

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROFORESTAL



TESIS:

Caracterización morfo-agronómica del fruto y semilla de tres clones de cacao (*Theobroma cacao* L.), Pichari, Cusco, 2023

Para optar el título profesional de:
INGENIERA AGROFORESTAL

PRESENTADO POR:
Bach. Oshin Yessenia CISNEROS CABRERA

ASESOR:
Dr. Brian Adonai MEDINA GÓMEZ

AYACUCHO - PERÚ

2025

DEDICATORIA

Dedico este trabajo con profunda gratitud a Dios. Primero doy gracias a Dios por darme la vida y una familia maravillosa. A mis padres, les agradezco su comprensión y apoyo moral constante.

A mi hijo por darme la fortaleza y motivación incondicional que me va brindando día a día para lograr mis objetivos.

AGRADECIMIENTO

A mi Alma mater la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, fuente académica de enseñanza, por haberme acogido en sus aulas durante mi formación profesional.

A la Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Ingeniería Agroforestal que a través de sus catedráticos me brindaron enseñanzas y conocimientos para el desempeño en mi vida profesional.

A mi asesor, Dr. Brian Adonai Medina Gómez, por su apoyo, colaboración y asesoramiento en el desarrollo y conducción del trabajo de investigación académica.

A los señores miembros del jurado calificador, quienes dedicaron su tiempo y experiencias para contribuir en la mejora del trabajo de investigación.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE GENERAL	iv
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
ÍNDICE DE ANEXOS	xi
RESUMEN	xii
ABSTRACT.....	xiii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I	3
MARCO TEÓRICO	3
1.1. Antecedentes	3
1.2. Bases teóricas	7
1.2.1. Cultivo del cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.)	7
1.2.2. Clasificación taxonómica del cacao.....	9
1.2.3. Características botánicas del cacao	9
1.2.4. Grupos genéticos del cacao.....	12
1.2.5. Importancia del cacao	14
1.2.6. Requerimientos edafoclimáticos del cacao	15
1.2.7. Manejo agronómico del cacao	19
1.2.8. Características morfo-agronómica del cacao.....	22
1.2.9. Clones de cacao.....	25
CAPÍTULO II.....	27
METODOLOGÍA.....	27
2.1. Ubicación del experimento.....	27
2.2. Características edáficas del terreno experimental	29
2.3. Características climatológicas del lugar experimental	29
2.4. Variables.....	30
2.4.1. Variable independiente.....	30
2.4.2. Variable dependiente.....	31
2.5. Operacionalización de variables.....	32
2.6. Diseño metodológico.....	33

2.6.1.	<i>Tipo de investigación</i>	33
2.6.2.	<i>Población y muestra</i>	33
2.7.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	33
2.7.1.	<i>Unidad experimental</i>	33
2.7.2.	<i>Croquis de distribución de la parcela (unidad experimental)</i>	33
2.7.3.	<i>Conducción del experimento</i>	34
2.8.	Evaluación de las características morfológicas	34
2.8.1.	<i>Color del fruto inmaduro</i>	34
2.8.2.	<i>Color del fruto maduro</i>	35
2.8.3.	<i>Forma del fruto</i>	35
2.8.4.	<i>Forma del ápice del fruto</i>	36
2.8.5.	<i>Forma de constricción basal del fruto</i>	37
2.8.6.	<i>Rugosidad de la superficie del fruto</i>	38
2.8.7.	<i>Grosor de cáscara hasta el nivel del lomo o espesor del caballete</i>	38
2.8.8.	<i>Dureza de la cáscara</i>	39
2.8.9.	<i>Separación de un par de lomos</i>	39
2.8.10.	<i>Profundidad de surco</i>	40
2.8.11.	<i>Forma de semilla en sección longitudinal</i>	41
2.8.12.	<i>Forma de semilla en sección transversal</i>	41
2.8.13.	<i>Color de los cotiledones</i>	42
2.9.	Evaluación de las características agronómicas.....	42
2.9.1.	<i>Longitud del fruto</i>	42
2.9.2.	<i>Diámetro del fruto</i>	42
2.9.3.	<i>Relación larga/ancho del fruto</i>	43
2.9.4.	<i>Peso del fruto</i>	43
2.9.5.	<i>Número de semillas por fruto</i>	43
2.9.6.	<i>Tamaño de la semilla</i>	43
2.9.7.	<i>Peso fresco de la semilla con mucílago por fruto</i>	44
2.9.8.	<i>Peso fresco de la semilla sin mucílago por fruto</i>	44
2.9.9.	<i>Peso seco de la semilla con testa por fruto</i>	44
2.9.10.	<i>Peso seco de la semilla sin testa por fruto</i>	44
2.9.11.	<i>Peso húmedo promedio de la semilla</i>	44
2.9.12.	<i>Peso seco promedio de la semilla</i>	45
2.9.13.	<i>Porcentaje de mucílago</i>	45

2.9.14. Porcentaje de testa	45
2.9.15. Relación peso húmedo/peso seco de la semilla	45
2.9.16. Índice de mazorca.....	45
2.9.17. Rendimiento	46
2.10. Diseño experimental.....	47
2.11. Procesamiento de datos	47
CAPÍTULO III.....	48
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	48
3.1. Características morfológicas del fruto del cacao.....	48
3.2. Características agronómicas del fruto y semilla del cacao	51
3.2.1. Tamaño del fruto del cacao	51
3.2.2. Longitud del fruto	52
3.2.3. Diámetro del fruto	53
3.2.4. Relación de la longitud/diámetro del fruto	54
3.2.5. Peso del fruto.....	55
3.2.6. Número de semillas por fruto	56
3.2.7. Características biométricas de la longitud, diámetro, relación longitud/ diámetro, peso del fruto y número de semillas.....	57
3.3. Características de la semilla	58
3.3.1. Longitud de la semilla	58
3.3.2. Diámetro de la semilla	59
3.3.3. Características biométricas de la longitud y diámetro de la semilla.....	60
3.4. Característica del contenido del mucilago y testa	61
3.4.1. Características del contenido de mucilago y testa del fruto	61
3.4.2. Peso fresco de la semilla con mucilago por fruto	62
3.4.3. Peso fresco de la semilla sin mucilago por fruto	63
3.4.4. Peso seco de la semilla con testa por fruto	64
3.4.5. Peso seco de la semilla sin testa por fruto	65
3.4.6. Peso de semilla con y sin mucilago, testa con y sin cascara por fruto	66
3.5. Porcentaje de mucilago, testa y de desgrane	66
3.5.1. Porcentaje de mucilago por fruto.....	67
3.5.2. Porcentaje de testa por fruto	68
3.5.3. Relación semilla húmeda/semilla seca	69
3.5.4. Índice de mazorca.....	70

3.5.5. <i>Porcentaje de mucilago, testa e índice de mazorca</i>	71
3.5.6. <i>Rendimiento de cacao grano</i>	71
3.5.7. <i>Correlación de las variables</i>	74
CONCLUSIONES	76
RECOMENDACIONES.....	77
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	78
ANEXOS	84

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 2.1. <i>Temperatura máxima, mínima, media, y precipitación correspondiente a la campaña 2023, DRAC – Pichari (Estación Meteorológica Pichari)</i>	29
Tabla 2.2. <i>Operacionalización de variables en estudio.....</i>	32
Tabla 2.3. <i>Intervalos de rendimiento de frutos sanos por árbol por año (Theobroma cacao L.)</i>	46
Tabla 3.1. <i>Características morfológicas del fruto y semilla según descriptores del cacao. Pichari 556 msnm.....</i>	49
Tabla 3.2. <i>Cuadrados medios del análisis de variancia de las características del fruto del cacao. Pichari 556 msnm.....</i>	51
Tabla 3.3. <i>Evaluación descriptiva de las características biométricas de la longitud, diámetro, relación longitud/diámetro, peso del fruto y número de semillas en los tres clones de cacao. Pichari 556 msnm</i>	57
Tabla 3.4. <i>Cuadrados medios del análisis de variancia de las características de longitud y diámetro de la semilla del cacao</i>	58
Tabla 3.5. <i>Evaluación descriptiva de las características biométricas de la longitud y diámetro de la semilla en los tres clones de cacao. Pichari 556 msnm</i>	60
Tabla 3.6. <i>Cuadrados medios del análisis de variancia de las características del contenido de mucilago y testa del fruto del cacao. Pichari 556 msnm</i>	61
Tabla 3.7. <i>Evaluación descriptiva de las características del peso de semilla con y sin mucilago, testa con y sin cascara en los tres clones de cacao. Pichari 556 msnm</i>	66
Tabla 3.8. <i>Cuadrados medios del análisis de variancia de las características del porcentaje de mucilago, testa e índice de desgrane</i>	66
Tabla 3.9. <i>Evaluación descriptiva del porcentaje de mucilago, testa e índice de mazorca en los tres clones de cacao. Pichari 556 msnm</i>	71
Tabla 3.10. <i>Análisis de variancia del rendimiento de cacao grano en los tres clones de cacao. Pichari 556 msnm.....</i>	71

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 2.1. <i>Ubicación política del Lugar de evaluación - Puerto Mayo</i>	28
Figura 2.2. <i>Información meteorológica de temperaturas y precipitaciones de 2023..</i>	30
Figura 2.3. <i>Croquis de distribución de parcela (unidad experimental)</i>	34
Figura 2.4. <i>Descripción del color de fruto inmaduro y maduro del cacao (Theobroma cacao L.)</i>	35
Figura 2.5. <i>Descripción de la forma del fruto de cacao (Theobroma cacao L.)</i>	36
Figura 2.6. <i>Descripción de la forma de ápice del fruto de cacao (Theobroma cacao L.)</i>	37
Figura 2.7. <i>Descripción de la forma de constricción basal del fruto de cacao (Theobroma cacao L.)</i>	37
Figura 2.8. <i>Detalle de la forma de constricción basal del fruto de cacao (Theobroma cacao L.)</i>	38
Figura 2.9. <i>Descripción de la rugosidad de la superficie del fruto de cacao (Theobroma cacao L.)</i>	38
Figura 2.10. <i>Detalle del grosor de cáscara hasta el nivel del lomo o espesor del caballete del fruto de cacao (Theobroma cacao L.)</i>	39
Figura 2.11. <i>Descripción de la separación de un par de lomos del fruto de cacao (Theobroma cacao L.)</i>	40
Figura 2.12. <i>Descripción de la profundidad del surco del fruto de cacao (Theobroma cacao L.)</i>	40
Figura 2.13. <i>Descripción de forma de la sección longitudinal de la semilla de cacao (Theobroma cacao L.)</i>	41
Figura 2.14. <i>Descripción de la forma del corte de la sección transversal de la semilla de cacao (Theobroma cacao L.)</i>	41
Figura 2.15. <i>Detalle de la longitud y diámetro del fruto de cacao (Theobroma cacao L.)</i>	43
Figura 3.1. <i>Prueba de contraste de Duncan del promedio de la longitud de fruto en los tres clones de cacao. Pichari 556 msnm</i>	52
Figura 3.2. <i>Prueba de contraste de Duncan del promedio del diámetro del fruto en los tres clones de cacao. Pichari 556 msnm</i>	53

Figura 3.3. <i>Prueba de contraste de Duncan del promedio de la relación de la longitud sobre el diámetro del fruto en los tres clones de cacao. Pichari 556 msnm</i>	54
Figura 3.4. <i>Prueba de contraste de Duncan del promedio del peso de fruto en los tres clones de cacao. Pichari 556 msnm</i>	55
Figura 3.5. <i>Prueba de contraste de Duncan del número de semillas por fruto en los tres clones de cacao. Pichari 556 msnm</i>	56
Figura 3.6. <i>Prueba de contraste de Duncan de la longitud de la semilla en los tres clones de cacao. Pichari 556 msnm.</i>	58
Figura 3.7. <i>Prueba de contraste de Duncan del diámetro de la semilla en los tres clones de cacao. Pichari 556 msnm.....</i>	59
Figura 3.8. <i>Prueba de contraste de Duncan del peso fresco de la semilla con mucilago por fruto en los tres clones de cacao. Pichari 556 msnm.....</i>	62
Figura 3.9. <i>Prueba de contraste de Duncan del peso fresco de la semilla sin mucilago por fruto en los tres clones de cacao. Pichari 556 msnm.....</i>	63
Figura 3.10. <i>Prueba de contraste de Duncan del peso seco de la semilla con testa por fruto en los tres clones de cacao. Pichari 556 msnm.....</i>	64
Figura 3.11. <i>Prueba de contraste de Duncan del peso seco de la semilla sin testa por fruto en los tres clones de cacao. Pichari 556 msnm.....</i>	65
Figura 3.12. <i>Prueba de contraste de Duncan del porcentaje de mucilago por fruto en los tres clones de cacao. Pichari 556 msnm.....</i>	67
Figura 3.13. <i>Prueba de contraste de Duncan del porcentaje de testa por fruto en los tres clones de cacao. Pichari 556 msnm.....</i>	68
Figura 3.14. <i>Prueba de contraste de Duncan de la relación semilla húmeda / semilla seca en los tres clones de cacao. Pichari 556 msnm.....</i>	69
Figura 3.15. <i>Prueba de contraste de Duncan del índice de mazorca en los tres clones de cacao. Pichari 556 msnm.....</i>	70
Figura 3.16. <i>Prueba de contraste de Duncan del rendimiento de grano en los tres clones de cacao. Pichari 556 msnm.....</i>	72

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Panel fotográfico	85
Anexo 2. Registro de datos de campo y análisis estadístico con el software Infostat ...	92
Anexo 3. Tablas de evaluación realizada en campo y laboratorio.....	98

RESUMEN

La investigación se desarrolló en el Centro Poblado de Puerto Mayo, distrito de Pichari a 556 msnm, Cusco; con el objetivo de: a) Evaluar las características morfológicas del fruto y semilla de tres clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) del VRAE. b) Describir las características agronómicas del fruto y semilla relacionadas con el rendimiento de fruto del cacao de tres clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) del VRAE. Para lo cual se identificó tres clones de cacao (Villa Vista, CCN-51 y VRAE 15). Los resultados encontrados fueron: las características morfológicas del fruto, los clones Villa Vista y CCN-51, tienen características similares, respecto a la dureza de la cáscara dura, separación de un par de lomos del fruto intermedio, color de los cotiledones de la semilla morado. Asimismo, los clones Villa Vista y VRAE 15, forma del ápice del fruto atenuada, rugosidad de la superficie del fruto intermedia, dureza de la cáscara dura, forma de semilla en sección longitudinal irregular, color de los cotiledones de la semilla morado. CCN-51 y VRAE 15 color del fruto inmaduro rojo, forma de fruto oblonga, forma de constricción basal del fruto intermedio, grosor de cascara hasta el nivel del lomo intermedio, dureza de la cáscara dura, profundidad del surco hasta el nivel del lomo del fruto fuerte, forma de semilla en sección transversal intermedio, color de los cotiledones de la semilla morado. En las características agronómicas, los clones CCN-51 y VRAE 15, tienen mejores cualidades respecto a los caracteres longitud, diámetro y peso de fruto, seguido por Villa Vista. Asimismo, los clones Villa Vista, CCN-51, tiene mayor número de semillas con 46.36 y 46.33 semillas por fruto. Y el clon CCN-51, tiene mejores atributos en peso de semilla con testa y sin testa, tamaño de semilla en función del peso seco de la semilla, índice de mazorca y rendimiento, seguido por los clones Villa Vista y VRAE 15. El rendimiento muestra, al clon CCN-51 como el de mayor rendimiento estadísticamente superior a los otros clones con un valor de 1 001 kg ha⁻¹ de grano.

Palabra clave: *Theobroma cacao*, características morfo-agronómicas, cultivar, clon.

ABSTRACT

The research was developed in the Puerto Mayo Population Center, Pichari district at 556 meters above sea level, Cusco; with the objectives of: a) Evaluate the morphological characteristics of the fruit and seed of three cocoa clones (*Theobroma cacao* L.) from the VRAE. b) Describe the agronomic characteristics of the fruit and seed related to the fruit yield of cocoa from three cocoa clones (*Theobroma cacao* L.) from the VRAE. For which three cocoa clones were identified (Villa Vista, CCN-51 and VRAE 15). The results found were: the morphological characteristics of the fruit, the clones Villa Vista and CCN-51, have similar characteristics, with respect to the hardness of the hard shell, separation of a pair of ridges from the intermediate fruit, purple color of the cotyledons of the seed. Likewise, the clones Villa Vista and VRAE 15, attenuated fruit apex shape, intermediate fruit surface roughness, hard shell hard, irregular seed shape in longitudinal section, purple seed cotyledon color. CCN-51 and VRAE 15 immature fruit color red, oblong fruit shape, intermediate basal constriction shape of the fruit, intermediate shell thickness to the ridge level, hard shell hardness, strong groove depth to the level of the fruit ridge, intermediate seed shape in cross section, purple seed cotyledon color. In the agronomic characteristics, clones CCN-51 and VRAE 15 have better qualities regarding the characters length, diameter and weight of fruit, followed by Villa Vista. Likewise, the clones Villa Vista, CCN-51, have a higher number of seeds with 46.36 and 46.33 seeds per fruit. And the CCN-51 clone has better attributes in seed weight with and without testa, seed size based on the dry weight of the seed, cob index and yield, followed by the Villa Vista and VRAE 15 clones. The yield shows the CCN-51 clone as the one with the highest yield, statistically superior to the other clones with a value of 1 001 kg ha⁻¹ of grain.

Keyword: *Theobroma cacao*, morpho-agronomic characteristics, cultivar, clone.

INTRODUCCIÓN

El cacao es una planta originaria de América, aunque su origen preciso sigue siendo tema de debate. No obstante, la evidencia indica que fue transportado desde las regiones tropicales de Centroamérica a partes de Sudamérica por poblaciones indígenas nómadas migrantes, que utilizaban sus semillas como alimento. (Rivera, 2023, p. 14)

Perú se destaca como uno de los principales centros de origen del cacao, con el 60% de las variedades de cacao del mundo. La producción nacional de cacao se concentra principalmente en siete de sus dieciséis regiones: San Martín, Cusco, Junín, Ayacucho, Ucayali, Huánuco y Amazonas. En conjunto, estas regiones representan un impresionante 96% de la producción total de cacao del país. (Macavilca, 2023, p. 17)

El *Theobroma cacao*. L, “es una planta originaria de la cuenca del alto amazona, límite fronterizo de Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia y Brasil, región en donde se encuentra la mayor variación de la especie” (Motamayor, 2002, como se citó en Guevara y Salazar, 2015, p. 1).

La producción mundial de cacao supera los 4 millones de TM de granos y cinco países (Costa de Marfil, Ghana, Indonesia, Nigeria y Camerún) concentran el 84 % de la producción mundial. El continente africano es responsable del 73 % de la producción y del 64 % de la superficie sembrada; los países de América contribuyen con el 17 % de producción mundial y el 17 % del área sembrada; Asia y Oceanía aportan el 10 % de la producción y el 19 % de la superficie sembrada. (Arévalo et al 2017, p. 4)

“En el Perú se cultiva el cacao aproximadamente en 63,000 hectáreas que producen cerca de 35,000 toneladas anuales de grano de cacao, de los cuales 11,000 toneladas son procedentes del VRAEM, de una superficie cultivada de 20,000 hectáreas” (M &O Consulting S.A.C., 2008, como se citó en Prado, 2019, p. 14). “Sus poblaciones

ostentan una amplia diversidad genética (entre y dentro de ellas), tanto al estado silvestre como cultivado” (García, 2010, p. 7). “Allí podemos encontrar poblaciones dispersas de cacao silvestre, cacao cultivado y especies afines al género *Theobroma*. A pesar de ello, este valioso pool genético se ve amenazado día a día por una irremediable erosión genética de consecuencias impredecibles” (García, 2008, p. 1). Frente a esta creciente degradación genética, existe la necesidad de tener información científica, respecto a los atributos morfo-agronómico del fruto y semilla de los cultivares de cacao de la localidad de Pichari, con la finalidad de identificar los parámetros productivos que poseen cada cultivar. Bajo estas condiciones se planteó los siguientes objetivos:

Objetivo general

Determinar las características morfo-agronómicas del fruto y semilla de tres clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) bajo condiciones de Pichari, Cusco, 2023

Objetivos específicos

1. Evaluar las características morfológicas del fruto y semilla de tres clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) del VRAE.
2. Describir las características agronómicas del fruto y semilla relacionadas con el rendimiento de fruto del cacao de tres clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) del VRAE.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes

Justo (2019) indica que caracterizaron seis clones de cacao de la Colección Mendis Paredes en Castillo Grande, con el objetivo de: “caracterizar mediante descriptores morfoagronómicos y determinar el grado de similitud entre seis clones de la Colección Mendis Paredes”. El tipo de investigación fue aplicado y el nivel de investigación fue descriptiva y comparativa. Para el análisis de datos se usaron estadísticos de tendencia central y de dispersión. Según el dendrograma a 0,75 de similitud se concluyó con dos grupos: I (CMP 15, CMP 81 y CMP 99) y el II (CMP 6, CMP 102 y CMP 91) de acuerdo a su afinidad fenética. Dentro de la investigación citada se relaciona el protocolo de caracterización morfológica y agronómica, como también se evaluó el clon CMP 15.

