003, vol. 30, no 7, p. 831-836.
61. **PIPERNO, Dolores R.** *Phytoliths: a comprehensive guide for archaeologists and paleoecologists*. Rowman Altamira, 2006.
62. **PIPERNO, Dolores R.** The origins of plant cultivation and domestication in the New World tropics: patterns, process, and new developments. *Current anthropology*, 2011, vol. 52, no S4, p. S453-S470.
63. **PIPERNO, Dolores R.; PEARSALL, Deborah M.** The origins of agriculture in the lowland Neotropics. 1998.
64. **PIPERNO, Dolores R.; STOTHERT, Karen E.** Phytolith evidence for early Holocene Cucurbita domestication in southwest Ecuador. *Science*, 2003, vol. 299, no 5609, p. 1054-1057.

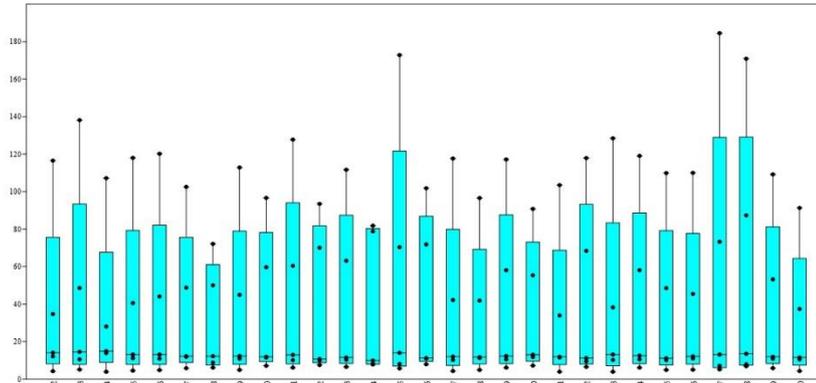
65. **RENFREW, Jane M., et al.** Palaeoethnobotany. The prehistoric food plants of the Near East and Europe. 1973.
66. **ROBBINS, Martha Jane.** Exploring the 'localisation' dimension of food sovereignty. Third World Quarterly, 2015, vol. 36, no 3, p. 449-468.
67. **ROSSET, Peter M.; MARTÍNEZ-TORRES, Maria Elena.** Rural social movements and agroecology: context, theory, and process. Ecology and society, 2012, vol. 17, no 3.
68. **STALLER, John E.; THOMPSON, Robert G.** Reconsiderando la introducción del maíz en el occidente de América del Sur. Bulletin de l'Institut français d'études andines, 2001, no 30 (1), p. 123-156.
69. **SANCHEZ, Maria Isabel Chacon.** Darwin y la domesticación de plantas en las Américas: el caso del maíz y el frijol. Acta Biológica Colombiana, 2009, vol. 14, p. 351-363.
70. **TERRELL, John Edward, et al.** Domesticated landscapes: The subsistence ecology of plant and animal domestication. Journal of Archaeological Method and Theory, 2003, vol. 10, no 4, p. 323-368.
71. **TYKOT, Robert H.; STALLER, John E.** The importance of early maize agriculture in coastal Ecuador: new data from La Emerenciana. Current Anthropology, 2002, vol. 43, no 4, p. 666-677.
72. **VALDEZ, Francisco.** Inter-zonal relationships in Ecuador. En The handbook of South American archaeology. Springer, New York, NY, 2008. p. 865-888.
73. **WIDGREN, Mats.** Towards a global history of agricultural systems. Past global changes magazine, 2018, vol. 26, no 1, p. 18-19.
74. **YACOBACCIO, Hugo; KORSTANJE, M. Alejandra.** Los procesos de domesticación vegetal y animal. Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología, 2007, vol. 32.

75. **ZAPATA, Lydia; PEÑA-CHOCARRO, Leonor.** Macrorrestos vegetales arqueológicos. 2013.
76. **ZEDER, Melinda A.** Central questions in the domestication of plants and animals. *Evolutionary Anthropology: Issues, News, and Reviews: Issues, News, and Reviews*, 2006, vol. 15, no 3, p. 105-117.