Prado (2019), realizó la “caracterización agronómica y morfológica de fruto y semilla de cuatro clones promisorios de cacao (*Theobroma cacao* L.), en la localidad de Kimbiri, Cusco”, con el objetivo de:

conocer las características agronómicas y morfológicas del fruto y semilla de cuatro clones promisorios de cacao (*Theobroma cacao*), bajo las condiciones de la localidad del Valle Río Apurímac y Ene – VRAE. Según las características morfológicas del fruto, los clones VRAE 15 y VRAE 52, tienen características similares, en la constricción basal del fruto tipo intermedia, forma de ápice de fruto tipo atenuado, rugosidad del fruto, profundidad del surco y separación de un par de lomos tipo ligero; los clones VRAE 15 y VRAE 81, tienen afinidad en la constricción basal del fruto tipo intermedia, forma de fruto abobado, de color anaranjado y cáscara suave; los clones VRAE 52 y VRAE 99, tienen características similares, respecto a la forma de fruto tipo oblonga de color amarillo y cáscara dura. Y los clones VRAE 52 y VRAE 81, se asemejan sólo en

la constricción basal de tipo intermedia. Según las características morfológicas de la semilla, los clones VRAE 15, VRAE 81 y VRAE 99, tienen características similares, en la forma de la semilla en sección transversal de tipo intermedio; los clones VRAE 15 y VRAE 52, tienen color de cotiledón violeta; los clones VRAE 52 y VRAE 99, presentan forma de la semilla en sección longitudinal tipo oblonga. Y los clones VRAE 81 y VRAE 99, se asemejan en la forma de la semilla en sección transversal tipo intermedio y color de cotiledón morado. Según las características agronómicas, los clones VRAE 52 y VRAE 99, tienen mejores cualidades respecto a los caracteres longitud, diámetro y peso de fruto, seguido por VRAE 15. Los clones VRAE 52, VRAE 99 y VRAE 15, tiene mayor número de semillas. Y el clon VRAE 52, tiene mejores atributos en peso de semilla con testa y sin testa, tamaño de semilla en función del peso seco de la semilla, índice de mazorca y rendimiento, seguido por los clones VRAE 15 y VRAE 99. (p. 56)

López y Ortiz (2018), efectuaron la “caracterización morfo agronómica del cacao (*Theobroma cacao* L.) y su incidencia en la selección de germoplasma promisorio en áreas de presencia natural en el Salvador”, obteniendo como:

resultados de esta investigación, se cuenta con 21 clones con atributos sobresalientes, los mayores porcentajes de grasa lo obtuvieron los árboles: UES-PDP-19, con 56.4%; UES-SPN-7 con 50.67% y UES-SPN-8 con 50.29%; y los mayores porcentajes de proteína se identificaron para los árboles, UES-SLT-16, con 27.38%; UES-TNG-18, con 23.36%; y UES-SAL-3 con 21.31%; además al ejecutar el análisis multivariado en los 21 árboles de cacao se encontraron ocho grupos los cuales muestran homogeneidad y heterogeneidad y diferencias entre ellos, se observan grupos donde se encontraron árboles con características más relevantes como peso, longitud de fruto y peso de la semilla en los árbol UES-SPN-7, UES-SPN-8, UES-SPN-9; y el árbol UES-JCP-21, donde los descriptores que más influyeron fueron peso de fruto, diámetro de semilla y principalmente la grasa, por tanto es importantes hacer programas de producción y mejoramiento genético para la preservación de estos materiales, con características deseables. (p. 4)

Guevara y Salazar (2015), efectuaron la “caracterización morfológica del fruto y la semilla de 9 clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) realizado en el Centro de Desarrollo

Tecnológico del INTA El Recreo, El Rama, RAAS, en el año 2014-2015”, con el objetivo de:

generar información descriptiva en el cultivo de cacao (*Thebroma cacao* L.) mediante la caracterización morfológica del fruto y semilla de 9 clones, en el Centro de Desarrollo Tecnológico del INTA El Recreo, Rama. Los resultados obtenidos expresan que los clones UF-12, UF-650 y GS-36 son los que muestran los mejores rendimientos productivos. Las variables a medir fueron 12 descriptores en el fruto y 11 descriptores en la semilla subdivididos en descriptores morfológicos y agronómicos de productividad. (p. 41)

Martínez (2007), en la “caracterización morfológica y molecular del Cacao Nacional Boliviano y de selecciones élites del Alto Beni, Bolivia, Analizó:

la diversidad morfológica y genética del Cacao Nacional Boliviano (CNB), tanto en su forma silvestre como cultivada. En total, se evaluaron 164 genotipos de CNB con distintos grados de domesticación (57 silvestres y 107 cultivados), además de 61 selecciones élites provenientes de fincas de productores de la cooperativa El Ceibo, en Bolivia. Se registraron in situ 13 características de frutos y semillas, y se aplicaron análisis univariados (ANOVA) y multivariados (análisis de componentes principales, análisis de conglomerados y discriminante canónica) para identificar las variables más útiles para distinguir entre grupos y regiones de recolección. También se analizó la calidad de 12 muestras de cacao de genotipos tanto silvestres como cultivados. Para el análisis molecular se utilizaron 14 genotipos, y se exploraron las relaciones entre características morfológicas y genéticas mediante una prueba de consenso. Se encontró que la variabilidad genética del cacao silvestre es baja. Entre sus características destacadas están: semillas de mayor diámetro y longitud, formas de fruto tipo cundeamor y angoleta, ápice obtuso, ausencia de constricción basal en el 49 % de los casos, mesocarpo con rugosidad intermedia en el 63 % de los casos y semillas de color 100 % púrpura. En cambio, el cacao cultivado mostró una variabilidad genética media, siendo el diámetro de semilla y la longitud de la mazorca las variables más discriminantes. El análisis con marcadores microsatélites reveló que el CNB silvestre se agrupa de manera diferente al cacao Forastero y Trinitario. Todos los marcadores utilizados resultaron ser 100 % polimórficos, destacando los loci CIR1, CIR24, CIR7 y CIR18 como los más informativos. En cuanto a calidad, el

cacao proveniente de tres sitios mostró perfiles favorables, y dos de las muestras presentaron características similares al cacao Nacional del Ecuador. Las selecciones élites de Alto Beni, presentaron diferencias significativas entre ellas, las características típicas fueron: forma de mazorca angoleta, forma del ápice puntiaguda, constricción basal escasa, rugosidad del mesocarpo áspera, el color de mazorca amarillo 78% y color de semilla púrpura 98,4 %. Se concluye que el cacao boliviano silvestre es diferente de los complejos genéticos conocidos. Se recomienda comparar con cacaos silvestres de la región de Itenes y río Mamore en Bolivia y con genotipos de Cacao Nacional de Ecuador, conservar este material para futuros trabajos de investigación y estudios de tolerancia a enfermedades. (p. 12)

Deras-Guardado et al. (s.f.), realizaron la “caracterización morfoagronómica in situ de cacao criollo (*Theobroma cacao* L.) en lugares de prevalencia natural y su incidencia en la selección de germoplasma promisorio, con el objetivo de:

identificar árboles de cacao criollo con alto potencial genético. Se analizaron atributos cualitativos y cuantitativos de cada árbol y de sus segmentos: hojas, flores, frutos, y semillas. Para la caracterización se utilizaron descriptores morfoagronómicos propuestos por la Cocoa Research Centre at the University of West Indies (Trinidad y Tobago), el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) y el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). La interpretación de datos se hizo a través de estadística simple y análisis multivariado utilizando el programa IBM SPSS® Statistics Software V.23. El análisis de componentes principales generó 11 conglomerados que reunieron características de 27 árboles. Se encontraron 10 árboles de cacao con características del tipo “criollo de aroma fino”, con frutos con formas angoleta y cundeamor, el 100% de semillas de color blanco y contenidos de grasa menores al 50%. También sobresalieron cuatro árboles con contenidos mayores al 50% de grasa en las semillas, estas características encontradas demuestran que dichos árboles deberían incluirse en programas de producción, alimentación humana y mejoramiento genético. Finalmente se elaboró un catálogo de los árboles caracterizados con semillas de almendra blanca y los clones denominados Santa Clara. (p. 42)

Alarcón (2009), realizó la “caracterización morfológica de selecciones elite, locales e introducidas de cacao (*Theobroma cacao* L.). Valle del Rio Apurímac y Ene – VRAE, abordando a la siguiente conclusión:

el análisis de conglomerados obtenida de la matriz de similitud, permitió agrupar los 12 clones elites de cacao en 06 grupos de acuerdo a su grado de aproximación. El análisis de componentes principales, obtenidas de las variables originales, determino que los tres primeros componentes representan la mayor variancia explicada haciendo un valor global de 65%. Según el Análisis de Varianza (ANVA) a las variables cuantitativas más importantes, obteniéndose diferencias en cada una de las características. (p. 93)

1.2. Bases teóricas

1.2.1. Cultivo del cacao (*Theobroma cacao* L.)

Las especies de *Theobroma* pertenecen a la familia Malvaceae, específicamente a la subfamilia Sterculioideae, y constan de 22 especies clasificadas en seis secciones. La cuenca amazónica alberga la mayor concentración de especies de *Theobroma*, incluyendo *Theobroma cacao*, que se extiende hasta el sur de México. (Macavilca, 2023, p. 4)

“El cacao pertenece al orden Malvales, familia Esterculiaceae, género *Theobroma*, especie cacao. Es altamente alógama, con una polinización cruzada por encima del 95%. La mayoría de esta polinización la realiza una población entomológica bastante especializada de tamaño muy pequeño”. (Enríquez, 1985, p. 19)

Desde la opinión del Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI, 2016), el cacao es un cultivo propio de las zonas tropicales y es:

comercialmente cultivada entre 15° al norte y 15° al sur de la línea ecuatorial. Sin embargo, se puede encontrar hasta las latitudes subtropicales entre 23° 26' (límite del Trópico de Cáncer) al norte y 23° 26' (límite del Trópico de Capricornio) al sur de la línea ecuatorial. El rango de temperatura promedio anual va de 23° a 30° C, siendo el óptimo de 25° C. Se cultiva desde el nivel del mar hasta los 1 200 msnm, siendo el óptimo de 500 a 800 msnm. Asimismo, necesita humedad relativa anual promedio de entre el 70% y 80%. (p.11)

Tomando en cuenta lo que señala De la Mota (2008, como se citó en Sánchez, 2017), el cultivo de cacao es:

una especie nativa de los bosques tropicales húmedos de América del Sur que crece en climas cálidos. El fruto es una baya o mazorca ovoidea, grande y aguda hacia el ápice, de unos 25 a 30 cm de largo y de 10 a 15 cm de grosor, con un pedúnculo recio y recto, epicarpio grueso, sub leñoso; las semillas son ovoides y pardas cuando están secas; la almendra mide unos dos centímetros de largo y poseen sabor muy amargo. (p.14)

a. Origen del cacao

Desde la posición de Enríquez (1985) el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.), es una planta, cuyo origen es:

americano. Debido al sistema de vida nómada que siempre llevaron los primeros habitantes de este continente, es prácticamente imposible decir a ciencia cierta cuál fue el lugar de origen. De acuerdo con los estudios de Pound, Cheesman y otros, el cacao es originario de América del Sur, en el área del alto Amazonas, que comprende los países como Colombia, Ecuador, Perú y Brasil. Es en este último lugar donde se ha encontrado la mayor variabilidad de la especie. Ciertamente, el centro de origen ha dado una enorme cantidad de material resistente a diferentes enfermedades y plagas y entre este material se ha encontrado los mejores padres, con varias características deseables del cultivo. Quizá el centro más importante en este aspecto es Mesoamérica, que fue el lugar en donde los españoles lo encontraron cultivado. Otra área importante es la cuenca del río Orinoco, donde también se han encontrado tipos genéticos muy valiosos. (p.7)

Del mismo modo, respecto al origen del cacao, García (2000, como se citó en García, 2008), señaló que:

el centro primario de diversidad del cacao se encuentra en la región nororiental de Perú (Krug & Quarter-Papafio, 1964); sin embargo, la existencia de una gran diversidad de poblaciones silvestres y nativas dispersos en la región central y sur de la Amazonía alta, apoyaría la hipótesis de que el centro de origen no solo estaría confinado a dicha región, sino que además incluiría la región centro y suroriental del Perú en las cuencas de los ríos Huallaga, Ucayali y Urubamba. (p. 6)

b. Distribución del cacao

Según la Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAO, 2012, como se citó en Jorge, 2018), a nivel del mundo, los países más importantes en la producción de cacao son: “Costa de Marfil, Ghana, Indonesia, Nigeria, Brasil, Camerún, Ecuador, Togo y Malasia, los que concentran en 93% de la producción mundial, el Perú ocupó el décimo tercer lugar en volumen de producción en el mundo con una participación del 0.63%” (p.13). A nivel de la “cuenca amazónica, se distribuye en Bolivia, Brasil, Colombia, Venezuela, Surinam y Guyana. En la selva peruana se cultiva en los Departamentos de Loreto, San Martín, Ucayali, Huánuco, Junín, Pasco, Madre de Dios, Cuzco y Ayacucho”. (Secretaría Pro Tempore del TCA & Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana [IIAP], 1997, p. 44)

1.2.2. Clasificación taxonómica del cacao

Según León (1968, como se citó en Gamboa, 2015) el género *Theobroma*, está conformado aproximadamente por unas 30 especies y bajo la siguiente clasificación taxonómica:

Reino	: Vegetal
División	: Fanerógamas
Clase	: Angiospermas
Subclase	: Dicotiledónea
Orden	: Malvales
Familia	: Sterculiácea
Tribu	: Bitneriana
Género	: <i>Theobroma</i>
Sección	: <i>Eutheobroma</i>
Especie	: Cacao
Nombre científico	: <i>Theobroma cacao</i> L.
Nombre común	: Cacao (Colombia, Perú, Venezuela); cacau, cacau verdadeiro (Brasil); cocoa, chocolate-trece (inglés). (p.3)

1.2.3. Características botánicas del cacao

Según García (2008) el cacao “es una especie diploide ($2n = 20$ cromosomas), de tamaño entre 8 a 20 m de altura y de ciclo vegetativo perenne. El árbol crece y se

desarrolla bajo sombra en los bosques tropicales húmedos de América del sur” (p. 4).
Presenta las siguientes características morfológicas:

a. Raíces

Presenta “raíz principal pivotante y puede alcanzar de 1.5 a 2.0 m. de profundidad. Las raíces laterales mayormente se encuentran en los primeros 30 cm. del suelo alrededor del árbol pudiendo alcanzar de 5 a 6 m de longitud horizontal”. (Benito, 1991, como se citó en García, 2008, p. 4)

b. Tallo

Respecto a las características morfológicas del tallo del cacao, Benito (1991, como se citó en García, 2008) menciona que:

el tallo en su primera fase de crecimiento es ortotrópico (vertical), que perdura por 12 a 15 meses. Luego, este tipo del crecimiento se interrumpe para dar lugar a la aparición de 4 a 5 ramitas secundarias denominada “horqueta”, que crecerán de forma plagiotrópica (horizontal). Debajo de la horqueta aparecen con frecuencia brotes ortotrópicos verticales, denominados “chupones” que dan lugar a nuevas horquetas y este evento puede repetirse por 3 a 4 veces consecutivas en el tiempo. (p. 4)

c. Hojas

Respecto a las características morfológicas de la hoja del cacao, Benito (1991, como se citó en García, 2008) menciona que tiene:

Hojas enteras, de 15 a 50 cm de longitud y de 5 a 20 cm de ancho, con ápice acuminado o romo; simétricas en el brote ortotrópico y asimétricas en las ramas plagiotrópicas. La forma del limbo pueden ser: elíptica, ovada o abovada, con peciolo que presentan dos engrosamientos, denominados “pulvínulos”, uno en la inserción con el tallo, y otro en la inserción con el limbo foliar. En las ramas plagiotrópicas, los dos pulvínulos están casi unidos. Los brotes tiernos generalmente presentan pigmentación antociánica, con excepción de árboles mutantes que son completamente despigmentados. (p. 4)

d. Flores

Respecto a las características morfológicas de las flores del cacao, Benito (1991, como se citó en García, 2008) menciona que:

las flores, son hermafroditas, pentámeras (5 sépalos, 5 pétalos, 5 estaminodios, 5 estambres, y 5 lóculos por ovario); completas (todos sus verticilios florales) y perfectas (con androceo y gineceo). Las flores aparecen en el tronco en forma solitaria o en grupos denominados “cojines florales”, con un diámetro que oscila entre 1 a 1.5 cm de longitud. Los sépalos son de prefloración valvar con o sin pigmentación antocianica y los pétalos de prefloración imbricada, presentando una base cóncava seguido de un puente delgado y en el extremo superior amplio con ápice redondeado denominado “lígula”. Los 5 estambres están bifurcados en el ápice y cada bifurcación posee una antera biteca. Los 5 estaminodios son infértiles y actúan como órganos de atracción de insectos y de protección del gineceo El ovario es súpero, pentacarpelar y pentalocular. Cada lóculo contiene dos series de óvulos anátropos de placentación axial pudiéndose encontrar en promedio 30 a 60 óvulos por ovario. (p. 4)

e. Frutos

Respecto a las características morfológicas del fruto del cacao, Benito (1991, como se citó en García, 2008) menciona que:

los frutos son bayas, con tamaños que oscilan de 10 a 42 cm, de forma variable (oblonga, elíptica, ovada, abovada, esférica y oblata); de superficie lisa o rugosa, y de color rojo o verde al estado inmaduro, según los genotipos. El ápice puede ser agudo, obtuso, atenuado, redondeado, apezonado o dentado; la cáscara gruesa o delgada, y los surcos superficiales o profundos. El epicarpio y el endocarpio son carnosos estando separados por un mesocarpio fino y leñoso. (p. 4)

f. Semilla

Respecto a las características morfológicas de la semilla del cacao, Benito (1991, como se citó en García, 2008) menciona que:

las semillas o almendras varían de 1.2 a 3 cm de longitud, cubiertas con un mucílago o pulpa de color blanco cremoso, de distintos sabores y aromas (floral, frutal, nueces), y grados de acidez, dulzura y astringencia. Al interior están los

cotiledones que pueden ser de color morado, violeta, rosado o blanco, según el genotipo. (p. 6)

1.2.4. Grupos genéticos del cacao

Según el MINAGRI (2016) “el género *Theobroma*, agrupa un total de 24 especies botánicas. El *Theobroma Cacao* L. es cultivado únicamente para producir Chocolate. Desde el punto de vista botánico o genético, la especie *Theobroma cacao* L., se clasifica en criollo, forastero y trinitario”. (p. 12)

a. Cacao criollo

Desde la posición del MINAGRI (2016), el cultivar de cacao criollo es originario de:

América Central precolombina. Es la primera variedad conocida en Europa, fue introducida por los primeros colonizadores. Actualmente se cultiva en México, Guatemala y Nicaragua en pequeñas cantidades; así como en Venezuela, Colombia, Perú, islas del Caribe, Trinidad, Jamaica e isla de Granada. Fuera de nuestro continente, se señalan cultivos en Madagascar, Java e islas Comores. (p. 13)

Respecto a las características morfológicas y productivas del cultivar cacao criollo, el MINAGRI (2016), manifiesta que son:

árboles débiles, de lento crecimiento, bajo rendimiento y más susceptibles a las enfermedades y plagas que otras variedades. Sin embargo, su fruto se caracteriza por ser dulce y producir un chocolate de menor amargor y de mejor calidad. Su sabor es delicado, suave y complejo, y su aroma es intenso, lo hacen un tipo de cacao exclusivo y demandado en los mercados más exigentes del mundo.

El cacao criollo solo representa entre el 5% al 8% de la producción mundial, en la medida que su cultivo es muy difícil, propenso a plagas: esta situación ha influido en la limitada propagación e incluso disminución de sus áreas de cultivo. (p. 13)

b. Cacao forastero

Del mismo modo, el MINAGRI (2016) manifiesta que el cultivar cacao forastero tiene origen en:

Alta Amazonía, es el de mayor producción en los países de África y Asia. Por ser resistente y poco aromático es principalmente usado para mezclar y dar cuerpo al

chocolate. Introducido por los europeos en los territorios colonizados cuando la demanda de chocolate aumentó considerablemente a principios del siglo XX.

El cacao forastero es considerado como el cacao ordinario nativo de Brasil, Perú, Bolivia y Colombia. Se cultiva principalmente en: Perú, Ecuador, Colombia, Brasil Guayanas y Venezuela. Se ha expandido hacia el África Occidental (Costa de Marfil, Ghana, Camerún y Santo Tomé) y, posteriormente, hacia el sudeste asiático. Estas dos últimas regiones actualmente representan entre el 80% al 85% de toda la producción mundial. En base a la cata, este tipo de cacao es fuerte y amargo, ligeramente ácido; con mucho tanino y astringencia. Tiene una gran potencia aromática, pero sin finura ni diversidad de sabores. Sin embargo, tienen un excelente rendimiento, cosecha precoz, árbol vigoroso y resistente a las enfermedades. (p.14)

c. Cacao trinitario

Según el convenio internacional de Cacao (ICCO, 2010, como se citó en MINAGRI, 2016), el cultivar cacao trinitario es un:

híbrido entre el criollo y el forastero, originario de la isla Trinidad nunca se ha encontrado en estado silvestre. Se diseminó en América Latina y El Caribe y fue introducido en África alrededor del 1850. Es más aromático que el Forastero y más resistente que el Criollo. Representa entre el 10% al 15% de la producción mundial.

Entre las variedades híbridas se pueden clasificar un promedio de 50 tipos entre las que sobresalen las variedades Guayaquil, Ceilán, Patastillo, Lagarto, Blanco Marfil, Uranga, Porcelana, Matina, Pajarito, Sánchez, entre otras. Una variedad importante es el cacao CCN-51, un cacao convencional obtenido en Naranjal, provincia de Guayas en Ecuador, en el año 1965, por el agrónomo Homero Castro Zurita. Su denominación CCN alude a Colección Castro Naranjal y su numeración como 51 al número de cruces realizados para obtener la variedad deseada. Este cacao ha adquirido gran popularidad entre los agricultores por tener características de alta productividad por hectárea. Es auto compatible al no necesitar de polinización cruzada para su fructificación; de cultivo precoz al iniciar su producción a los dos años de edad; resistente a plagas y enfermedades; fácilmente adaptable a diversas zonas tropicales; y poseer un alto porcentaje de grasa (54%) haciéndolo muy cotizado por la industria. Por el lado contrario, no cuenta con las

características del cacao fino de aroma (CFdA) al tener un sabor ácido y astringente. (pp. 14-15)

“En el Perú se ha introducido la variedad productiva CCN-51, buscando una mayor rentabilidad económica en el marco de programas de apoyo a la sustitución de cultivos de la hoja de coca” (MINAGRI, 2016, p. 16).

1.2.5. Importancia del cacao

Arvelo (2017), respecto a la importancia del cultivo de cacao, señala que es una actividad que:

tiene impactos importantes en los principales países productores ya que representa el modo de vida de más de 150,000 agricultores y genera alrededor de 1,500,000 empleos directos en las etapas de producción, procesamiento y comercialización. La producción de cacao en América abarca una superficie mayor a 1,700, 000 hectáreas y genera flujos comerciales superiores a los 900 millones de dólares de exportaciones anuales. Con base a estos elementos se identifica al cacao como una cadena prioritaria dentro del quehacer de la cooperación técnica del IICA.

El continente africano es responsable del 73 % de la producción y del 64 % de la superficie sembrada de cacao; los países de América contribuyen con el 17 % de producción mundial y el 17 % del área sembrada de cacao; Asia y Oceanía aportan el 10 % de la producción y el 19 % de la superficie sembrada.

Durante los últimos años, en América Latina y el Caribe el cultivo de cacao se ha difundido a nivel comercial en al menos 23 países, con una producción combinada superior a las 675,000 TM y alrededor de 1,700,000 ha, donde Brasil, Ecuador, República Dominicana, Perú, Colombia y México representan los mayores productores, concentrando más del 90 % de la producción y de la superficie sembrada del continente. El crecimiento del rubro en los últimos 50 años ha sido poco dinámico en comparación con lo experimentado a nivel mundial, especialmente en África.

Sin embargo, entre los años 2006 y 2016 la producción de cacao en América se ha duplicado, básicamente por la expansión de producción en Ecuador, Perú, República Dominicana y Colombia, tendencia contraria a lo que ocurre a nivel mundial. (pp. XIX, 4, 6,7)

En relación a la importancia del cultivo de cacao a nivel de nuestro país, Cayetano et al. (2021), señala que:

el Perú es uno de los principales lugares originarios del cacao y posee el 60 % de las variedades de cacao del mundo. Las principales zonas de producción de cacao se concentran en siete de los 16 departamentos del país dedicados a este cultivo: San Martín, Junín, Cusco, Ucayali, Huánuco, Ayacucho y Amazonas, y representan el 96 % del total de la producción nacional. Asimismo, la región de Piura se viene posicionando como productor de cacao de calidad en la variedad de cacao blanco, característico por su aroma, sabor y baja acidez.

En el año 2020, la producción de cacao fue de 153 mil toneladas en una superficie cosechada de 146,8 mil hectáreas. Es importante destacar que, el Perú es el segundo país productor de cacao orgánico y según la Organización Internacional del Cacao (ICCO) el Perú es el tercer país latinoamericano productor y exportador del cacao fino y de aroma, después de Ecuador y Brasil. (p. 6)

1.2.6. Requerimientos edafoclimáticos del cacao

Respecto a los requerimientos edáficos y climáticos del cultivo de cacao, Paredes (2004) manifiesta que:

el crecimiento, desarrollo y la buena producción del cacao están estrechamente relacionados con las condiciones medioambientales de la zona donde se cultiva. Es por ello que los factores climáticos influyen en la producción de la plantación; por lo tanto, las condiciones térmicas y de humedad deben ser satisfactorias para el cultivo por ser una planta perenne y que su periodo vegetativo como: la época de floración, brotamiento y cosecha está regulado por el clima, cuya relación del transcurso climático y el periodo vegetativo nos permite establecer los calendarios agroclimáticos.

La práctica del cultivo bajo sombra influye significativamente en el microclima de la plantación, principalmente en la radiación solar, viento y la humedad relativa, sin dejar de lado los factores del suelo, como la nutrición mineral, incidencia de plagas y enfermedades que influyen en el crecimiento y desarrollo que se debe considerar en forma integral. Las interacciones que existen entre la planta y el medio ambiente son difíciles de entender para mejorar el medio en que crece el cacao. Como un cultivo de trópico húmedo, el cacao es comercialmente

cultivado entre las latitudes 15° N. y 15° S. del Ecuador. Excepcionalmente se encuentran en las latitudes sub tropicales a 23° y 25°S.

Cuando se define un clima apropiado para el cultivo de cacao generalmente se hace referencia a la temperatura y la precipitación (lluvia), considerados como los factores críticos del crecimiento. Así mismo, el viento, la radiación solar y la humedad relativa afectan muchos procesos fisiológicos de la planta. (p. 9)

a. Suelo

En relación a las características del suelo que se requiere para el cultivo del cacao, Paredes (2004) manifiesta que:

el crecimiento y la buena producción del cultivo de cacao no solo dependen de la existencia de las buenas condiciones físicas y químicas en los primeros 30 cm. de profundidad del suelo, donde se encuentra el mayor porcentaje de raíces fisiológicamente activas encargadas de la absorción de agua y nutrientes; sino también de las buenas condiciones físicas y químicas de los horizontes o capas inferiores del suelo que permitan una buena fijación de la planta y un crecimiento sin restricciones de la raíz principal que puede alcanzar hasta los 1.5 metros de profundidad si las condiciones del suelo lo permiten. Los suelos más apropiados para el cacao son los aluviales, los francos y los profundos con subsuelo permeable. Los suelos arenosos son poco recomendables porque no permite la retención de humedad mínima que satisfaga la necesidad de agua de la planta.

Los suelos de color negruzco son generalmente los mejores puesto que están menos lixiviados. Otra característica es que debe poseer un subsuelo de fácil penetración por parte de la raíz pivotante y una adecuada profundidad.

La profundidad del suelo es uno de los factores que determina la cantidad de agua susceptible de ser almacenada en el suelo y puesta a disposición de las plantas. En regiones donde las precipitaciones superan los 3,000 mm. la profundidad efectiva a considerar es de 1.00 m., que asegura la fijación estable de la planta y al mismo tiempo un suministro adecuado de agua a las raíces. Sin embargo, en regiones con épocas secas prolongadas es conveniente considerar un límite mínimo de profundidad en 1.50 m. para que de esta manera se pueda aumentar el suministro de agua a las raíces. (pp. 11-12)

b. Precipitación

Respecto a los requerimientos hídricos que tiene el cultivo del cacao, Paredes (2004) manifiesta que:

el cacao es una planta que necesita un adecuado suministro de agua para efectuar sus procesos metabólicos. En términos generales, la lluvia es el factor climático que más variaciones presenta durante el año. Su distribución varía notablemente de una a otra región y es el factor que determina las diferencias en el manejo del cultivo. La precipitación óptima para el cacao es de 1,600 a 2,500 mm. distribuidos durante todo el año. Precipitaciones que excedan los 2,600 mm. pueden afectar la producción del cultivo de cacao. (p. 9)

c. Temperatura

En relación a la demanda de la temperatura para el cultivo del cacao, Paredes (2004) manifiesta que:

la temperatura es un factor de mucha importancia debido a su relación con el desarrollo, floración y fructificación del cultivo de cacao. La temperatura media anual debe ser alrededor de los 25°C. El efecto de temperaturas bajas se manifiesta en la velocidad de crecimiento vegetativo, desarrollo de fruto y en grado en la intensidad de floración (menor intensidad). Así mismo, controla la actividad de las raíces y de los brotes de la planta. La temperatura para el cultivo de cacao debe estar entre los valores siguientes: - Mínima de 23°C - Máxima de 32°C - Óptima de 25°C. Las temperaturas extremas definen los límites de altitud y latitud para el cultivo de cacao. La absorción del agua y de los nutrientes por las raíces de la planta del cacao está regulada por la temperatura. Un aspecto a considerar es que a temperaturas menores de 15°C la actividad de las raíces disminuye. Por su parte altas temperaturas pueden afectar las raíces superficiales de la planta del cacao limitando su capacidad de absorción, por lo que se recomienda proteger el suelo con la hojarasca existente. Del mismo modo, la rápida descomposición de la materia orgánica en el suelo a través de la oxidación y en presencia de la humedad está determinada por la temperatura. (pp. 10-11)

d. Viento

Concerniente al efecto por la presencia del viento en el cultivo del cacao, Paredes (2004) manifiesta que:

es el factor que determina la velocidad de evapotranspiración del agua en la superficie del suelo y de la planta. En las plantaciones expuestas continuamente a vientos fuertes se produce la defoliación o caída prematura de hojas. En plantaciones donde la velocidad del viento es del orden de 4 m/seg., y con muy poca sombra, es frecuente observar defoliaciones fuertes. Comparativamente, en regiones con velocidades de viento del 1 a 2 m/seg. no se observa dicho problema. (p. 11)

e. Altitud

Referente a la influencia por la altitud en el cultivo del cacao, Paredes (2004) expresa que el:

cacao crece mejor en las zonas tropicales cultivándose desde el nivel del mar hasta los 800 metros de altitud. Sin embargo, en latitudes cercanas al ecuador las plantaciones desarrollan normalmente en mayores altitudes que van del orden de los 1,000 a 1,400 msnm. La altitud no es un factor determinante como lo son los factores climáticos y edafológicos en una plantación de cacao. Observándose valores normales de fertilidad, temperatura, humedad, precipitación, viento y energía solar, la altitud constituye un factor secundario. (p. 11)

f. Luminosidad

Concerniente al efecto de la luminosidad en el cultivo del cacao, Paredes (2004) manifiesta que:

la luz es otro de los factores ambientales de importancia para el desarrollo del cacao especialmente para la fotosíntesis, la cual ocurre a baja intensidad aun cuando la planta este a plena exposición solar. En la etapa de establecimiento del cultivo de cacao es recomendable la siembra de otras plantas para hacer sombra, debido a que las plantaciones jóvenes de cacao son afectadas por la acción directa de los rayos solares. Para plantaciones ya establecidas, se considera que una intensidad lumínica menor del 50% del total de luz limita los rendimientos, mientras que una intensidad superior al 50% del total de luz los aumenta. (p. 11)

1.2.7. Manejo agronómico del cacao

a. Preparación del suelo

Respecto a la preparación del suelo en la producción del cultivo de cacao, InfoAgro (s.f.), manifiesta que:

el suelo es el medio fundamental en el desarrollo de cacaotales. Se debe proteger contra los rayos directos del sol ya que éstos degradan rápidamente la capa de humus que puedan contener. Por ello se recomienda un adecuado sombreado y el mantenimiento de la hojarasca, no practicar labores profundas y cortar las malas hierbas lo más bajo posible. La hojarasca y el sombreado ayudan a mantener la humedad necesaria durante los meses de sequía.

El cacao es una planta muy sensible a terrenos encharcados por lo que se recomienda el empleo de drenajes adecuados que impidan el anegamiento. Se recomienda la construcción de canales que recolecten y conduzcan el exceso de agua de lluvia para evitar que ésta elimine la hojarasca y el horizonte húmico del suelo. (p. 1)

b. Eliminación de malas hierbas

En relación al control de las malezas en la producción del cultivo de cacao, InfoAgro (s.f.), manifiesta que:

la eliminación de malas hierbas en cacao se realiza fundamentalmente mediante escarda química. Las plantas que salen del vivero son muy susceptibles al daño de los herbicidas por lo que deben aplicarse con precaución. Los productos más empleados son el diuron, el dalapon y el gesapax.

Cuando se realicen aplicaciones de herbicidas es importante que no entren en contacto con la planta de cacao. Por ello es común el empleo de protectores cilíndricos de plástico que protejan a las plantas.

No existen ensayos que especifiquen el efecto de estos herbicidas sobre los árboles de sombra de los cacaotales, por lo que se recomienda extremar las precauciones y no rociar cerca de los mismos. (p. 1)

c. Poda

Referente a la práctica de la poda en la producción del cultivo de cacao, InfoAgro (s.f.), señala que:

es una técnica que consiste en eliminar todos los chupones y ramas innecesarias, así como las partes enfermas y muertas del árbol. La poda ejerce un efecto directo sobre el crecimiento y producción del cacaotero ya que se limita la altura de los árboles y se disminuye la incidencia de plagas y enfermedades. (p. 1)

c.1. Poda de formación

Concerniente a la aplicación de la poda de formación en la producción del cultivo de cacao, InfoAgro (s.f.), manifiesta que:

se efectúa durante el primer año de edad del árbol, y consiste en dejar un solo tallo y observar la formación de la horqueta o verticilo, el cual debe formarse aproximadamente entre los 10 y 16 meses de edad de la planta, con el objeto de dejar cuatro o más ramas principales o primarias para que formen el armazón y la futura copa del árbol. Estas ramas principales serán la futura madera donde se formará la mayoría de las mazorcas, lo mismo que en el tronco principal.

Cuanto más tierno sea el material podado, mejores resultados se obtienen. En el segundo y tercer año se eligen las ramas secundarias y así sucesivamente, hasta formar la copa del árbol. Se eliminarán las ramas entrecruzadas muy juntas, y las que tienden a dirigirse hacia adentro. (p. 1)

c.2. Poda de mantenimiento

Referente a la aplicación de la poda de mantenimiento en la producción del cultivo de cacao, InfoAgro (s.f.), manifiesta que:

desde los dos o tres años de edad los árboles deben ser sometidos a una poda ligera por medio de la cual se mantenga el árbol en buena forma y se eliminen los chupones y las ramas muertas o mal colocadas. El objetivo de esta poda es conservar el desarrollo y crecimiento adecuado y balanceado de la planta del cacao. (p. 1)

c.3. Poda fitosanitaria

En relación a la aplicación de la poda fitosanitaria en la producción del cultivo de cacao, InfoAgro (s.f.), manifiesta que “se deben eliminar todas las ramas defectuosas, secas, enfermas, desgarradas, torcidas, cruzadas y las débiles que se presenten muy juntas. Debe comprender también la recolección de frutos dañados o enfermos”. (p. 1)

c.4. Poda de rehabilitación

Respecto a la aplicación de la poda de rehabilitación en la producción del cultivo de cacao, InfoAgro (s.f.), manifiesta que:

se realiza en aquellos cacaotales antiguos que son improductivos y consiste en regenerar estos árboles mal formados o viejos con podas parciales, conservando las mejores ramas, o podando el tronco para estimular el crecimiento de chupones, eligiendo el más vigoroso y mejor situado, próximo al suelo, sobre el que se construirá un nuevo árbol. También es posible hacer injertos en los chupones y luego dejar crecer solamente los injertos. (p. 1)

c.5. Poda de sombra

Concerniente a la aplicación de la poda de sombra en la producción del cultivo de cacao, InfoAgro (s.f.), manifiesta que:

se realiza en las especies de sombra para evitar que éstas ramifiquen a baja altura e impidan el desarrollo de las plantas de cacao. Se podan una o dos veces al año para favorecer el manejo del cultivo. Se cortan las ramas bajas y sobrantes de las plantas de sombra permanente. El adecuado control de la sombra es muy importante para la obtención de buenos rendimientos del cacao, por lo que se recomiendan porcentajes de sombreo próximos al 30 %. (p. 1).

d. Riego

En relación a la aplicación del riego en la producción del cultivo de cacao, InfoAgro (s.f.), manifiesta que por:

tratarse de zonas tropicales y con elevada pluviometría el aporte de agua procedente de la lluvia es suficiente para satisfacer las demandas hídricas del cultivo. Como se ha explicado anteriormente, en zonas donde exista exceso de agua es preciso una evacuación adecuada de la misma para evitar el anegamiento del cultivo. En zonas de menor pluviometría se utilizarán los porcentajes de sombreo adecuados para evitar una pérdida excesiva de humedad en el suelo. (p. 2)

e. Fertilización

Respecto a la incorporación de los fertilizantes en la producción del cultivo de cacao, InfoAgro (s.f.), manifiesta que por:

en el trasplante se debe poner abono orgánico o fertilizante en el fondo. Seguidamente a los 3 meses de la siembra es conveniente abonar con un kilogramo de abono orgánico o bioabono. 100 gramos de un fertilizante como 20-10-6-5- alrededor de cada plantita, en un diámetro de 80 cm aproximadamente.

Durante el primer y segundo año las necesidades por planta son de 60 gramos de nitrógeno, 30 g de P₂O₅, 24 g de K₂O y 82 g de SO₄. Del tercer año en adelante, el abonado se debe hacer basándose en un análisis del suelo.

En general se aconseja aplicar los fertilizantes en tres o cuatro aplicaciones, con la finalidad de evitar pérdidas de elementos por evaporación o escurrimiento, facilitándose así a la planta los elementos nutritivos en las épocas más adecuadas para un mejor aprovechamiento. (p. 2)

1.2.8. Características morfo-agronómica del cacao

Según García (2007a, como se citó en García, 2008), “la diversidad genética del cacao comprende el conjunto de poblaciones silvestres, nativo e introducido, con distinto origen genético y grado evolutivo, que ocupan nichos ecológicos específicos y que, teniendo caracteres semejantes y distintivos, se muestran variables o diferentes” (p. 13).

Según señala García (2008), la diversidad genética del cacao cumple un papel muy importante en:

La conservación del germoplasma nativo y mejorado.

La utilización de germoplasma promisorio con fines de propagación clonal.

Como fuente de genes para los programas de mejora genética.

En la mejor comprensión de las relaciones de similitud o disimilitud taxonómica entre las variedades.

La elaboración de mapas genéticos.

La identificación, aislamiento, clonación, secuenciación de genes; modificación genética, etc. (p. 13)

Según el Instituto Internacional para los Recursos Fitogenéticos, hoy Bioersity International (IPGRI, 1996, como se citó en García, 2008), los recursos genéticos vegetales, constituyen:

la materia viviente que puede propagarse sexual o asexualmente; tienen un valor actual o potencial para la alimentación, agricultura o forestería y pueden ser

variedades primitivas (razas locales), variedades obsoletas, variedades modernas; poblaciones en proceso de mejora genética, poblaciones silvestres y especies relacionadas al género *Theobroma*”

En el caso del cacao estos recursos genéticos se conservan en bancos de germoplasma pudiendo ser: (i) colecciones base (CATIE-Costa Rica y CRU Trinidad & Tobago), cuyas instalaciones poseen un elevado número y diversidad de accesiones, o (ii) colecciones activas (v.g. el Banco de germoplasma de cacao-UNAS-Tingo María), con menor número y diversidad de accesiones.

A partir de 1930, cuarenta expediciones de colecta de germoplasma se han realizado en países centros de origen del cacao. En 1937 y después en 1942, el Dr. F.J. Pound realizó 2 expediciones a la Amazonía peruano-ecuatoriana y colectó frutos y varas yemas de árboles de cacao aparentemente inmunes a la "escoba de bruja" causada por el hongo *Crinipellis perniciosus*. Este germoplasma fue llevado a Trinidad & Tobago y una parte se estableció como Jardín clonal en Iquitos y que se denominó "Clones Pound o Perú" Este material genético del grupo Forastero del Alto Amazonas sirvió de base para hacer cruzamientos y selección de clones ICS (Selección del Colegio Imperial), en Trinidad & Tobago.

Posteriormente se han realizado expediciones de colección a la Amazonía colombiana por Chalmers, en 1967; Amazonía brasileña por Barriga, et al. en 1984, Amazonía ecuatoriana por Allen & Lass, en 1983 (Eskes & Lanaud, 2001); Amazonía peruana por Coral, et al., entre 1987-1989 y otras en Venezuela y México. (p. 13)

Respecto a estudio de las características morfológicas y agronómica, Enríquez (1985, como se citó en Guevara y Salazar, 2015) manifiesta que:

la mayoría de plantas cultivadas con importancia económica tienen sus patrones de identificación, caracterización y evaluación. Para llegar a estos protocolos se han realizado estudios de las características en el sentido de conocer la variabilidad de los caracteres dentro y entre plantas. Luego se ha seleccionado aquellas características cualitativas y cuantitativas que han resultado ser útiles para la descripción.

Existen caracteres fácilmente determinables que juntos pueden servir para establecer diferencias genéticas entre individuos, señalando una lista de descriptores tales como: color de la mazorca (madura e inmadura), forma y

rugosidad de la superficie, color, tamaño y forma de la semilla, pigmentación de las partes florales particularmente los filamentos de los estambres, y la pigmentación de la mazorca.

La forma de la mazorca se describe en términos de caracteres separados: proporción, longitud: diámetro, forma de la punta y estrechamiento de la base. Los órganos más importantes para la descripción morfológica son aquellos que están menos influenciados por el ambiente como: la flor y el fruto, le siguen en importancia las hojas, tronco, ramas, raíces y los tejidos celulares que muchas veces son difíciles de identificar.

Las características como el ancho y peso de la mazorca, el peso de la pulpa y la testa, el peso de la semilla sin pulpa ni testa, el peso de la cáscara de la mazorca, así como el largo, ancho e índice de la semilla, son útiles para diferenciar clones de cacao con origen amazónico. Además, se sugiere considerar otras variables para una mejor discriminación, como la pigmentación del pedúnculo, los sépalos y el filamento estaminal, así como el largo de la lígula, y las dimensiones del ovario (largo y ancho), además del rendimiento.

En el proceso de caracterización de clones de cacao, se destacan como rasgos discriminantes: la coloración del filamento estaminal, el número de óvulos por ovario, la cantidad de semillas por mazorca, el peso de la semilla seca, así como el largo, ancho y espesor de la semilla. Pound (1932) fue uno de los primeros en señalar que ciertos rasgos florales y de las semillas pueden utilizarse para caracterizar clones de cacao. Esta afirmación fue respaldada por Ostendorf (1965), quien identificó a los pétalos, el pistilo y el número de óvulos por ovario como las estructuras florales más relevantes para dicha diferenciación.

Ostendorf también concluyó que el número de óvulos por ovario debe ser considerado en la selección de clones, ya que influye directamente en el potencial productivo de semillas, lo cual es clave en los programas de mejoramiento genético del cacao.

Finalmente, al caracterizar una población de cacao nacional, se observó que algunos caracteres coinciden con los considerados más distintivos en cacaos amazónicos, por lo que son válidos para describir a la especie *Theobroma cacao*. Entre estos destacan: la coloración del pedúnculo floral, la intensidad de antocianina en el filamento estaminal, la presencia de antocianina en la parte externa del sépalo, y el peso seco de la semilla.