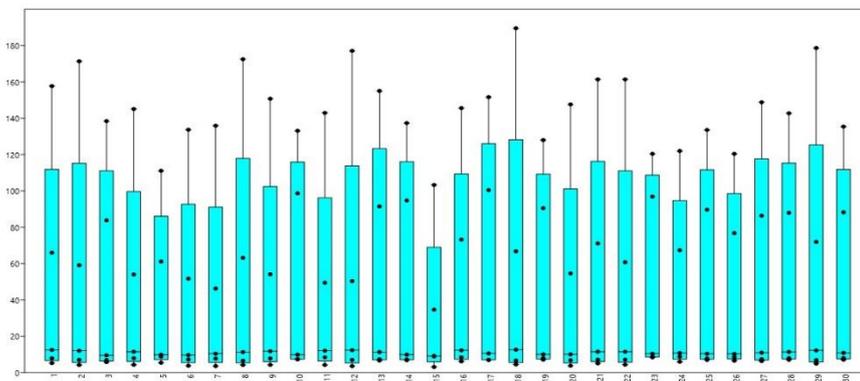
## ANEXOS

### ANEXO A: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DIAGRAMA DE CAJA

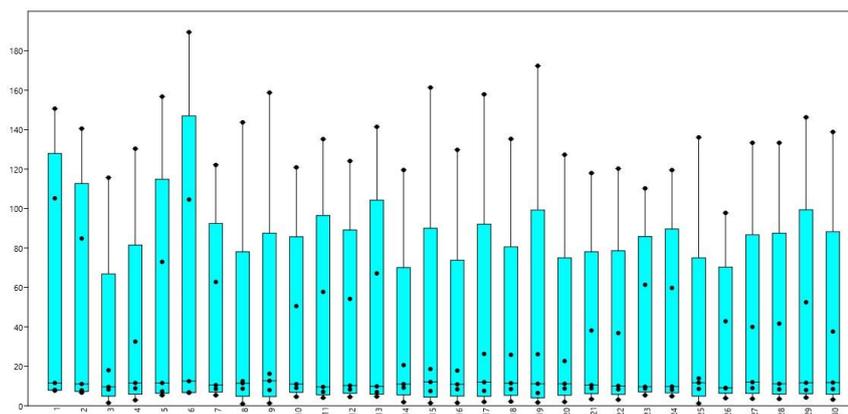
Variedad Yuraksara (maíz blanco Joyagzhí) variables, (largo, ancho, grosor, ratio1 y ratio2)



Variedad Yuraksara (maíz blanco Nizag) variables, (largo, ancho, grosor, ratio1 y ratio2)

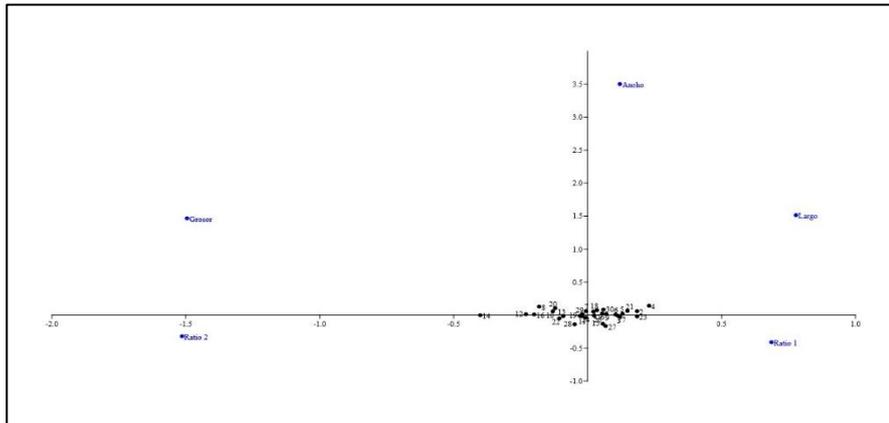


Variedad Llimasara (maíz Lima o Shima) variables, (largo, ancho, grosor, ratio1 y ratio2)