Un descriptor se define como un atributo fácilmente medible relacionado con la forma, estructura o comportamiento de una accesión. Los descriptores permiten diferenciar fenotipos, son altamente heredables, visibles a simple vista y su expresión es estable en diferentes ambientes (Hidalgo, 2003). Los órganos más importantes para la descripción morfológica son aquellos que están menos influenciados por el ambiente, los más importantes son: la flor y el fruto en importancia decreciente las hojas, tronco, ramas, raíces y los tejidos celulares. (pp. 11-13)

Enríquez (1985, como se citó en Guevara y Salazar, 2015), respecto al tema en estudio, manifiesta que:

varios autores han propuesto listas de descriptores morfológicos para la identificación y evaluación del germoplasma de cacao. Por ejemplo, el IBPGR usa 65 descriptores, mientras Phillips y Enríquez (1988), propusieron una lista de 26 descriptores morfológicos y el CIRAD 24. Los descriptores han sido empleados desde la década de los 40 para caracterizar el germoplasma de las colecciones en diferentes centros de investigación tales como el CATIE, el ICGT, El Recreo y el ICGD entre otros. Pound (1932), señaló que algunas características de la flor y la semilla son de suma importancia en la caracterización de clones de cacao, lo cual es confirmado por Dejean y Ostendorf (1965), quienes propusieron que los pétalos, el pistilo y el número de óvulos por ovario son los mejores descriptores para caracterizar los clones de cacao y propusieron una lista de 11 caracteres para la evaluación de las flores, que fueron usados por Engels (1979). Para la caracterización morfológica el IBPGR (1981), recomienda 35 frutos las características de las almendras; ancho, largo, espesor, peso húmedo sin testa, peso seco sin testa, porcentaje de testa y pulpa, están entre los mejores descriptores para caracterizar una población, usando una muestra de 12 a 20 mazorcas. (p. 13)

1.2.9. Clones de cacao

Según Gamboa (2015) se trata de plantas o grupos de plantas que poseen idéntica composición genética, derivadas de una planta madre seleccionada mediante propagación asexual, ya sea por estacas, acodos o injertos. Las principales características de los clones usados en el presente trabajo son:

a. Clon CCN-51 (Colección Castro Naranjal)

Híbrido forastero desarrollado en Ecuador, caracterizado por presentar un promedio de 57 óvulos por ovario. Los frutos inmaduros exhiben color rojo y forma básica oblonga, con ligera constricción basal, cáscara de grosor intermedio y surcos profundos. Cada fruto contiene alrededor de 44 semillas, con un peso seco de 1.4 g por semilla y un índice de mazorca de 16. Su rendimiento alcanza los 2,760 kg/ha, con un contenido graso del 54%. En cuanto a resistencia fitopatológica, muestra susceptibilidad a la pudrición parda, moderada resistencia a la escoba de bruja y moderada susceptibilidad a la moniliasis. Este clon destaca por su tolerancia a enfermedades radiculares y del tallo, buena habilidad combinatoria y amplia adaptación a diversos ambientes. (Gamboa, 2015, p. 5)

b. Clon VRAE 15 (Valle del Rio Apurímac y Ene)

Se trata de un clon promisorio de tipo forastero, adaptado a suelos húmedos selváticos, cuyas mazorcas presentan color rojo en estado inmaduro y rojo-anaranjado al madurar. Produce semillas medianas (1.3 g) de forma elíptica en sección longitudinal y aplanada en transversal, con frutos grandes de superficie ligeramente rugosa, manteniendo una producción continua durante todo el año. Destaca por su tolerancia a moniliasis, escoba de bruja y pudrición parda, y según estudios en Tingo María, bajo alta densidad de siembra alcanza rendimientos de 3000 kg/ha, siendo además reconocido como cacao de alta aroma. (Gamboa, 2015, p. 8)

c. Clon Villa Vista

Clon de cacao recientemente identificado por agricultores de la comunidad Villa Vista (distrito Unión Asháninka, La Convención, Cusco). Destaca por su alta calidad en subproductos como licor, chocolate y derivados, lo que ha motivado su adopción entre los productores. Presenta ventajas agronómicas clave, como tolerancia a plagas y mayor rentabilidad. Morfológicamente, se distingue por sus mazorcas de color amarillo verdoso y superficie ligeramente lisa, características que lo diferencian de otros cultivares locales. (Zarate, 2024, p. 20)

CAPÍTULO II METODOLOGÍA

2.1. Ubicación del experimento

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el campo de cultivo de cacao de aproximadamente de 8 años de edad en plena producción de la propiedad de la señora Sonia Beatriz Rodríguez Anyosa con 6 hectáreas de plantaciones de cacao, instalado en el centro poblado de Puerto Mayo, cuyas características de la ubicación se detalla a continuación:

Ubicación política

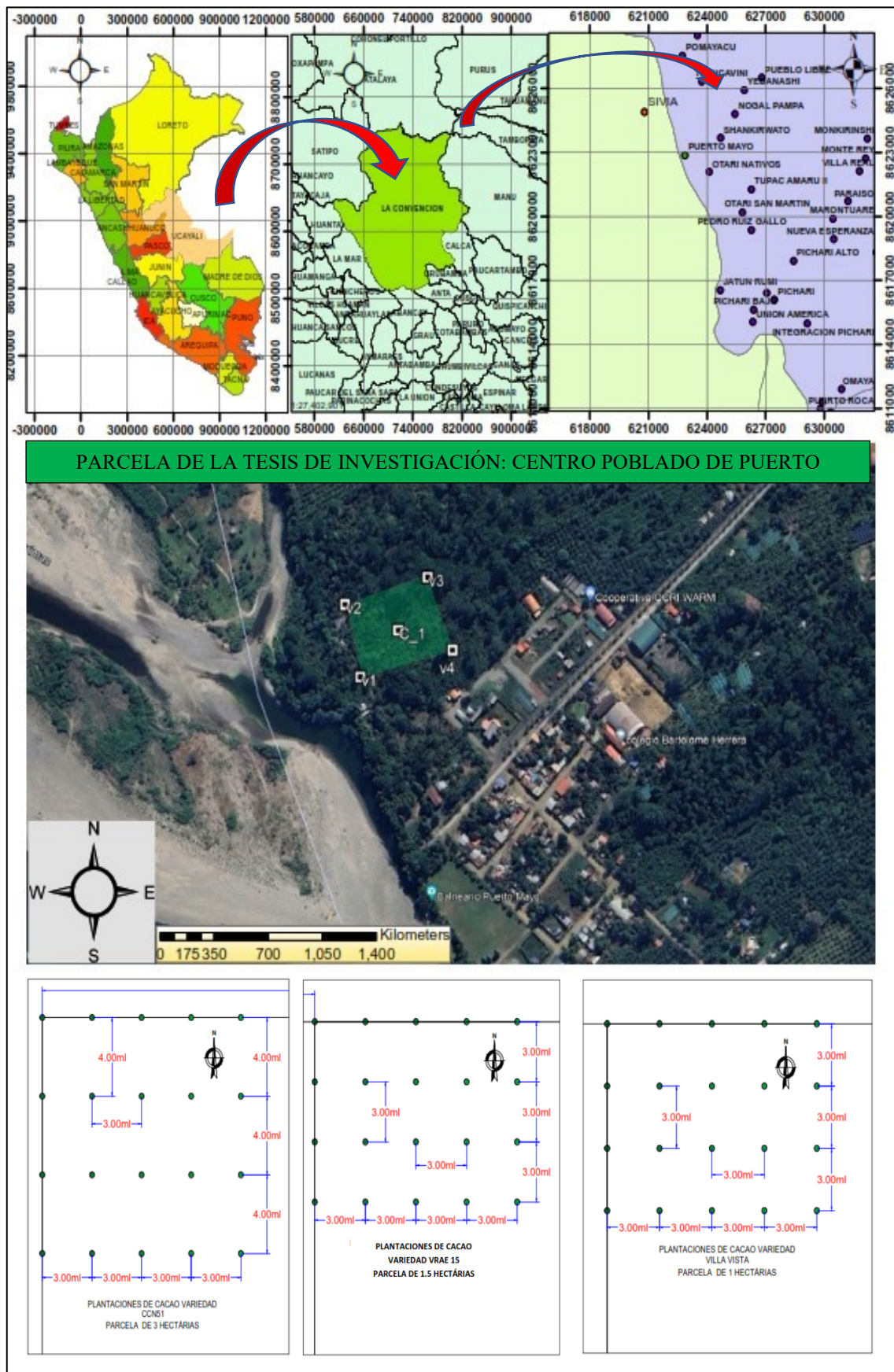
Departamento	: Cusco
Provincia	: Convención
Distrito	: Pichari
Localidad	: Puerto Mayo

Ubicación geográfica

Coordenadas UTM	: 622707.20 m E
Coordenadas UTM	: 8623081.95 m S
Altitud	: 556.00 msnm.

Figura 2.1

Ubicación política del Lugar de evaluación - Puerto Mayo



2.2. Características edáficas del terreno experimental

Las características edáficas del suelo no se tomaron en cuenta debido a que las parcelas de los tres clones encontraban distanciados aproximadamente a 30 m y el ambiente no influye en las características morfológicas, en las evaluaciones agronómicas se seleccionaron plantas de similares características.

2.3. Características climatológicas del lugar experimental

Tabla 2.1

Temperatura máxima, mínima, media, y precipitación correspondiente a la campaña 2023, DRAC – Pichari (Estación Meteorológica Pichari)

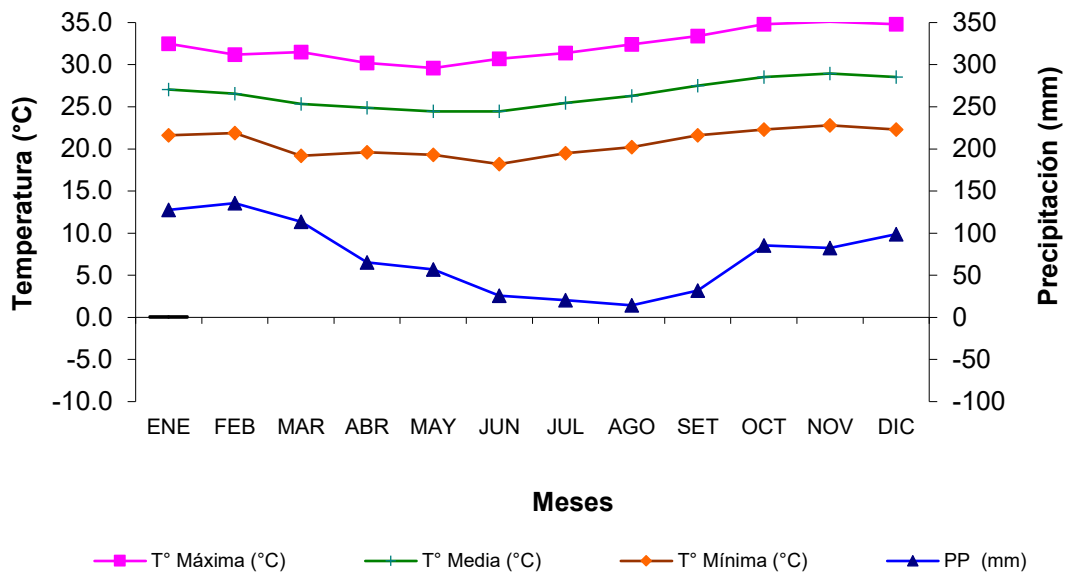
AÑO	2023											
MESES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
T° Máxima (°C)	32.5	31.2	31.5	30.2	29.6	30.7	31.4	32.4	33.4	34.8	35.1	34.8
T° Mínima (°C)	21.6	21.9	19.2	19.6	19.3	18.2	19.5	20.2	21.6	22.3	22.8	22.3
T° Media (°C)	27.1	26.6	25.4	24.9	24.5	24.5	25.5	26.3	27.5	28.6	29.0	28.6
PP (mm)	127.8	135.6	113.6	65.3	56.8	25.6	20.6	14.3	32.0	85.6	82.5	98.7

Los datos climáticos utilizados en el estudio fueron obtenidos del observatorio climatológico DRAC – Pichari (Estación Meteorológica Pichari), correspondientes al año 2023, e incluyen registros de temperatura y precipitación. El ensayo se llevó a cabo en una zona de ceja de selva, ubicada en el distrito de Pichari, provincia de La Convención. Esta región presenta un clima subtropical y tropical, influenciado tanto por la cordillera oriental de los Andes como por la llanura amazónica, lo que contribuye a una alta biodiversidad forestal y a la presencia de cultivos perennes de interés agroindustrial, dotando a la zona de condiciones climáticas particulares.

Durante el periodo experimental, la temperatura máxima promedio fue de 35.1 °C y la mínima promedio de 19.2 °C. La precipitación total anual alcanzó los 858.4 mm, con una humedad relativa elevada, entre 90 % y 95 %. Estas condiciones climáticas son favorables para el cultivo de cacao.

Figura 2.2

Información meteorológica de temperaturas y precipitaciones de 2023



La Figura 2.2 presenta los datos climáticos registrados en la localidad donde se desarrolló el experimento. Se reportó una temperatura máxima promedio de 35.1 °C, una temperatura media de 25.6 °C y una temperatura mínima promedio de 20.2 °C. La precipitación total acumulada fue de 858.4 mm, concentrándose las lluvias más intensas en los meses de diciembre, enero y febrero. En contraste, los meses de menor precipitación fueron mayo, junio, julio y agosto.

A pesar de estas variaciones, la zona del VRAE mantiene una humedad relativa alta, que oscila entre el 95 % y el 98 %. Bajo estas condiciones ombrotérmicas, no se presentan deficiencias hídricas durante el ciclo productivo del cultivo de cacao, lo cual favorece su desarrollo.

2.4. Variables

2.4.1. Variable independiente

a. Clones de cacao

Indicadores:

- Clon 1: CCN-51
- Clon 2: VRAE 15
- Clon 3: Villa Vista

2.4.2. *Variable dependiente*

b. Características morfológicas

Indicadores:

- Color del fruto inmaduro (a los dos meses de edad)
- Color de fruto maduro
- Forma del fruto
- Forma del ápice del fruto
- Rugosidad de la superficie del fruto
- Constricción basal del fruto
- Dureza de la cáscara
- Grosor de cáscara hasta el nivel del lomo
- Separación de un par de lomos del fruto
- Profundidad de surcos hasta el nivel del lomo del fruto
- Forma de semilla en sección longitudinal
- Forma de semilla en sección transversal
- Color de los cotiledones de la semilla

c. Características agronómicas

Indicadores:

- Tamaño del fruto: longitud y diámetro
- Relación largo/ancho del fruto
- Peso del fruto: fresco y seco
- Número de semillas por fruto
- Tamaño de la semilla
- Peso de la semilla por fruto
- Peso húmedo promedio de la semilla
- Peso seco promedio de la semilla
- Porcentaje de mucílago
- Porcentaje de testa
- Relación peso húmedo/peso seco de la semilla
- Índice de mazorca
- Rendimiento

2.5. Operacionalización de variables

Tabla 2.2

Operacionalización de variables en estudio

Variable independiente	Dimensiones	Indicadores
Clones de cacao	1. Tres clones de cacao	Clon 1: CCN-51 Clon 2: VRAE 15 Clon 3: Villa Vista
Variable dependiente	Dimensiones	Indicadores
Características morfo-agronómico	1. Características morfológicas de fruto y semilla	Color del fruto inmaduro (dos meses de edad) Color de fruto maduro Forma del fruto Forma del ápice del fruto Constricción basal del fruto Rugosidad de la superficie del fruto Grosor de cáscara hasta el nivel del lomo Dureza de la cáscara Separación de un par de lomos del fruto Profundidad de surcos hasta el nivel del lomo del fruto Forma de semilla en sección longitudinal Forma de semilla en sección transversal Color de los cotiledones de la semilla
	2. Características agronómicas	Tamaño del fruto: longitud y diámetro Relación lago/ancho del fruto Peso del fruto: fresco y seco Número de semillas por fruto Tamaño de la semilla Peso de la semilla por fruto Peso húmedo promedio de la semilla Peso seco promedio de la semilla Porcentaje de mucílago Porcentaje de testa Relación peso húmedo/peso seco de la semilla Índice de mazorca Rendimiento

2.6. Diseño metodológico

2.6.1. Tipo de investigación

Según grado de abstracción: aplicada, y según el objetivo: descriptivo.

2.6.2. Población y muestra

a. Población

Estuvieron conformada por las parcelas de plantaciones de tres clones de cacao en plena producción, CCN-51, VRAE 15 y Villa Vista, respectivamente, de las cuales se obtuvieron las mazorcas o frutos con fines de evaluación.

b. Muestra

Con fines de evaluación, cada clon en estudio estuvo conformado por cinco (05) plantas de cacao en producción representativas del cultivar en evaluación de las cuales, se obtuvieron cuatro (04) mazorcas o frutos por planta, haciendo un total de 20 muestras por clon. Los resultados encontrados fueron:

c. Unidad de análisis

Estuvieron formadas por las plantas de cacao de cada clon y sus caracteres morfo-agronómicas.

d. Material de cultivo de cacao

El material de cultivo de cacao, estuvo conformado por los tres clones de cacao en plena producción, CCN-51, Villa Vista y VRAE 15, de ocho años de edad, instaladas en las parcelas agrícolas de propiedad de la Señora Sonia Beatriz Rodríguez Anyosa, en el centro poblado de Puerto Mayo, distrito de Pichari.

2.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

2.7.1. Unidad experimental

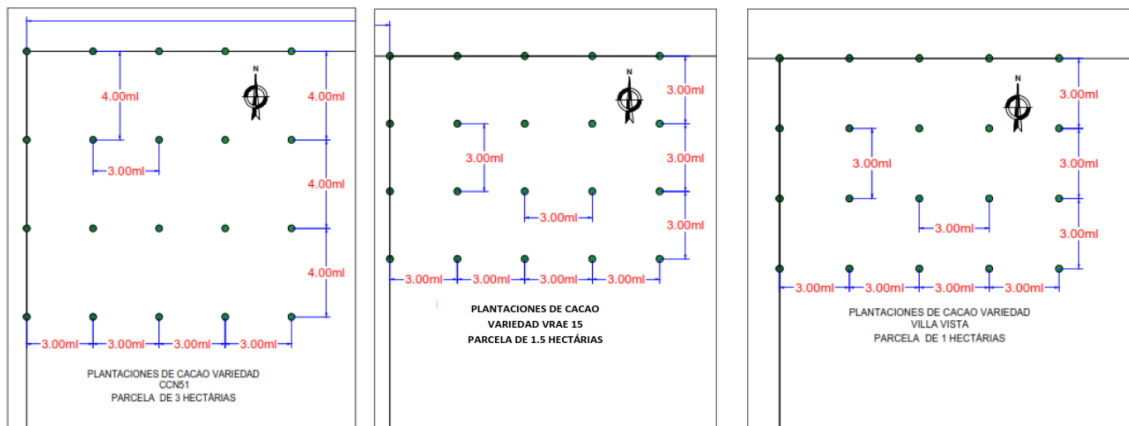
La unidad experimental estuvo conformada por 20 mazorcas o frutos por clon en estudio, obtenidas de cinco plantas en plena producción.

2.7.2. Croquis de distribución de la parcela (unidad experimental)

Croquis de distribución de parcela (unidad experimental)

Figura 2.3

Croquis de distribución de parcela (unidad experimental)



2.7.3. Conducción del experimento

Consistió en la observación, evaluación y registro de las características morfo-agronómicas de los frutos y semilla de los clones de cacao en estudio, según el catálogo de Cultivares de Cacao del Perú (García, 2010), publicado por el Ministerio de Agricultura - MINAG y la Comisión Nacional para el Desarrollo y Vida sin Droga - DEVIDA y el catálogo de clones de cacao seleccionados por el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza – CATIE. (Phillips-Mora, et al., 2012)

2.8. Evaluación de las características morfológicas

La caracterización morfológica se evaluó en base al descriptor estándar de cacao publicado por el Ministerio de Agricultura - MINAG y la Comisión Nacional para el Desarrollo y Vida sin Droga - DEVIDA en el catálogo de cultivares de cacao del Perú en el año 2010 (García, 2010) y catálogo de clones de cacao seleccionados por el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza - CATIE para siembras comerciales, publicado en el año 2012. (Phillips-Mora, et al., 2012)

2.8.1. Color del fruto inmaduro

La descripción del presente parámetro en estudio se evaluó a los dos meses de edad del fruto, en base a 20 mazorcas por clon, tomando en cuenta la escala propuesta por (García, 2010) y figura 2.4

- 1 = verde;
- 2 = verde pigmentado; y
- 3 = rojo

2.8.2. *Color del fruto maduro*

La descripción del presente parámetro en estudio, se evaluó a la madurez de cosecha del fruto, en base a $n = 20$ mazorcas por clon, tomando en cuenta la escala propuesta y figura 2.4. (Phillips-Mora, et al., 2012)

- 1 = amarillo;
- 2 = verde;
- 3 = rojo; y
- 4 = anaranjado

2.8.3. *Forma del fruto*

La descripción del presente parámetro en estudio, se evaluó a la madurez de cosecha del fruto, en base a $n = 20$ mazorcas por clon, tomando en cuenta la escala propuesta y figura 2.5. (García, 2010)

- 1 = oblongo;
- 2 = elíptico;
- 3 = abovado;
- 4 = esférico;
- 5 = oblato; y
- 6 = ovado

Figura 2.4

*Descripción del color de fruto inmaduro y maduro del cacao (*Theobroma cacao* L.)*



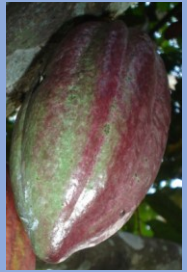
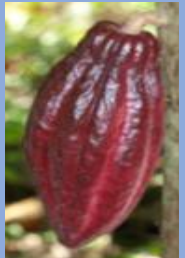

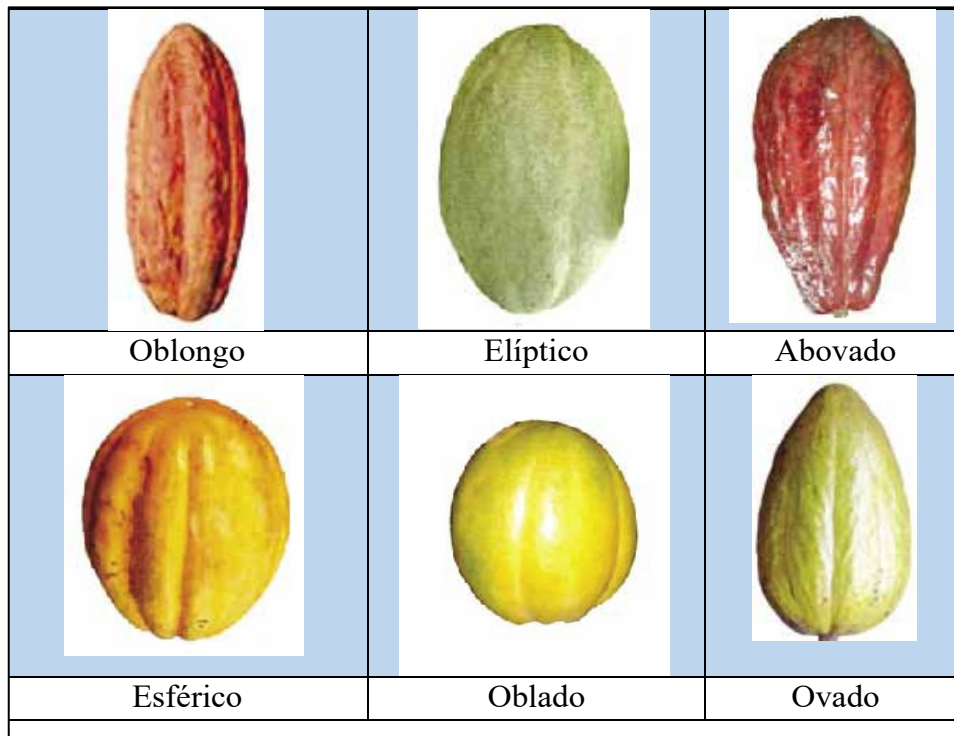
				
Amarillo	Verde	Verde pigmentado	Rojo	Anaranjado

Figura 2.5

Descripción de la forma del fruto de cacao (Theobroma cacao L.)