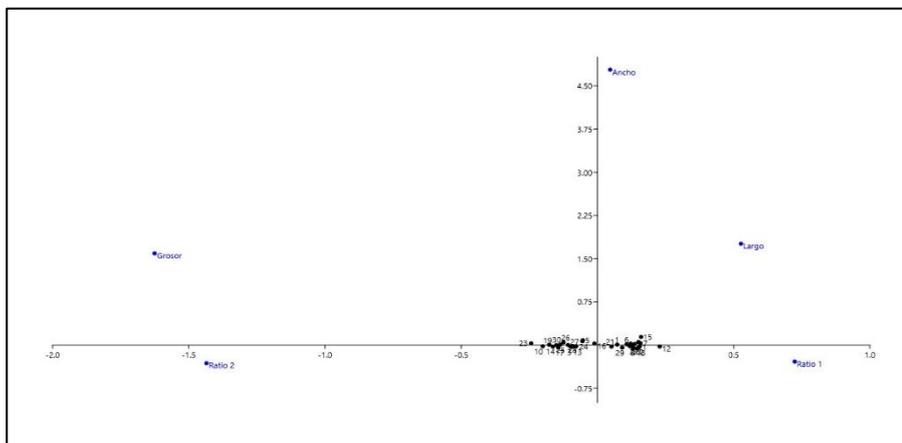


## ANEXO B: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE CORRESPONDENCIA CA

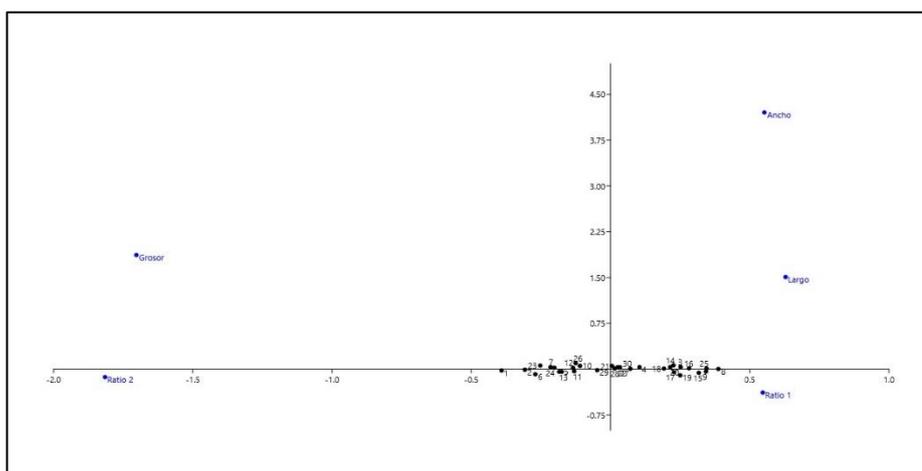
Análisis estadístico de correspondencia CA de la variedad Yuraksara (maíz blanco Joyagzhí), variables (largo, ancho, grosor, ratio1 y ratio2)



Análisis estadístico de correspondencia CA de la variedad Yuraksara (maíz blanco Nizag) variables (largo, ancho, grosor, ratio1 y ratio2)

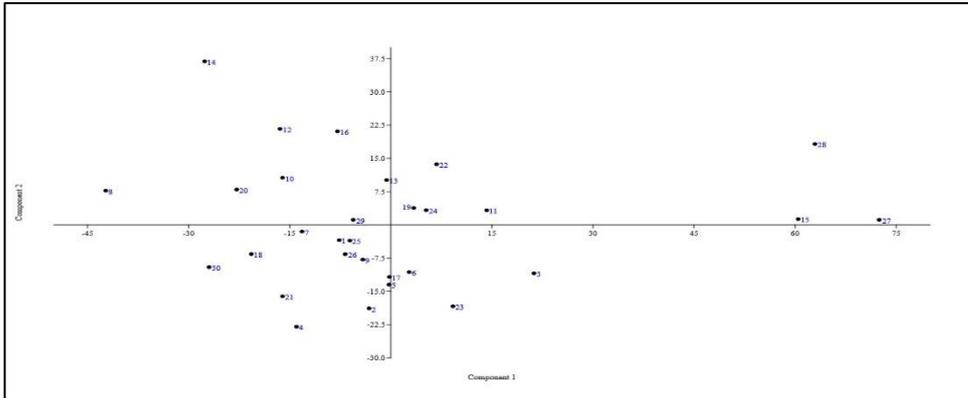


Análisis estadístico de correspondencia CA de la variedad Llimasara (maíz Lima o Shima), variables (largo, ancho, grosor, ratio1 y ratio2)