2.8.4. Forma del ápice del fruto

La descripción del presente parámetro en estudio, se evaluó a la madurez de cosecha del fruto, en base a n = 20 mazorcas por clon, tomando en cuenta la escala propuesta y figura 2.6. (García, 2010)

- 1 = atenuado;
- 2 = agudo;
- 3 = obtuso;
- 4 = esférico;
- 5 = apezonado; y
- 6 = dentado.

Figura 2.6

Descripción de la forma de ápice del fruto de cacao (Theobroma cacao L.)

		
Atenuado	Agudo	Obtuso
		
Esférico	Apezonado	Dentado

2.8.5. Forma de constricción basal del fruto

La descripción del presente parámetro en estudio, se evaluó a la madurez de cosecha del fruto, en base a 20 mazorcas por clon, tomando en cuenta la escala propuesta y figura 2.7. (García, 2010)

0 = ausente

3 = ligero

5 = intermedio

7 = fuerte

Figura 2.7

Descripción de la forma de constricción basal del fruto de cacao (Theobroma cacao L.)





			
Ausente	Ligero	Intermedio	Fuerte

Figura 2.8

Detalle de la forma de constricción basal del fruto de cacao (Theobroma cacao L.)







2.8.6. Rugosidad de la superficie del fruto

La descripción del presente parámetro en estudio, se evaluó a la madurez de cosecha del fruto, en base a 20 mazorcas por clon, tomando en cuenta la escala propuesta y figura 2.9. (García, 2010)

- 0 = ausente (liso)
- 3 = ligero (suave)
- 5 = intermedio
- 7 = fuerte (áspero)

Figura 2.9

Descripción de la rugosidad de la superficie del fruto de cacao (Theobroma cacao L.)

			
Ausente (liso)	Ligero (suave)	Intermedio	Fuerte (áspero)

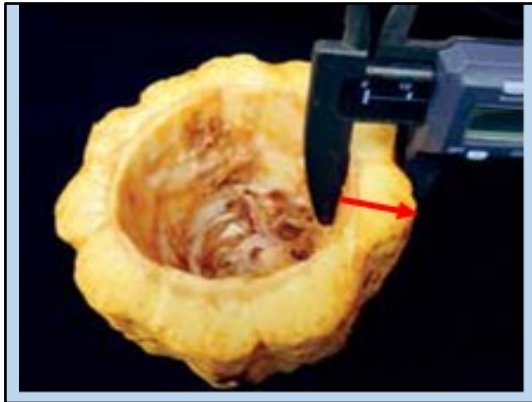
2.8.7. Grosor de cáscara hasta el nivel del lomo o espesor del caballete

La descripción del presente parámetro en estudio, se evaluó a la madurez de cosecha del fruto, en base a 20 mazorcas por clon, tomando en cuenta la escala propuesta y figura 2.10. (García, 2010)

- 3 = delgada (< 1.2 cm);
- 5 = intermedia (1.2 - 1.6 cm); y
- 7 = gruesa (> 1.6 cm).

Figura 2.10

Detalle del grosor de cáscara hasta el nivel del lomo o espesor del caballete del fruto de cacao (Theobroma cacao L.)



2.8.8. Dureza de la cáscara

La descripción del presente parámetro en estudio, se evaluó a la madurez de cosecha del fruto, en base a 20 mazorcas por clon, tomando en cuenta la escala propuesta. (Phillips-Mora, et al., 2012)

- 3 = suave
- 5 = intermedia
- 7 = dura





2.8.9. Separación de un par de lomos

La descripción del presente parámetro en estudio, se evaluó a la madurez de cosecha del fruto, en base a 20 mazorcas por clon, tomando en cuenta la escala propuesta y figura 2.11. (García, 2010)

- 0 = ninguna (fusionado)
- 1 = ligera
- 3 = intermedio
- 5 = amplia (equistante)

Figura 2.11

Descripción de la separación de un par de lomos del fruto de cacao (Theobroma cacao L.)

			
Ninguna (Fusionado)	Ligera	Intermedio	Amplia (Equistante)

2.8.10. Profundidad de surco

La descripción del presente parámetro en estudio, se evaluó a la madurez de cosecha del fruto, en base a n = 20 mazorcas por clon, tomando en cuenta la escala propuesta y figura 2.12. (García, 2010)

0 = ausente





1 = ligero

3 = intermedio

5 = fuerte

Figura 2.12

Descripción de la profundidad del surco del fruto de cacao (Theobroma cacao L.)

			
Ausente	Ligero	Intermedio	Fuerte

2.8.11. Forma de semilla en sección longitudinal

La descripción de las características del presente parámetro en estudio, se evaluó a la madurez de cosecha del fruto, en base a 30 semillas por clon, tomando en cuenta la escala propuesta y figura 2.13. (García, 2010)

1 = oblonga

3 = elíptica

5 = ovada

7 = irregular

Figura 2.13

Descripción de forma de la sección longitudinal de la semilla de cacao (Theobroma cacao L.)



2.8.12. Forma de semilla en sección transversal

La descripción de las características del presente parámetro en estudio, se evaluó a la madurez de cosecha del fruto, en base a 30 semillas por clon, tomando en cuenta la escala propuesta y figura 2.14. (García, 2010)

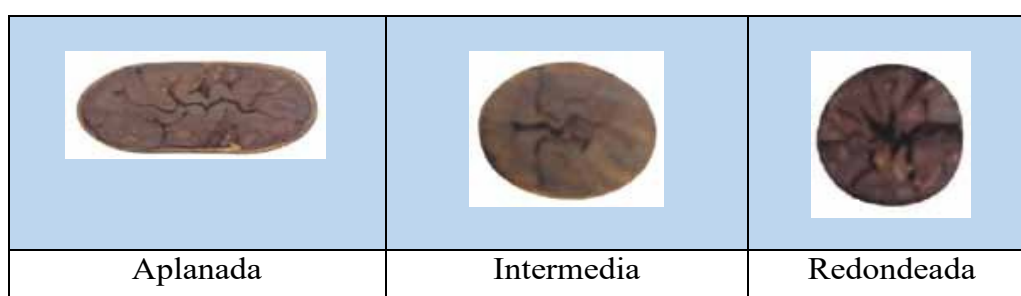
1 = aplanada

3 = intermedia

5 = redondeada

Figura 2.14

Descripción de la forma del corte de la sección transversal de la semilla de cacao (Theobroma cacao L.)



2.8.13. Color de los cotiledones

La descripción de las características del presente parámetro en estudio, se evaluó a la madurez de cosecha del fruto, en base a $n = 30$ semillas por clon, tomando en cuenta la escala propuesta. (García, 2010)

1 = blanco

3 = rosado

5 = violeta

7 = morado

7 = moteado (manchado)

2.9. Evaluación de las características agronómicas

La caracterización agronómica se evaluó en base al descriptor estándar de cacao publicado por el Ministerio de Agricultura - MINAG y la Comisión Nacional para el Desarrollo y Vida sin Droga - DEVIDA en el catálogo de cultivares de cacao del Perú en el año 2010 (García, 2010) y catálogo de clones de cacao seleccionados por el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza - CATIE para siembras comerciales, publicado en el año 2012. (Phillips-Mora, et al., 2012)

2.9.1. Longitud del fruto

La descripción del presente parámetro en estudio, se evaluó a la madurez de cosecha del fruto, en base a $n = 20$ mazorcas por clon, tomando en cuenta la escala propuesta adaptada de Soria y Enríquez (1985). (García, 2010)

Muy pequeño : (< 10 cm);

Pequeño : (10 - 14 cm);

Intermedio : (15 - 19 cm);

Grande : (20 - 24 cm)

Muy grande : (> 24 cm)

2.9.2. Diámetro del fruto

La determinación del presente parámetro en estudio, se evaluó a la madurez de cosecha del fruto, en base a $n = 20$ mazorcas por clon, tomando la medida del diámetro en la zona ecuatorial del fruto, cuyo resultado será expresado en cm. (Phillips-Mora, et al., 2012)

Figura 2.15

*Detalle de la longitud y diámetro del fruto de cacao (*Theobroma cacao* L.)*



2.9.3. Relación larga/ancho del fruto

La determinación del presente parámetro en estudio, se evaluó a la madurez de cosecha del fruto, en base a 20 mazorcas por clon, tomando en cuenta el resultado de las medidas de la longitud entre el ancho del fruto (Phillips-Mora, et al., 2012).

2.9.4. Peso del fruto

La determinación del presente parámetro en estudio, se evaluó a la madurez de cosecha del fruto, en base a $n = 20$ mazorcas por clon, tomando la medida del peso por fruto, cuyo resultado será expresado en gramo (g). (Phillips-Mora, et al., 2012)

2.9.5. Número de semillas por fruto

La determinación del presente parámetro en estudio, se evaluó a la madurez de cosecha del fruto, en base a 20 mazorcas por clon, tomando en cuenta el número de semillas por fruto. (García, 2010)

2.9.6. Tamaño de la semilla

La descripción del presente parámetro en estudio, se evaluó a la madurez de cosecha del fruto, en base a 30 semillas por clon, en función de su peso seco y tomando en cuenta la escala adaptada de Soria y Enríquez (1985). (García, 2010)

Muy pequeña : (< 0.8 g)

Pequeña : (0.8 - 1.0 g)

Intermedia : (1.1 - 1.4 g)

Grande : (1.5 - 1.8 g)

Muy grande : (> 1.8 g)

2.9.7. Peso fresco de la semilla con mucílago por fruto

La determinación del presente parámetro en estudio, se evaluó a la madurez de cosecha del fruto, en base a 20 mazorcas por clon, obteniendo el peso de la muestra fresca (semilla + mucílagos) por fruto, cuyo resultado fue expresado en gramo (g). (Phillips-Mora, et al., 2012)

2.9.8. Peso fresco de la semilla sin mucílago por fruto

La determinación del presente parámetro en estudio, se evaluó a la madurez de cosecha del fruto, en base a n = 20 mazorcas por clon, obteniendo el peso de la muestra fresca (semilla sin mucílagos) por fruto, cuyo resultado será expresado en gramo (g). (Phillips-Mora, et al., 2012)

2.9.9. Peso seco de la semilla con testa por fruto

La determinación del presente parámetro en estudio, se evaluó a la madurez de cosecha del fruto, en base a mazorcas por clon, obteniendo el peso de la muestra (semilla con testa) secadas a la estufa (90°C x 8 horas) por fruto, cuyo resultado será expresado en gramo (g). (Phillips-Mora, et al., 2012)

2.9.10. Peso seco de la semilla sin testa por fruto

La determinación del presente parámetro en estudio, se evaluó a la madurez de cosecha del fruto, en base a 20 mazorcas por clon, obteniendo el peso de la muestra (semilla sin testa) secadas a la estufa (90°C x 8 horas) por fruto, cuyo resultado será expresado en gramo (g). (Phillips-Mora, et al., 2012)

2.9.11. Peso húmedo promedio de la semilla

La determinación del presente parámetro en estudio, se evaluó a la madurez de cosecha del fruto, en base a n = 30 semillas húmedas por clon, obteniendo el peso promedio de una semilla, cuyo resultado será expresado en gramo (g). (García, 2010)

2.9.12. *Peso seco promedio de la semilla*

La determinación del presente parámetro en estudio, se evaluó a la madurez de cosecha del fruto, en base a $n = 30$ semillas secadas a la estufa ($90^{\circ}\text{C} \times 8$ horas) por clon, obteniendo el peso promedio de una semilla, cuyo resultado será expresado en gramo (g). (García, 2010)

2.9.13. *Porcentaje de mucílago*

La determinación del presente parámetro en estudio, se evaluó a la madurez de cosecha del fruto, en base a mazorcas por clon, tomando en cuenta la fórmula propuesta, cuyo resultado será expresado en (%).

$$\text{Mucílago (\% peso)} = (M2-M3) \cdot (100 / (M2-M1))$$

Donde:

M1 = Peso en gramos de recipiente

M2 = Peso en gramos del recipiente y semilla más mucílago

M3 = Peso en gramos del recipiente y semilla sin mucílago

2.9.14. *Porcentaje de testa*

La determinación del presente parámetro en estudio, se evaluó a la madurez de cosecha del fruto, en base a 30 semillas por clon, tomando en cuenta la fórmula propuesta, cuyo resultado será expresado en (%).

$$\text{Testa (\% peso)} = (M2-M3) \cdot (100 / (M2-M1))$$

Donde:

M1 = Peso en gramos de recipiente

M2 = Peso en gramos del recipiente y semilla más testa

M3 = Peso en gramos del recipiente y semilla sin testa

2.9.15. *Relación peso húmedo/peso seco de la semilla*

La determinación del presente parámetro en estudio, se evaluó a la madurez de cosecha del fruto, en base a 20 mazorcas por clon, tomando en cuenta el resultado de peso húmedo de la semilla entre el peso seco de la semilla.

2.9.16. *Índice de mazorca*

La determinación del presente parámetro en estudio, se evaluó a la madurez de cosecha del fruto, en base al resultado de número de semillas por fruto de 20 mazorcas y

peso promedio de una semilla de 30 semillas por clon, respectivamente, tomando en cuenta la fórmula propuesta por Wood y Lass (1984). (García, 2010)

$$IM = 1000/NUSE \times PESE$$

Dónde:

NUSE = número de semillas por fruto

PESE = peso seco promedio de una semilla

2.9.17. Rendimiento

La determinación del presente parámetro en estudio, se evaluó a la madurez de cosecha del fruto, en base a 5 plantas en producción por clon, tomando en cuenta la fórmula propuesta, que consistió en dividir la cantidad de frutos cosechados en un periodo de un año entre el índice de fruto. (García, 2010)

$$\text{Rendimiento} = \text{Frutos cosechados} / IM$$

Según García (2010), se presentó rendimientos reales para algunos cultivares, y entre paréntesis, un rango de rendimiento estimado cuando no existe.

Este parámetro se estimó en base a valores promedios de la variación en cada intervalo (bajo y alto), basado en la amplia región de exploración del número de frutos sanos/árbol/año de los cultivares, incluyendo también para el cálculo, el índice de mazorca (IM).

A continuación, se presentó los intervalos (bajo y alto) del número de frutos sanos/árbol/año, los valores promedio de cada intervalo, y un ejemplo:

Tabla 2.3

Intervalos de rendimiento de frutos sanos por árbol por año (Theobroma cacao L.)

Rendimiento	Intervalo (Bajo)	Intervalo (Alto)
N ° frutos sanos/árbol/año:	10 – 20	35 – 55
Promedio (x):	15	45

Ejemplo. Un cultivar con un IM = 15.

Un árbol con 15 frutos cosechados al año, el rendimiento mínimo estimado sería: 1.0 kg x 1,000 árboles/ha (distanciamiento 4 x 2.5 m) = 1,000 kg/ha, El mismo árbol con

45 frutos cosechados al año, el rendimiento máximo estimado sería: 3.0 kg x 1,000 árboles/ha (distanciamiento 4 x 2.5 m) = 3,000 kg/ha. (García, 2010)

2.10. Diseño experimental

En el presente trabajo de investigación, se utilizó el Diseño Completamente Randomizado, además el análisis descriptivo de las variables morfológicas y agronómicas a evaluar. Para el estudio de las características morfológicas y agronómicas de fruto y semilla de los tres clones de cacao, se utilizó el muestreo sistemático seleccionando los clones representativos de cada cultivar se seleccionaron 5 plantas en producción por clon, de cada una se extrajo una submuestra de 4 unidades haciendo un total de 20 mazorcas por clon y 30 semillas, efectuado en dos momentos de producción por año.

2.11. Procesamiento de datos

Los resultados obtenidos fueron procesados en el programa Excel y SPSS, se presentó en gráficos y tablas, según correspondió. Para los parámetros cuantitativos se efectuó el análisis de varianza y su correspondiente prueba de contraste de Duncan. Las otras variables de interés fueron analizadas mediante tablas en forma descriptivas de cada clon.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Características morfológicas del fruto del cacao

La caracterización morfológica mediante descriptores estándares permite discriminar fácil y rápidamente entre fenotipos, dando a conocer las características específicas de cada accesión evaluada. Habitualmente son caracteres altamente heredables, que podrían ser detectados a simple vista ya que se expresan igual en todos los ambientes, es decir son estables. También, pueden incluir un número limitado de caracteres adicionales considerados deseables por consenso de los usuarios de un cultivo en particular. La caracterización aporta el conocimiento general y especificando estrictamente la variedad con una aproximación a su comportamiento en condiciones de cultivo. (Quevedo et al., 2020, p. 15)

Los datos concebidos acordes a los descriptores de cada genotipo estudiado son incluidos en una ficha descriptiva individual para disponer de una información ordenada acerca de estos materiales que componen el espécimen estudiado.

Tabla 3.1*Características morfológicas del fruto y semilla según descriptores del cacao. Pichari 556 msnm*

Características morfológicas	Villa Vista	CCN-51	VRAE 15
Color del fruto inmaduro (dos meses de edad)	verde	rojo	rojo
Color de fruto maduro	amarillo	anaranjado	rojo
Forma del fruto	abobado	oblonga	oblonga
Forma del ápice del fruto	atenuada	apezonada	atenuada
Forma de constricción basal del fruto	fuerte	intermedio	intermedio
Rugosidad de la superficie del fruto	intermedio	fuerte	intermedia
Grosor de cáscara hasta el nivel del lomo	delgada	intermedio	intermedia
Dureza de la cáscara	dura	dura	dura
Separación de un par de lomos del fruto	intermedio	intermedio	amplia
Profundidad de surcos hasta el nivel del lomo del fruto	ligera	fuerte	fuerte
Forma de semilla en sección longitudinal	irregular	elíptica	irregular
Forma de semilla en sección transversal	aplanado	intermedio	intermedia
Color de los cotiledones de la semilla	morado	morado	morado

La tabla 3.1 muestra los resultados de las características morfológicas del fruto de los tres clones promisorios de cacao Villa vista, CCN-51 y VRAE 15; en base a 20 mazorcas de cacao por cada clon. Los caracteres evaluados fueron; color del fruto inmaduro, color de fruto maduro, forma de fruto, forma del ápice del fruto, forma de constricción basal del fruto, rugosidad de la superficie del fruto, grosor de cascara hasta el nivel del lomo, dureza de la cáscara, separación de un par de lomos del fruto, profundidad del surco hasta el nivel del lomo del fruto, forma de semilla en sección longitudinal, forma de semilla en sección transversal, color de los cotiledones de la semilla, utilizando los parámetros de evaluación establecida en el catálogo de cultivares de cacao del Perú.

Efectuado la caracterización morfológica del fruto de los tres clones promisorios de cacao, los datos obtenidos manifestaron homogeneidad en las veinte muestras tomadas para cada clon, encontrando las siguientes características. El fruto del clon Villa vista, ostenta color del fruto inmaduro verde, color de fruto maduro amarillo, forma de fruto abobado, forma del ápice del fruto atenuada, forma de constricción basal del fruto fuerte, rugosidad de la superficie del fruto intermedio, grosor de cascara hasta el nivel del lomo delgada, dureza de la cáscara dura, separación de un par de lomos del fruto intermedio, profundidad del surcos hasta el nivel del lomo del fruto ligero, forma de la semilla en

sección longitudinal irregular, forma de semilla en sección transversal aplanado, color de los cotiledones de la semilla morado. CCN-51, ostenta color del fruto inmaduro rojo, color de fruto maduro anaranjado, forma de fruto oblonga, forma del ápice del fruto apezonada, forma de constricción basal del fruto intermedio, rugosidad de la superficie del fruto fuerte, grosor de cascara hasta el nivel del lomo intermedio, dureza de la cáscara dura, separación de un par de lomos del fruto intermedio, profundidad del surcos hasta el nivel del lomo del fruto fuerte, forma de semilla en sección longitudinal elíptica, forma de semilla en sección transversal intermedio, color de los cotiledones de la semilla morado. VRAE 15, ostenta color del fruto inmaduro rojo, color de fruto maduro rojo, forma de fruto oblonga, forma del ápice del fruto atenuada, forma de constricción basal del fruto intermedio, rugosidad de la superficie del fruto intermedia, grosor de cascara hasta el nivel del lomo intermedio, dureza de la cáscara dura, separación de un par de lomos del fruto amplia, profundidad del surcos hasta el nivel del lomo del fruto fuerte, forma de semilla en sección longitudinal irregular, forma de semilla en sección transversal intermedio, color de los cotiledones de la semilla morado.