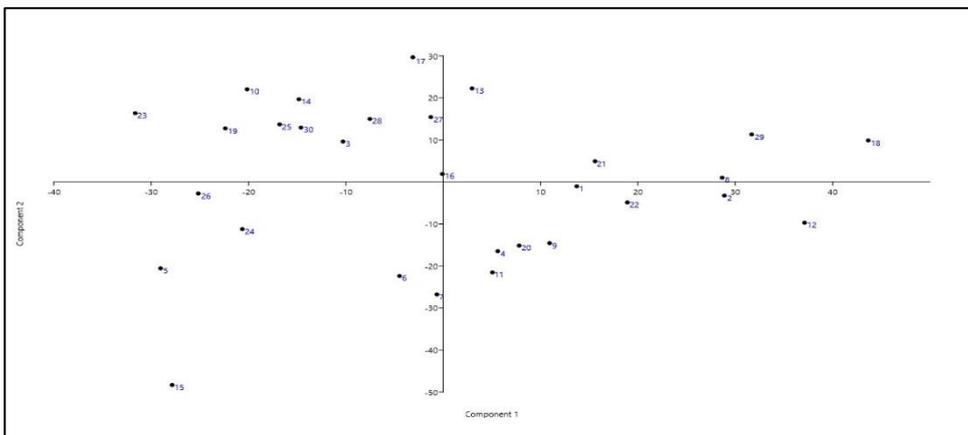


## ANEXO C: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE COMPONENTES PRINCIPALES PCA

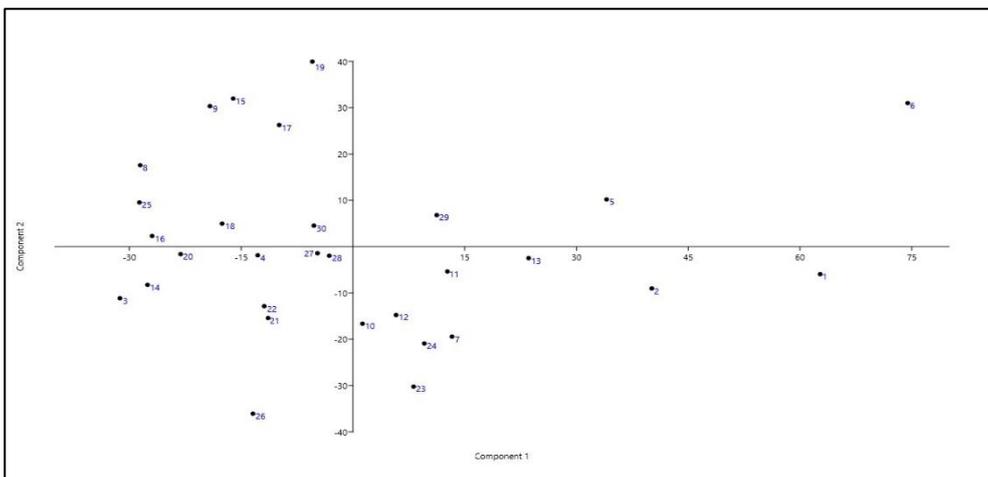
Análisis estadístico de componentes principales PCA de la variedad Yuraksara (maíz blanco Joyagzhí) variables, (largo, ancho, grosor, ratio1 y ratio2)



Análisis estadístico de componentes principales PCA de la variedad Yuraksara (maíz blanco Nizag) variables, (largo, ancho, grosor, ratio1 y ratio2)

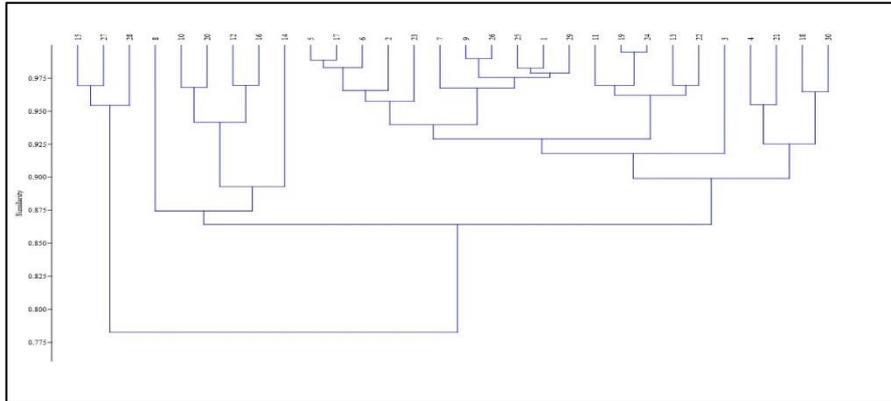


Análisis estadístico de componentes principales PCA de la variedad Llimasara (maíz Llima o Shima) variables, (largo, ancho, grosor, ratio1 y ratio2)

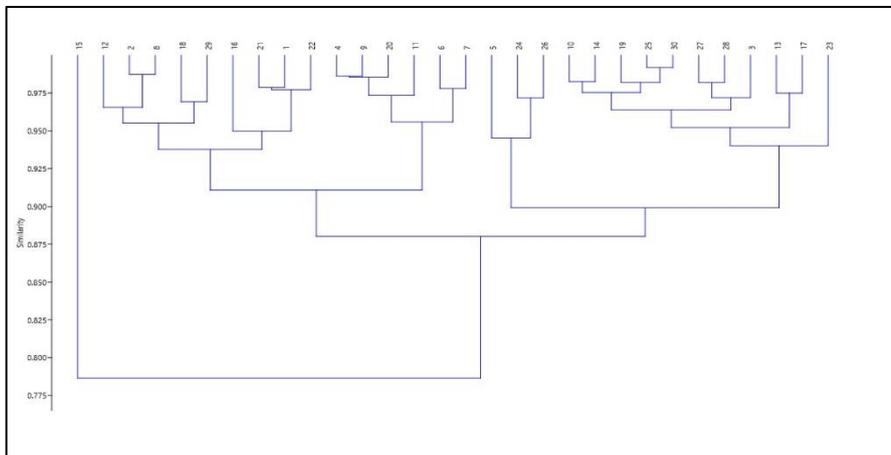


## ANEXO D: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE CONGLOMERADOS BRAY-CURTIS

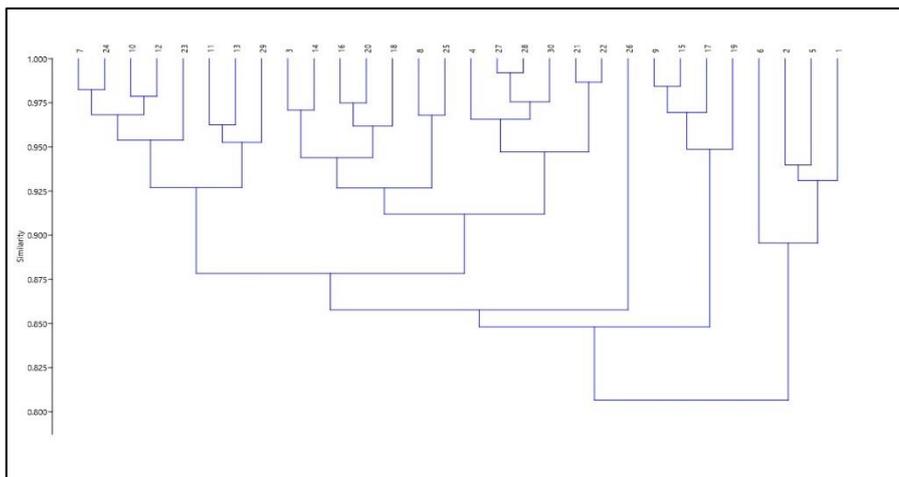
Análisis estadístico de conglomerados Bray-Curtis de la variedad Yuraksara (maíz blanco Joyagzhí) variables, (largo, ancho, grosor, ratio1 y ratio2)



Análisis estadístico de conglomerados Bray-Curtis de la variedad Yuraksara (maíz blanco Nizag) variables, (largo, ancho, grosor, ratio1 y ratio2)



Análisis estadístico de conglomerados Bray-Curtis de la variedad Llimasara (maíz Llima o Shima) variables, (largo, ancho, grosor, ratio1 y ratio2)





**epoch**

**Dirección de Bibliotecas y  
Recursos del Aprendizaje**

**UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y  
DOCUMENTAL**

**REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA**

**Fecha de entrega:** 01 / 12 / 2023

|   |
|---|
| <b>INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)</b>  |
| <b>Nombres – Apellidos:</b> ANAYKA ESTEFANIA CALDERÓN CORTEZ                                    |
| <b>INFORMACIÓN INSTITUCIONAL</b>  |
| <b>Facultad:</b> RECURSOS NATURALES   |
| <b>Carrera:</b> RECURSOS NATURALES RENOVABLES   |
| <b>Título a optar:</b> INGENIERA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES                               |
| <b>f. Analista de Biblioteca responsable:</b> Ing. CPA. Jhonatan Rodrigo Parreño Uquillas. MBA. |

1908-DBRA-UPT-2023