Los resultados manifiestan que los distintos clones de cacao en estudio, tienen distintas formas y colores de fruto, cuyas peculiaridades dependen de las características genéticas de los clones. Sin embargo, los clones promisorios Villa Vista y CCN-51, tienen características similares, respecto a la dureza de la cáscara dura, separación de un par de lomos del fruto intermedio, color de los cotiledones de la semilla morado. Asimismo, los clones Villa Vista y VRAE 15, forma del ápice del fruto atenuada, rugosidad de la superficie del fruto intermedia, dureza de la cáscara dura, forma de semilla en sección longitudinal irregular, color de los cotiledones de la semilla morado. CCN-51 y VRAE 15 color del fruto inmaduro rojo, forma de fruto oblonga, forma de constricción basal del fruto intermedio, grosor de cascara hasta el nivel del lomo intermedio, dureza de la cáscara dura, profundidad del surco hasta el nivel del lomo del fruto fuerte, forma de semilla en sección transversal intermedio, color de los cotiledones de la semilla morado.

Los caracteres de rugosidad de fruto, dureza de la cascara, profundidad de surco y separación de un par de lomos, pueden ser de mucha importancia en la ovoposición ataque de la plaga *Carmenita* spp, porque el insecto ovoposita en la epidermis del fruto del cacao, cuyas depresiones del fruto pueden ayudar en hospedar los huevos, hasta que las larvas emerjan e inmediatamente proceden a perforar los frutos.

Parco et al. (2021) reporta de los 16 clones evaluados, 6 eran elípticos y 10 oblongos. Para la forma del ápice agudo (FAF), se encontraron 6 agudos, 1 apezonado, 6 atenuados y 3 obtusos. Para rugosidad de la superficie del fruto se encontró que 1 fruto de los 16 clones presenta una rugosidad fuerte, 8 están se clasifican como intermedios y 7 ligeros. El presente estudio permitió caracterizar ecotipos de acuerdo a los descriptores morfológicos los cuales ayudan en la diferenciación fenotípica de clones de cacao. (p. 34)

En conclusión, el análisis de los resultados obtenidos para cada clon permitió generar información descriptiva sobre las características morfológicas del fruto y la semilla de tres clones promisorios de cacao. Esta información facilita su diferenciación y comparación tanto entre ellos como con otros cultivares de la región de estudio.

3.2. Características agronómicas del fruto y semilla del cacao

3.2.1. Tamaño del fruto del cacao

Tabla 3.2

Cuadrados medios del análisis de variancia de las características del fruto del cacao. Pichari 556 msnm

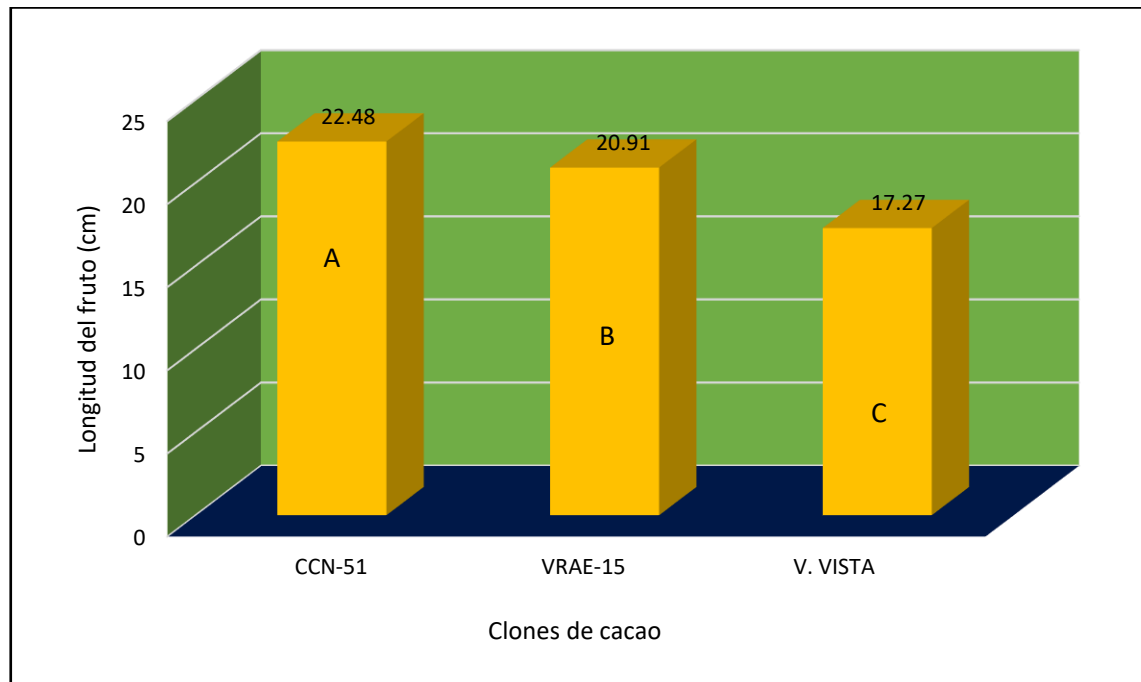
F. Variación	G.L	Cuadrados Medios				
		L. Fruto	D. Fruto	Rela.L/D	Peso Fruto	N ^a de semilla
Clones	2	178.62 **	11.16 **	0.58 **	85081.65 **	171.77 NS
Error	72	2.77	0.18	0.02	3619	59.07
Total	75					
C.V.(%)		8.23	4.91	6.15	8.88	17.15

La tabla 3.2 muestra alta significación estadística para las variables longitud, diámetro, relación Longitud/Diámetro, peso de fruto y número de semillas por fruto. También se puede indicar la buena precisión en la evaluación de los datos obtenidos en estas cinco variables. No se encontró diferencia estadística en el número de semillas por fruto, los datos obtenidos muestran una regular precisión debido a la gran variación en esta variable.

3.2.2. Longitud del fruto

Figura 3.1

Prueba de contraste de Duncan del promedio de la longitud de fruto en los tres clones de cacao. Pichari 556 msnm



La figura 3.1 bajo la prueba de Duncan de la longitud de fruto, el clon CCN-51 se muestra con diferencia estadística superior a los demás clones con un valor de 22.48 cm.

Según Parco et al., (2021) reportó para el caso de longitud de mazorcas el clon ICS-6 alcanzó 34.3 cm y el clon ICS-95 alcanzó 21 cm. (p. 36)

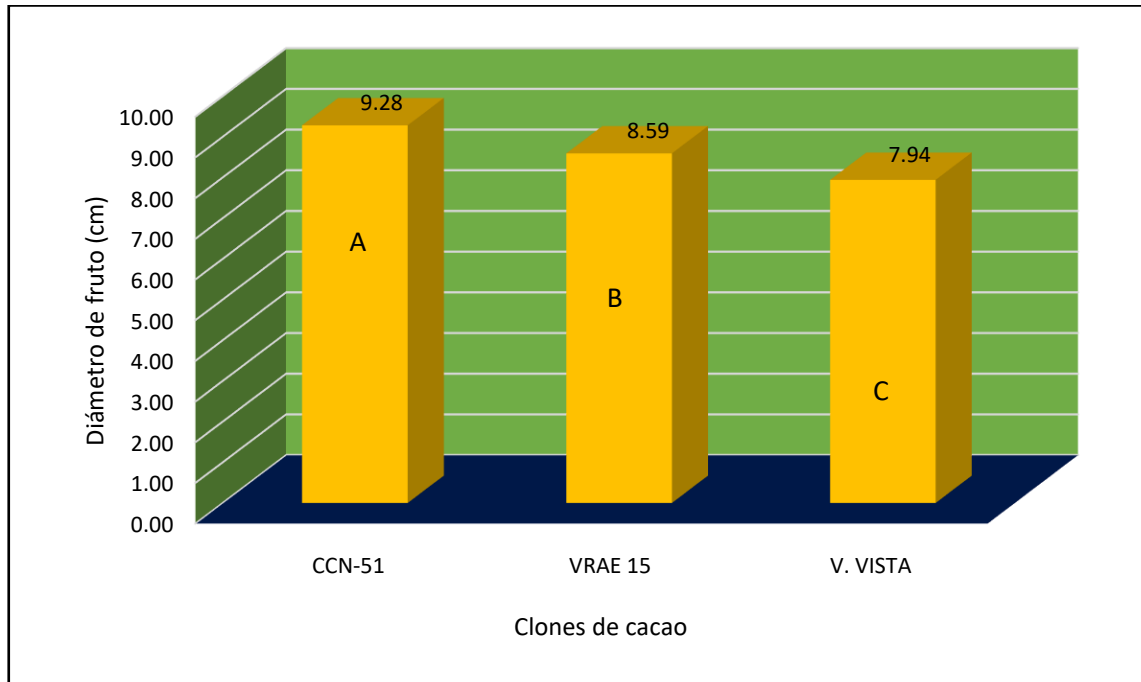
La longitud del fruto se relaciona a la medición polar del alto del fruto. La longitud del fruto es mayor que su diámetro. Evaluando germoplasma de 101 frutos de la localidad de Chiapas y Tabasco en México, reporta un rango de 8.8 a 23.7 cm, con un promedio de 16.2 cm y una desviación estándar de 10.5 cm (Ramírez et al, 2018).

Estos valores están dentro de los obtenidos en Pichari sobre todo con el cultivar CCN-51 y VRAE 15 que llegan al rango máximo indicándonos la adaptación de los cultivares mencionados a la localidad de Pichari.

3.2.3. Diámetro del fruto

Figura 3.2

Prueba de contraste de Duncan del promedio del diámetro del fruto en los tres clones de cacao. Pichari 556 msnm



La figura 3.2 muestra bajo la prueba de contraste de Duncan el clon de cacao CCN-51 reporta un mayor promedio en el diámetro de fruto con un valor de 9.28 cm, superioridad estadísticamente a los otros clones evaluados.

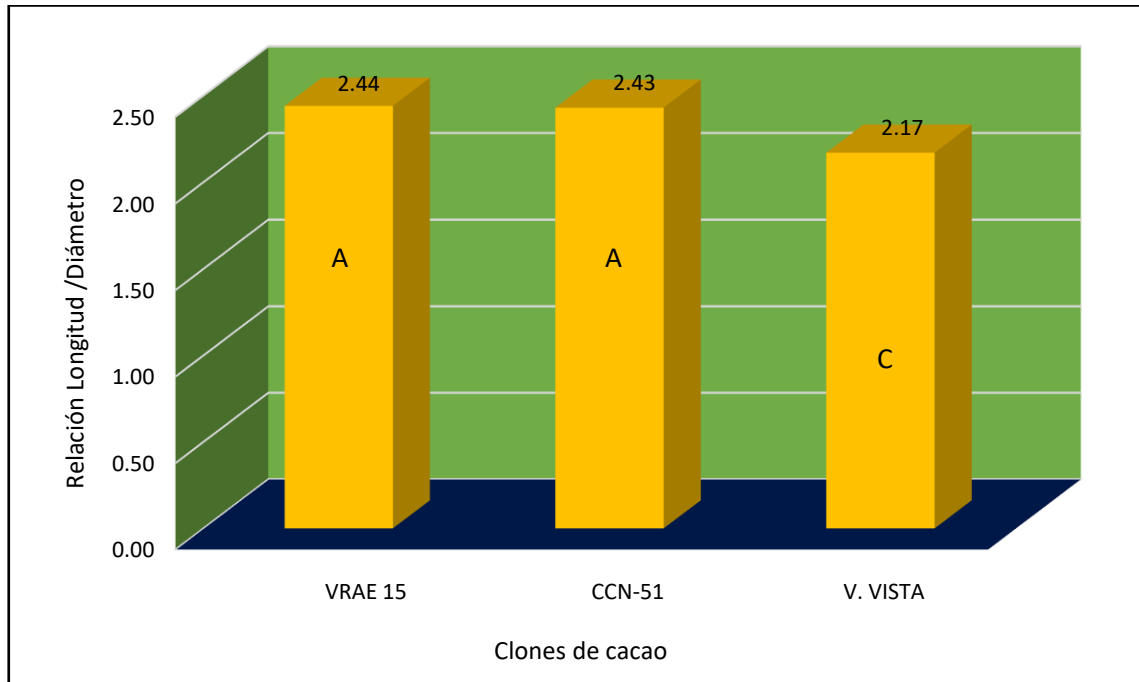
Según Parco et al., (2021) el mayor reporte alcanzado para diámetro de mazorcas fue alcanzado por el clon denominado Rosario, con 23 cm y el clon U-10 reportó el menor valor con 15 cm. (p. 36)

Ramírez et al (2018) reporta en la evaluación del germoplasma de 101 accesiones de cacao en México, el diámetro de frutos muestra un rango de 6.8 a 11.4 cm, con un promedio de 9.1cm y una desviación estándar de 3.5 cm; estos resultados se encuentran entre los valores obtenidos en los cultivares CCN-51, VRAE 15 Y Villa vista, con el promedio de las observaciones del germoplasma. Estos resultados muestran que en las plantaciones de cacao de la localidad de Pichari llegan a obtener los valores de las plantaciones del germoplasma.

3.2.4. Relación de la longitud/diámetro del fruto

Figura 3.3

Prueba de contraste de Duncan del promedio de la relación de la longitud/diámetro del fruto en los tres clones de cacao. Pichari 556 msnm



En la figura 3.3 de la prueba de contraste de Duncan, observamos a los clones VRAE 15 y CCN-51 sin diferencia estadística entre ellos como la de mayor relación Longitud/diámetro, obteniendo valores promedios de 2.44 y 2.43 respectivamente.

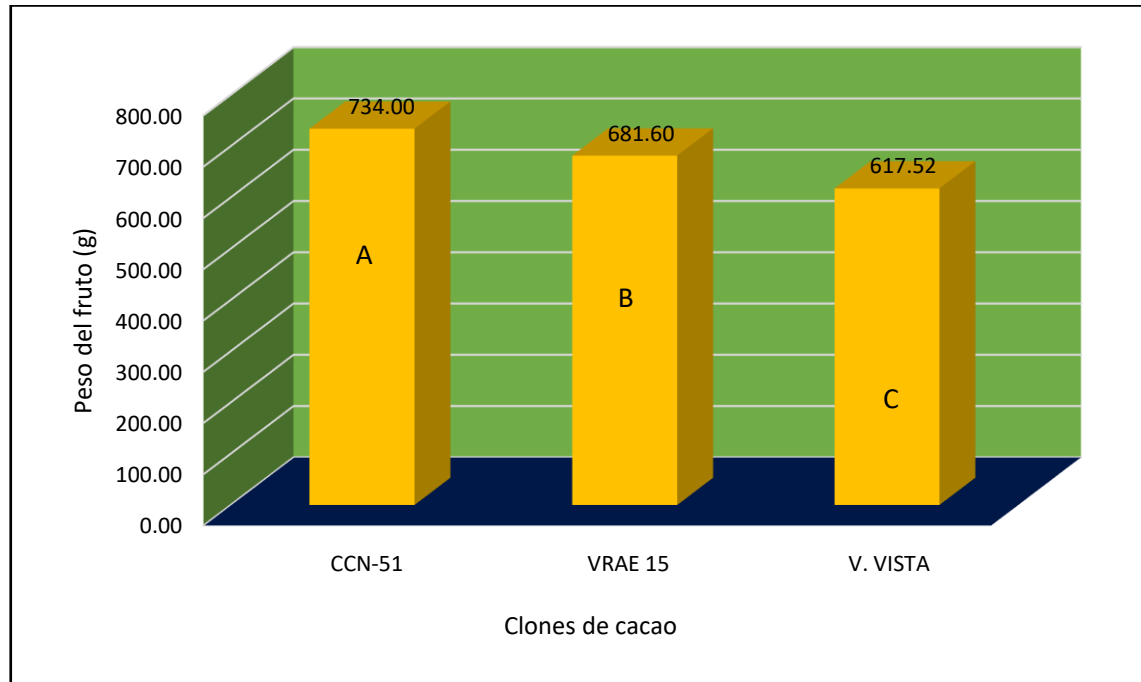
Ramírez et al (2018) indica sobre las colectas de germoplasma en Tabasco y Chiapas en México, reporta los intervalos de variación de las características de la relación Longitud/diámetro fruto del cacao de 101 muestras de las plantaciones evaluadas, los intervalos de variación son amplios y se encuentran entre 1.1 a 2.7 con un promedio de 1.9 y una desviación estándar de 1.1.

Esto explica que los frutos son alargados en los polos, los valores mostrados en el cacao de la localidad de Pichari están en los rangos superiores superando el promedio.

3.2.5. *Peso del fruto*

Figura 3.4

Prueba de contraste de Duncan del promedio del peso de fruto en los tres clones de cacao. Pichari 556 msnm



El peso del fruto de cacao es una variable de gran importancia en un clon, en la prueba de contraste de Duncan se observa en la figura 3.4, al cultivar CCN-51 con superioridad estadística frente a los demás clones tomando un valor promedio de 734.00 g.

Gutiérrez (2020) evaluó la caracterización morfología cuantitativa de fruto y semilla de los clones AS-CP 26-59 Blanco y AS-CP 26-60 Morado reportaron valores semejantes en pesos de frutos 500 g lo que resalta el potencial de esto dos clones con rendimiento por hectáreas 2 645.35 kg ha⁻¹. Es importante mencionar que el clon AS-CP 26-61 Mulato (morado y blanco) presentaron pesos de frutos superiores 627 g.

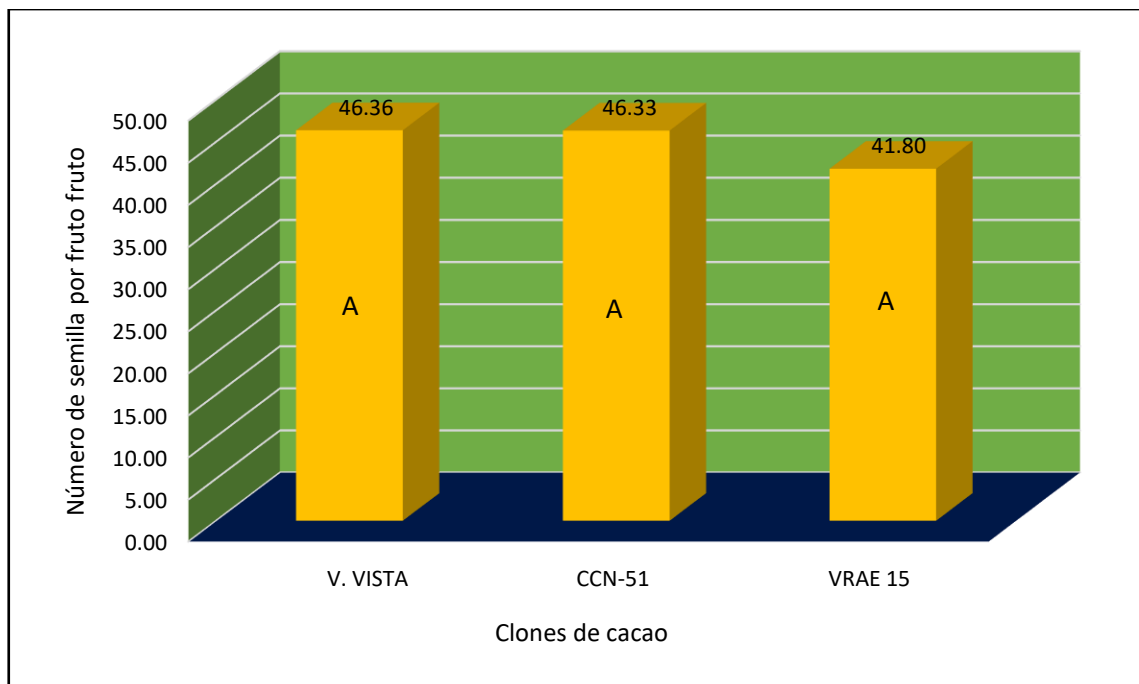
Ramírez et al (2018) indica sobre las colectas de germoplasma en Tabasco y Chiapas en México, reporta los intervalos de variación de las características del fruto del cacao de 101 muestras de las plantaciones evaluadas, los intervalos de variación son amplios, especialmente para peso del fruto mostrando valores de 243.4 a 1194.3 g. Los

valores mostrados en el cacao de la localidad de Pichari están en esos rangos y dentro un promedio para el cultivar CCN-51.

3.2.6. Número de semillas por fruto

Figura 3.5

Prueba de contraste de Duncan del número de semillas por fruto en los tres clones de cacao. Pichari 556 msnm



La figura 3.5 de la prueba de contraste de Duncan se observa que no existe diferencia estadística en el número de semillas en los tres clones evaluadas, siendo numéricamente superior el cultivar Villa Vista con 46.36 semillas por fruto y en segunda opción se encuentra el clon CCN-51 con 46.33 semillas. En esta variable se deberá tomar en cuenta el tamaño de la semilla y su peso.

Ramos Ospino et al. (2020) en relación con el número de semillas por fruto, el clon CCN-51 es el que posee mayor cantidad de semillas, seguido del Criollo de Becerril (008), con 42 semillas; el cultivar con menor cantidad de semillas fue el híbrido ICS95. El número promedio de semillas fue 30, con una longitud que osciló entre 29,76 y 21,53 mm, y un ancho entre 15,17 y 10,59 mm. El grosor de las semillas varió de 7,9 a 12,2 mm. (p. 7)

Ramírez et al (2018) indica sobre las colectas de germoplasma en Tabasco y Chiapas en México, reporta los intervalos de variación de número de semillas por fruto en un intervalo del fruto del cacao de 101 muestras los valores de 30 a 46 semillas por fruto. Esta característica cuantitativa se obtuvieron valores similares al alto valor del germoplasma de México y Según el reporte de Ramos Ospino et al., sobre los cultivares de cacao de Dibulla, La Guajira, Colombia. Los clones Villa Vista y CCN-51 tienen en promedio 46.36 y 46.33 semillas por fruto.

3.2.7. Características biométricas de la longitud, diámetro, relación longitud/diámetro, peso del fruto y número de semillas

Tabla 3.3

Características biométricas de la longitud, diámetro, relación longitud/diámetro, peso del fruto y número de semillas en los tres clones de cacao. Pichari 556 msnm

Clones	Variable	n	Promedio	D. Estándar	Mínimo	Máximo
CCN-51	Longitud Fruto	20	22.48	1.26	19.10	23.70
V.Vista	Longitud Fruto	20	17.27	1.94	14.00	22.00
VRAE 15	Longitud Fruto	20	20.21	1.72	18.00	24.60
CCN-51	Diámetro Fruto	20	9.28	0.26	8.50	9.60
V.Vista	Diámetro Fruto	20	7.94	0.59	7.00	8.90
VRAE 15	Diámetro Fruto	20	8.59	0.34	7.90	9.30
CCN-51	Rela L/D	20	2.43	0.13	2.10	2.60
V.Vista	Rela L/D	20	2.17	0.15	1.90	2.60
VRAE 15	Rela L/D	20	2.44	0.15	2.10	2.70
CCN-51	Peso Fruto	20	734.00	31.50	689.00	840.00
V.Vista	Peso Fruto	20	617.52	15.07	588.00	652.00
VRAE 15	Peso Fruto	20	681.60	98.19	513.00	910.00
CCN-51	Semilla/fruto	20	46.33	8.33	25.00	57.00
V.Vista	Semilla/fruto	20	46.36	7.57	31.00	55.00
VRAE 15	Semilla/fruto	20	41.80	7.11	20.00	50.00

La tabla 3.3 de las características biométricas, muestran el promedio de las variables mencionadas, la desviación estándar, los valores mínimos y máximos. El clon CCN-51 tiene los valores más uniformes y el mayor promedio con un valor de 22.48 cm en la longitud de fruto, en cuanto al diámetro de fruto el clon CCN-51 reporta el mayor valor con 9.28 cm con valores más homogéneos y en el peso de fruto el clon CCN-51 posee un alto valor con un promedio de 734 g con buena homogeneidad en sus valores.

3.3. Características de la semilla

Tabla 3.4

Cuadrados medios del análisis de variancia de las características de longitud y diámetro de la semilla del cacao

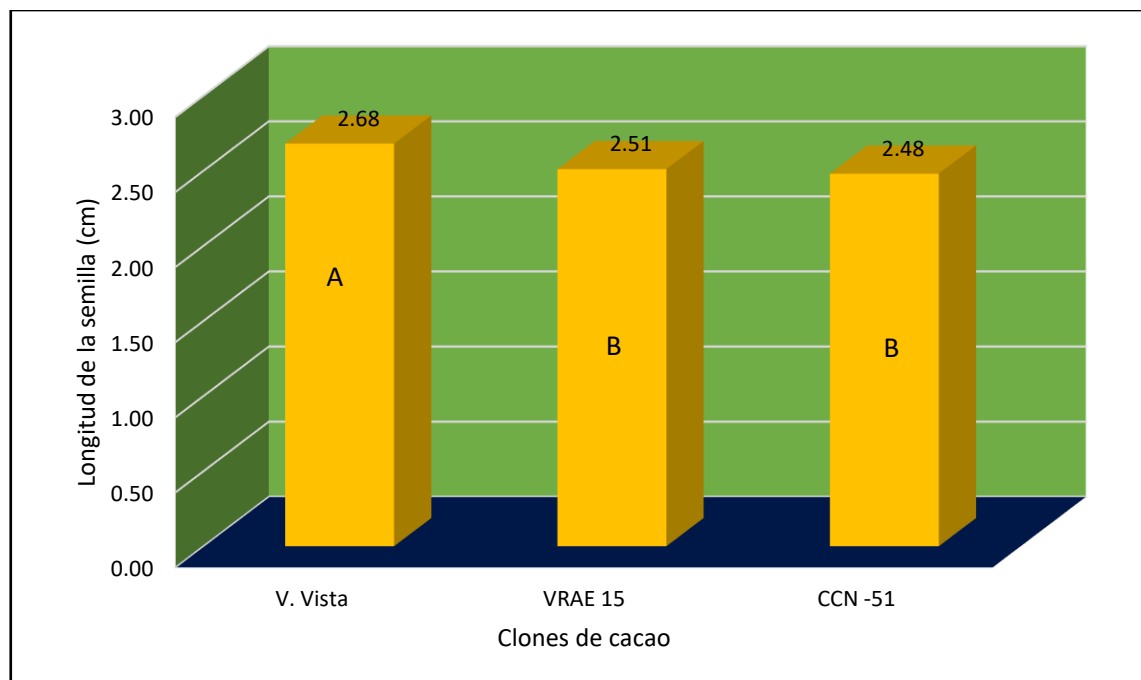
Cuadrados Medios			
F. Variación	G.L	Longitud de semilla	Diámetro semilla
Clones	2	0.34 **	0.35 **
Error	87	0.03	0.01
Total	89		
C.V. (%)		6.32	5.38

La tabla 3.4 de los Cuadrados medios de la longitud y diámetro de la semilla de cacao muestra alta significación estadística en los clones, esto permitirá conocer la diferencia entre los clones evaluados. El coeficiente de variación indica buena precisión en las medidas proporcionándonos buena confianza en los resultados.

3.3.1. Longitud de la semilla

Figura 3.6

Prueba de contraste de Duncan de la longitud de la semilla en los tres clones de cacao. Pichari 556 msnm



La figura 3.6 de la prueba de contraste de Duncan de la longitud de semilla del cacao, muestra al clon Villa Vista como la de mayor valor con diferencia estadística superando a los demás clones tomando un valor de 2.68 cm.

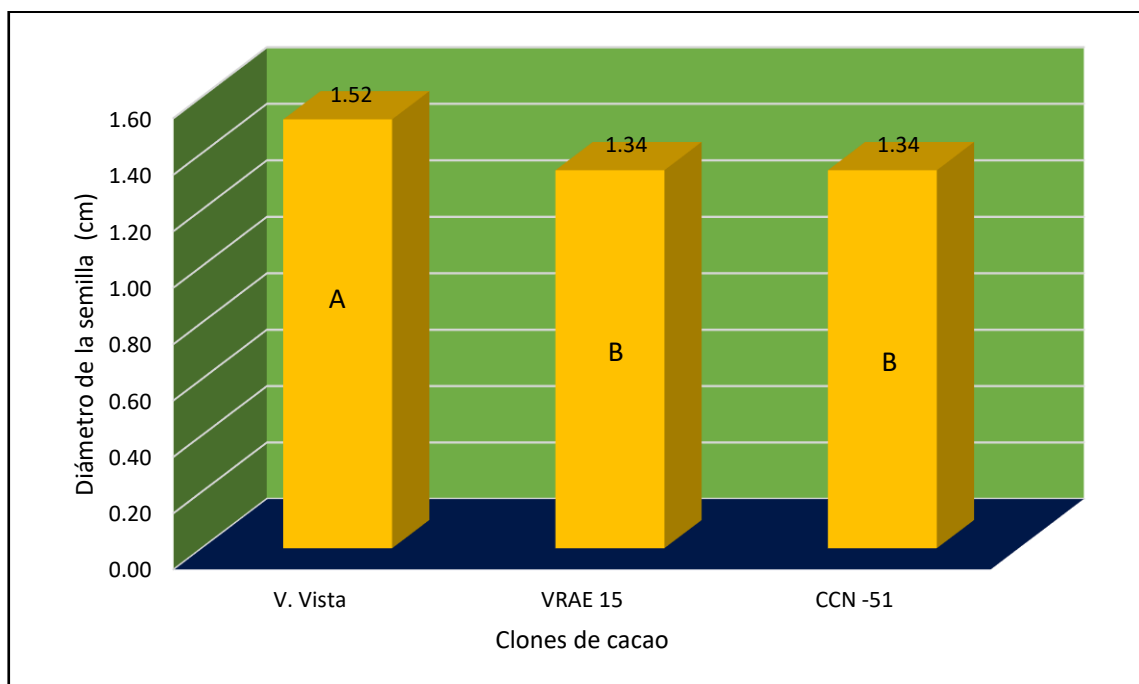
López-Hernández et al. (2022) las variables relacionadas con la semilla, nos pueden apoyar en la definición de los mejores árboles para propagar, en este sentido las semillas del árbol codificado como UES-PDP-19, mostró los mayores valores de longitud con 2.95 cm, los menores valores los mostró el UES-SLT-17 con 2.09 cm de longitud. (p. 38)

Al respecto se concluye que los valores para longitud de la semilla se encuentran en un intervalo de 2.68 cm., Los valores mostrados en la semilla de cacao de la localidad de Pichari están en esos rangos tal como los describe López-Hernández et al. (2022) y dentro un promedio para el cultivar.

3.3.2. Diámetro de la semilla

Figura 3.7

Prueba de contraste de Duncan del diámetro de la semilla en los tres clones de cacao. Pichari 556 msnm



La figura 3.7 de la prueba de contraste de Duncan del diámetro de semilla del cacao, muestra al clon Villa Vista como la de mayor valor con diferencia estadística superando a los demás clones tomando un valor de 1.52 cm. Este resultado relacionando con la longitud de la semilla donde el mismo clon tiene la mayor longitud. Por tanto, se puede decir que el clon Villa Vista tiene el mayor tamaño de semilla.

López-Hernández et al. (2022) las variables relacionadas con la semilla, nos pueden apoyar en la definición de los mejores árboles para propagar, en este sentido las semillas del árbol codificado como UES-PDP-19, mostró los mayores valores de 1.86 cm de diámetro; los menores valores los mostró el UES-SLT-17 y el UES-SAL-4, con 1.11 cm de diámetro de la semilla. El diámetro promedio fue de 1.34 cm respectivamente, reportando además que el 100% de los árboles fluctúan entre 1.11-1.68 cm de diámetro. (p. 38)

Esta característica cuantitativa se obtuvieron valores similares de diámetro de semilla del cacao para las condiciones agronómicas del centro poblado de Puerto Mayo distrito de Pichari, los clones Villa Vista y CCN-51 tienen en promedio 1.52 cm y 1.34 cm semillas por fruto.

3.3.3. Características biométricas de la longitud y diámetro de la semilla

Tabla 3.5

Características biométricas de la longitud y diámetro de la semilla en los tres clones de cacao. Pichari 556 msnm

Clones	Variable	n	Promedio	D. Estándar	Mínimo	Máximo
CCN-51	Long. semilla	30	2.48	0.24	1.80	2.90
V.Vista	Long. semilla	30	2.68	0.09	2.50	2.80
VRAE 15	Long. semilla	30	2.51	0.12	2.20	2.80
CCN-51	Diám. semilla	30	1.34	0.09	1.10	1.50
V.Vista	Diám. semilla	30	1.52	0.06	1.40	1.60
VRAE 15	Diám. semilla	30	1.34	0.07	1.20	1.50

La tabla 3.5 de la parte descriptiva podemos explicar nuevamente que el clon Villa Vista es el clon de mayor tamaño en la semilla, también se puede observar la uniformidad de los datos en la longitud y el diámetro “n” en este clon.

Rangel-Fajardo et al. (2012) señala, la semilla madura es ovoide de 2.4 ± 0.12 cm de longitud y 1.4 ± 0.08 cm y 0.85 ± 0.07 cm de ancho y espesor. Los cotiledones se encuentran fuertemente plegados y rodeando por completo al eje embrionario. El eje embrionario es cilíndrico de color blanquecino, de 0.7 a 0.8 cm de longitud. Los cotiledones de los genotipos criollos son de color beige #F5F5DC.

Los resultados indican que las características biométricas de la longitud y diámetro de la semilla en los tres clones de cacao Villa Vista, CCN-51, VRAE 15, bajo las condiciones agronómicas de Pichari 556 msnm., presentan valores similares con referencia a los trabajos de Rangel-Fajardo et al. (2012)

3.4. Característica del contenido del mucilago y testa

3.4.1. Características del contenido de mucilago y testa del fruto

Tabla 3.6

Cuadrados medios del análisis de variancia del contenido de mucilago y testa del fruto de tres clones de cacao. Pichari 556 msnm

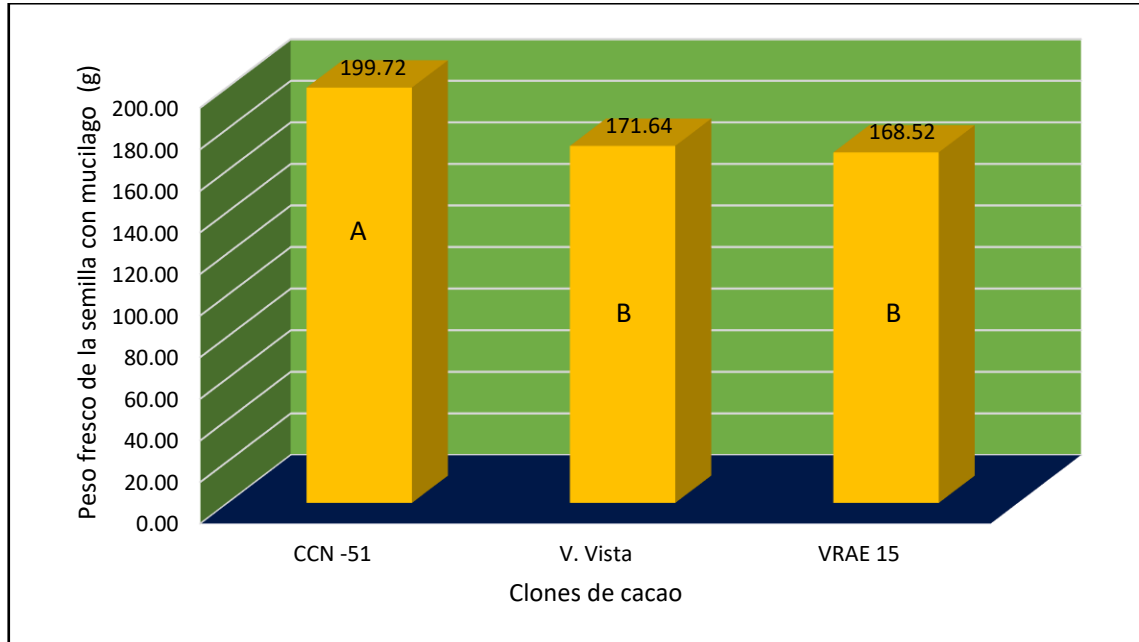
F. Variación	G.L	Cuadrados Medios			
		1	2	3	4
Clones	2	7381.92**	10396 **	2329.48**	1618.84 **
Error	72	1062.07	508.28	128.68	176.66
Total	75				
C.V. (%)		18.11	19.78	18.27	18.51

La tabla 3.6 muestra el Cuadrado medio del ANVA del peso fresco de la semilla con mucilago y sin mucilago (1 y 2) además el peso seco de la semilla con testa y sin testa (3 y 4). En estas variables se observa alta significación estadística, estos resultados permiten el análisis de contraste de Duncan para determinar los mejor clones. Los coeficientes de variación tienen valores de una regular precisión que nos indica variación en las medidas afectadas en estas variables.

3.4.2. *Peso fresco de la semilla con mucilago por fruto*

Figura 3.8

Prueba de contraste de Duncan del peso fresco de la semilla con mucilago por fruto en los tres clones de cacao. Pichari 556 msnm



La figura 3.8 de la prueba de Duncan, muestra al clon CCN-51 como la de mayor peso fresco de la semilla con mucilago de 199.72 g, superioridad con diferencia estadística frente a los demás clones. Parco et al. (2021) reportó en peso húmedo de almendras por mazorca, supera al resto el clon SCA-6 con 182.1 g, seguido por ICS- 6 con 182 g por mazorca. (p.37).

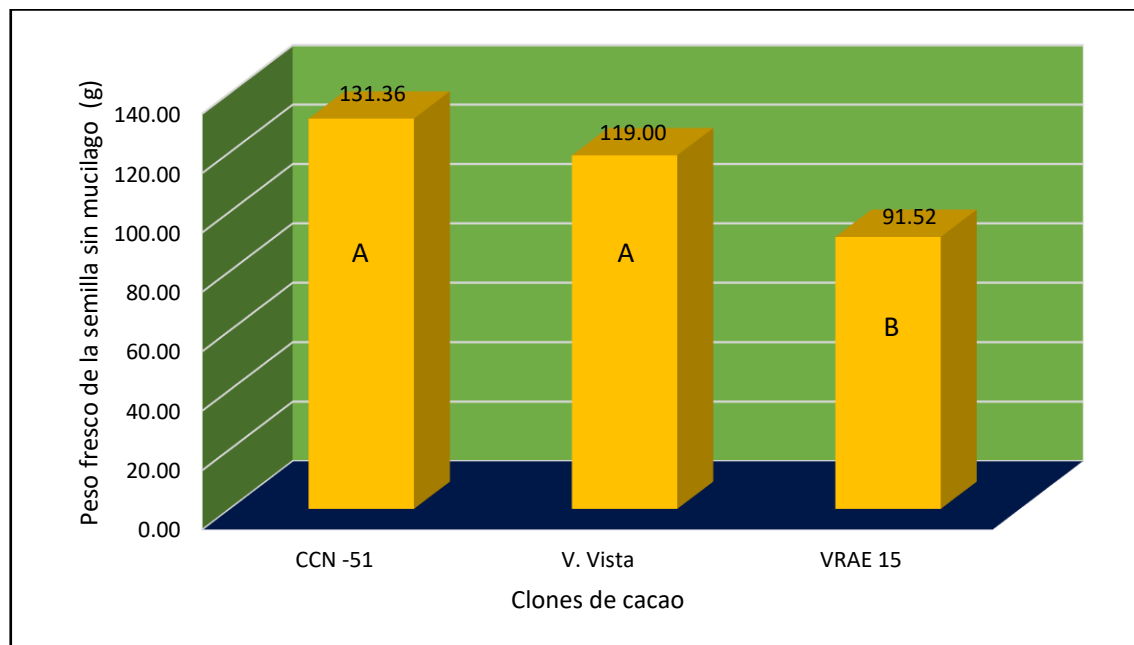
Arciniegas (2005) señala que esta variable presentó un promedio de 123,5 g el cual varió entre 255,0 g (CATIE-R68) y 35,8 g (CATIE-R78). La distribución de frecuencia para el peso húmedo está representada por la clase dos que es la más abundante y donde se encuentra el (48%) de los 92 genotipos evaluados, cuyos valores se encuentran entre 79,6 g a 123,5 g del peso húmedo de las semillas por fruto.

Comparado con la información proporcionada por Parco et al. (2021) y Arciniegas (2005) y los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, se concluye que valores se encuentran dentro de la escala promedio que señala Parco et al. (2021) y Arciniegas (2005), es decir el peso fresco se encuentra dentro de los valores investigados entre 199.72 g (CCN-51), 171.64 g (Villa Vista) y 168.52 g (VRAE 15) bajo condiciones agronómicas del centro poblado de Puerto Mayo, distrito de Pichari.

3.4.3. *Peso fresco de la semilla sin mucílago por fruto*

Figura 3.9

Prueba de contraste de Duncan del peso fresco de la semilla sin mucílago por fruto en los tres clones de cacao. Pichari 556 msnm



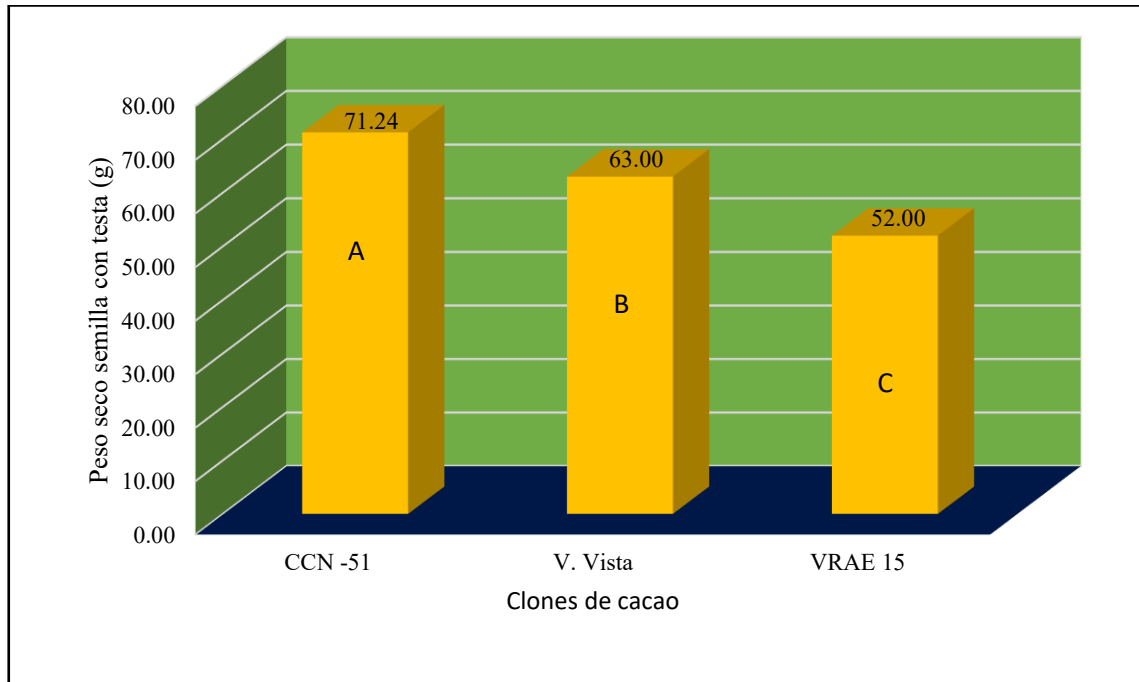
La figura 3.9 de la prueba de Duncan, muestra a los clones CCN-51 y Villa Vista como las de mayor peso fresco de la semilla sin mucílago, sin diferencia estadística entre ellos tomando valores de 131.36 g (CCN-51) y 119.00 g (Villa Vista).

Samper (2023) señala para la variable peso total de semilla sin mucílago por fruto el árbol FRU-S9P1 presento el mayor valor con 57 g mientras, que el FRU-S17P2 presento el menor valor con 15 g (Figura 23), encontrando un valor promedio de 31.9 g, con una desviación estándar de 13.51 y un coeficiente de variación de 0.42. (p.34). se concluye que los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación no coinciden con los encontrados por Samper (2023), probablemente se deba a las condiciones edáficas y climas, de la localidad del centro poblado de Puerto Mayo del distrito de Pichari.

3.4.4. *Peso seco de la semilla con testa por fruto*

Figura 3.10

Prueba de contraste de Duncan del peso seco de la semilla con testa por fruto en los tres clones de cacao. Pichari 556 msnm



La figura 3.10 de la prueba de Duncan, muestra al clon CCN-51 como la de mayor peso seco de la semilla con testa con un valor de 71.24 g superando a los demás clones con diferencia estadística.

Parco et al. (2021) Según la evaluación en peso de almendra seca por planta, son atributos físicos de mucha importancia, en peso seco de almendra por mazorca, sobresale el clon ICS-39 con 77.4 g por mazorca seguido por SCA-6 con 75 g. (p.37).

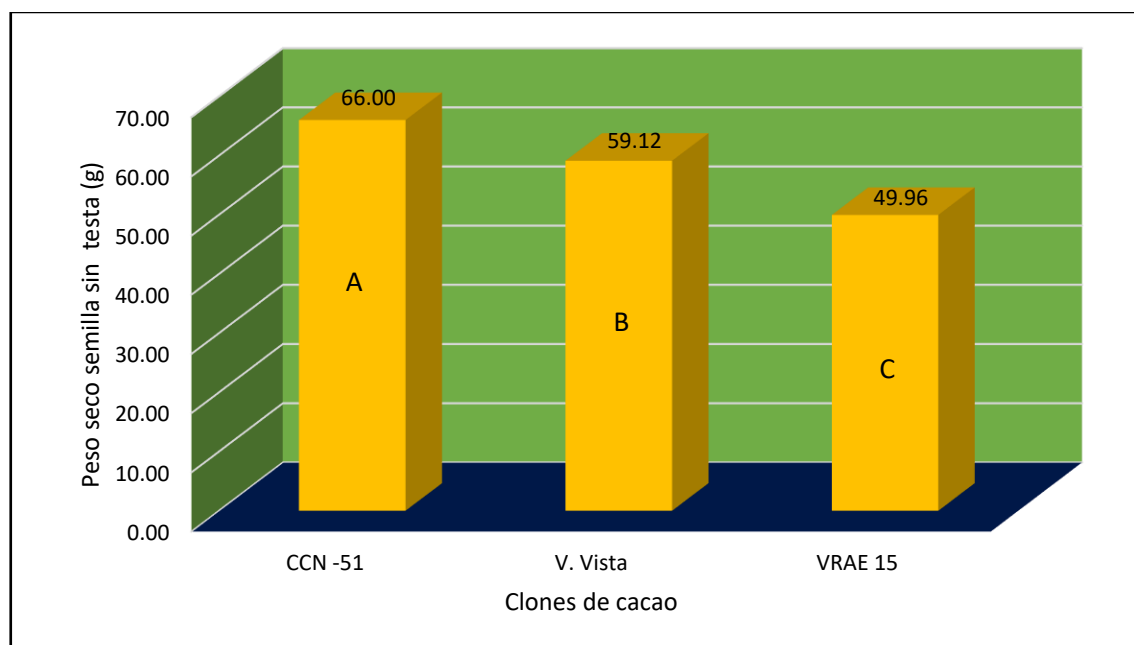
Arciniegas (2005) señala el peso seco de las semillas varió entre 76,5 g (CATIE-R87) y 12,4 g (CATIE-R78), con un promedio de 42,9 g. Como era de esperarse, lo más lógico sería que el peso húmedo guardara relación con el peso seco, sin embargo, se puede apreciar que el peso seco más alto lo registró otro genotipo diferente al CATIE-R68. La distribución de frecuencia para este parámetro está representada por la clase tres donde se encuentra el (45,0%), cuyos valores oscilan entre 38 g a 50,9 g de peso seco.

Comparado con la información proporcionada por Parco et al. (2021) y Arciniegas (2005) y los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, se concluye que valores se encuentran dentro de la escala promedio que señala Arciniegas (2005), es decir el peso seco se encuentra dentro de los valores investigados entre 71.24 g (CCN-51), 63.00 g (Villa Vista) y 52.00 g (VRAE 15) bajo condiciones agronómicas del centro poblado de Puerto Mayo.

3.4.5. *Peso seco de la semilla sin testa por fruto*

Figura 3.11

Prueba de contraste de Duncan del peso seco de la semilla sin testa por fruto en los tres clones de cacao. Pichari 556 msnm



La figura 3.11 de la prueba de Duncan, muestra al clon CCN-51 como la de mayor peso seco de la semilla sin testa con un valor de 66.00 g superando a los demás clones con diferencia estadística.

Sosa (2021) Con respecto a las semillas de cacao el color varió de purpura intenso, purpura, amarillo crema; las formas variaron de ovalada, elíptica, irregular; el peso seco medio de semilla sin testa vario de 0.8967g a 2.1522 g por cada semilla. Los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, se concluye que valores se encuentran dentro de la escala promedio genotipo con características sobresalientes asociadas al rendimiento.

3.4.6. *Peso de semilla con y sin mucilago, testa con y sin cascara por fruto*

Tabla 3.7

Evaluación descriptiva de las características del peso de semilla con y sin mucilago, testa con y sin cascara en los tres clones de cacao. Pichari 556 msnm

Clon	Variable	n	Media	D. Estándar	Min	Max
CCN-51	PFSCONMUCI	20	199.72	35.86	104.00	250.00
V.Vista	PFSCONMUCI	20	171.64	30.84	116.00	218.00
VRAE 15	PFSCONMUCI	20	168.52	30.81	88.00	224.00
CCN-51	PFSSINMUCI	20	131.36	22.85	71.00	172.00
V.Vista	PFSSINMUCI	20	119.00	27.58	71.00	165.00
VRAE 15	PFSSINMUCI	20	91.52	15.56	50.00	118.00
CCN-51	PSSCONTES	20	71.24	11.84	43.00	96.00
V.Vista	PSSCONTES	20	63.00	12.85	38.00	84.00
VRAE 15	PSSCONTES	20	52.00	8.98	28.00	65.00
CCN-51	PSSSINTES	20	66.00	10.86	41.00	87.00
V.Vista	PSSSINTES	20	59.12	12.51	36.00	78.00
VRAE 15	PSSSINTES	20	49.96	8.70	27.00	63.00

La tabla 3.7 de los datos descriptivos de las variables evaluadas, muestra un mayor promedio con mayor variación en el peso fresco de la semilla con mucilago y sin mucilago al clon CCN-51. La gran variación encontrada en este cultivar es una gran ventaja puesto que nos permite una buena selección en esta característica. En la variable peso seco de la semilla con testa y sin ella, el clon CCN-51 tiene un mayor promedio y también una mayor dispersión de sus datos.

3.5. **Porcentaje de mucilago, testa y de desgrane**

Tabla 3.8

Cuadrados medios del análisis de variancia de las características del porcentaje de mucilago, testa e índice de desgrane

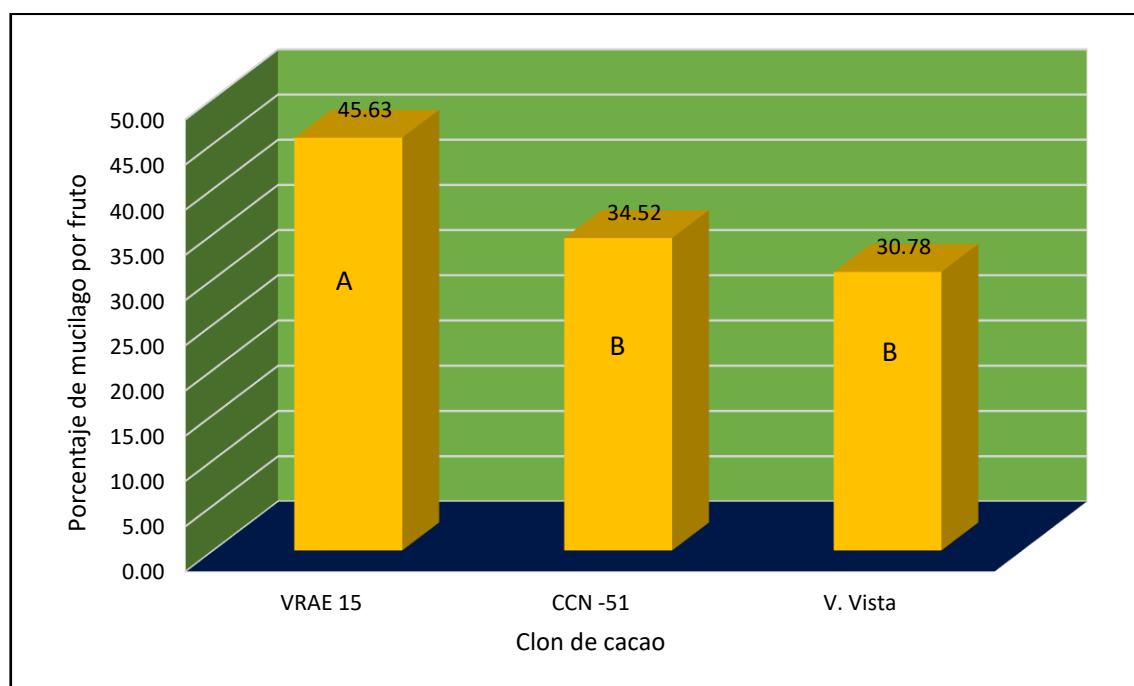
F. Variación	G.L	Cuadrados Medios			
		11	22	33	44
Clones	2	1281.20**	52.59 **	1.22 **	197708.94*
Error	72	46.57	8.55	0.10	61202.34
Total	75				
C.V. (%)		18.69	31.36	10.77	20.69

La tabla 3.8 de los cuadrados medios del ANVA, muestran alta significación estadística en porcentaje de mucilago por fruto (11), porcentaje de testa por fruto (22), relación de la semilla húmeda /semilla seca (33) y el índice de mazorca (44). El coeficiente de variación indica regular precisión a excepción del porcentaje de testa por fruto (22) que tiene un alto porcentaje de variación que indica una fuerte variación de las observaciones en esta variable por efecto del alto efecto del ambiente.

3.5.1. *Porcentaje de mucilago por fruto*

Figura 3.12

Prueba de contraste de Duncan del porcentaje de mucilago por fruto en los tres clones de cacao. Pichari 556 msnm



La figura 3.12 de la prueba de Duncan muestra diferencia estadística superior en el porcentaje de mucilago por fruto a favor del clon VRAE 15, superando a los otros clones tomando un valor de 45.63 %.

Hernández & Rojas (2011) señala los resulta de utilidad para brindar la información al productor de cacao sobre la cantidad aproximada de mucílago que podría extraer por mazorca cosechada de acuerdo con su propia capacidad de producción. Cada mazorca tuvo un peso de 0,60 kg, del cual el 25% es de almendras frescas de cacao, este

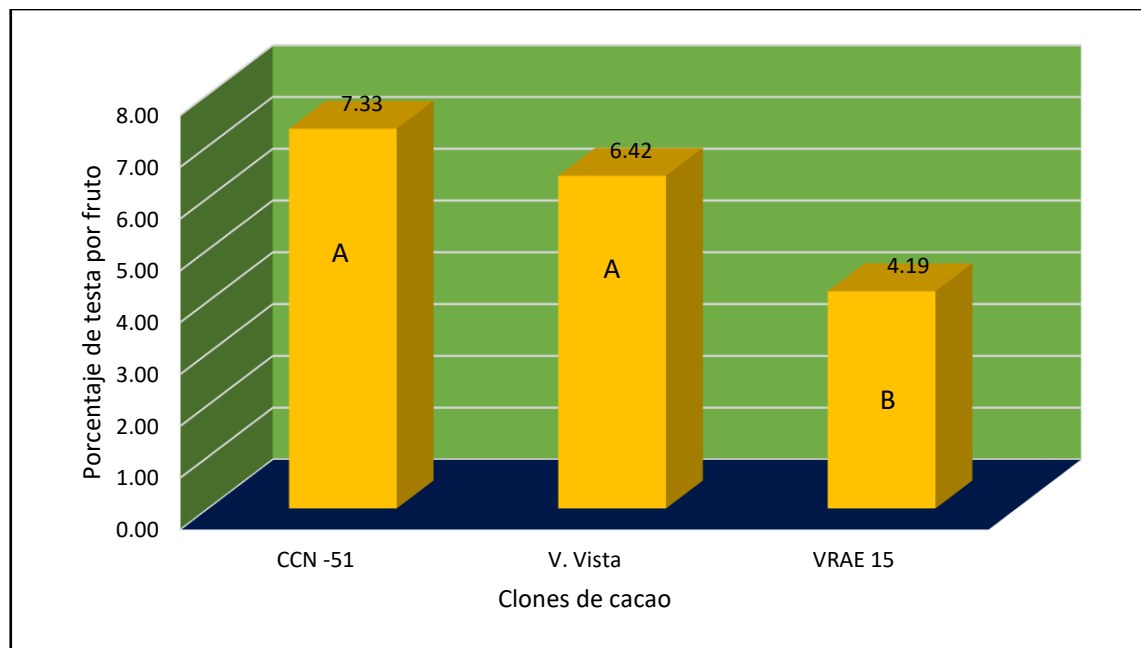
porcentaje fue calculado con los valores de los pesos mostrados. Por lo tanto, se puede decir que el clon VRAE 15 supera a los otros clones tomando un valor de 45.63 %.

3.5.2. Porcentaje de testa por fruto

Figura 3.13

Prueba de contraste de Duncan del porcentaje de testa por fruto en los tres clones de cacao.

Pichari 556 msnm



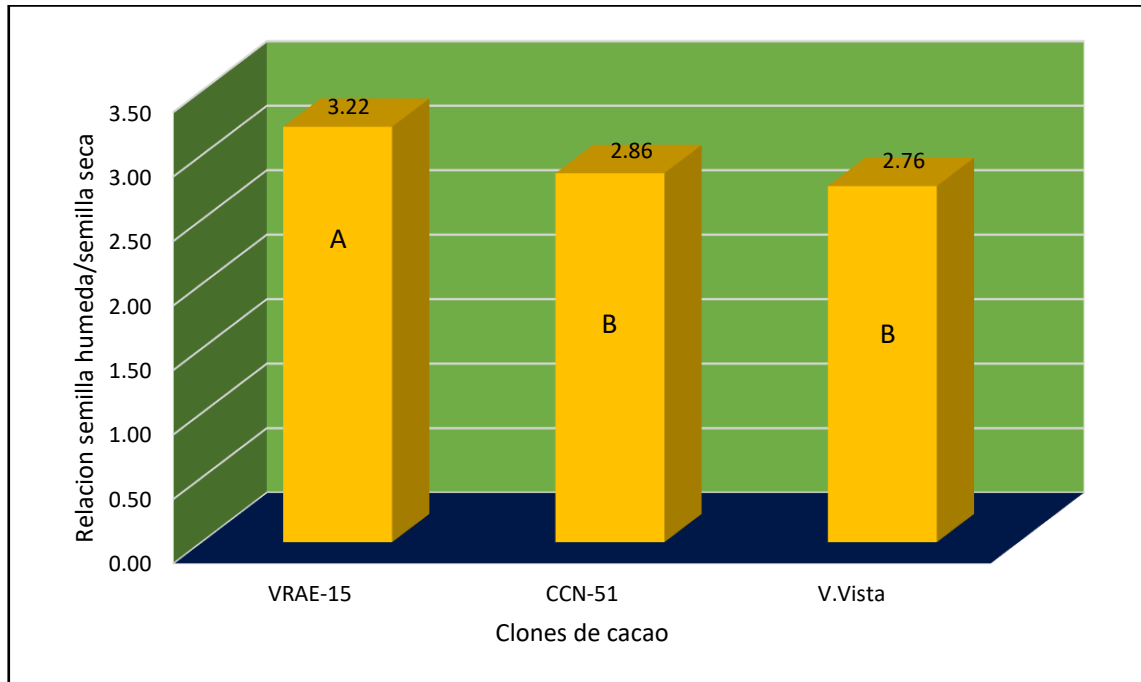
La figura 3.13 muestra la prueba de contraste de Duncan, donde los clones CCN-51 y Villa Vista son los que muestran los mayores porcentajes de testa por fruto, pero sin diferencia estadística entre ellos con valores de 7.33 y 6.42 %.

Lares et al. (2012) señala el peso promedio de la almendra de cacao fermentada y seca con su contenido de cáscara; los autores concluyeron que aquellas almendras cuyos pesos variaron entre 1,0 a 1,5 g tuvieron un menor contenido de cáscara o testa (entre 10,0 y 11,7%), aquellos granos con pesos comprendidos entre 0,5 y 1,0 g tuvieron un contenido de cáscara entre 12,0 y 13,8%.

3.5.3. Relación semilla húmeda/semilla seca

Figura 3.14

Prueba de contraste de Duncan de la relación semilla húmeda / semilla seca en los tres clones de cacao. Pichari 556 msnm



En la relación semilla húmeda/semilla seca, la figura 3.14 indica bajo la prueba de Duncan al clon VRAE 15 como la de mayor relación superando a los demás clones y tomando un valor de 3.22 kg de semilla húmeda para obtener 1 kg de semilla seca.

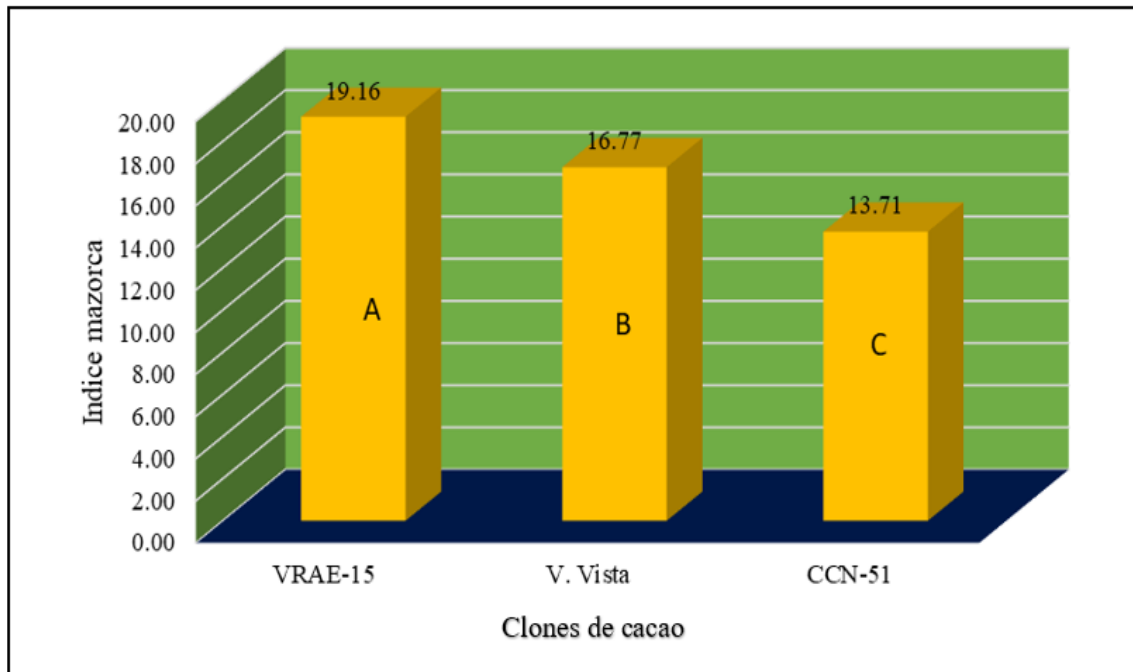
Según Ramírez (2003) los caracteres peso de semilla húmeda y semilla seca, se observa que los mayores pesos húmedos y secos se obtuvo con el nivel a1 (polinización artificial) con 1.927 y 0.772 kg., respectivamente diferenciándose significativamente del nivel a2 (polinización natural), que obtuvo solamente 0.345 y 0.142 kg., respectivamente.

Esta mayor producción de semilla, VRAE 15 con 3.22 kg de semilla húmeda se obtiene 1kg de semilla seca, supera las investigaciones en relación a los indicadores de polinizaciones artificiales y naturales.

3.5.4. Índice de mazorca

Figura 3.15

Prueba de contraste de Duncan del índice de mazorca en los tres clones de cacao. Pichari 556 msnm



La figura 3.15 del índice de mazorca explica que los clones CCN-51 y Villa Vista como los de menor índice de mazorca con diferencia estadística entre ellos. El índice de mazorca indica que para un kilo de semilla seca se necesita 13.71 mazorca en el caso del clon CCN-51.

Ventura y González (2016) reportan en una selección de los mejores árboles cacaoteros recayendo como el mejor los árboles de la variedad Trinitaria originaria de Trinidad y Tobago un índice de mazorca de 12.5, valor que está cerca de la variedad CCN-51 evaluado en Pichari.

3.5.5. Porcentaje de mucilago, testa e índice de mazorca

Tabla 3.9

Evaluación descriptiva del porcentaje de mucilago, testa e índice de mazorca en los tres clones de cacao. Pichari 556 msnm

Clon	Variable	n	Media	D. Estándar	Min	Max
CCN-51	Porc.Mucila	20	34.52	3.49	27.56	42.17
V.VISTA	Porc.Mucila	20	30.78	10.17	18.81	60.89
VRAE 15	Porc.Mucila	20	45.63	3.03	41.73	53.33
CCN-51	Porc testa	20	7.33	1.88	3.85	12.00
V.VISTA	Porc testa	20	6.42	2.07	3.33	12.20
VRAE 15	Porc testa	20	4.19	1.64	1.89	9.76
CCN-51	Rphum/psec	20	2.86	0.21	2.59	3.37
V.VISTA	Rphum/psec	20	2.76	0.40	2.29	4.29
VRAE 15	Rphum/psec	20	3.22	0.27	2.75	3.86
CCN-51	Ind mazorca	20	13.71	-	-	-
V.VISTA	Ind mazorca	20	16.77	-	-	-
VRAE 15	Ind mazorca	20	19.16	-	-	-

La tabla 3.9 de las medidas descriptivas observadas se puede observar al clon VRAE 15 se muestra como la de mayor valor en el porcentaje de mucilago por fruto con un valor de 45.63 % con una homogeneidad en la variación de sus datos. El clon CCN-51 con mayor porcentaje de testa por fruto tomando un valor de 7.33; así mismo el clon VRAE 15 con mayor índice de mazorca se tiene un valor de 19.16.

3.5.6. Rendimiento de cacao grano

Tabla 3.10

Análisis de variancia del rendimiento de cacao grano en los tres clones. Pichari 556 msnm

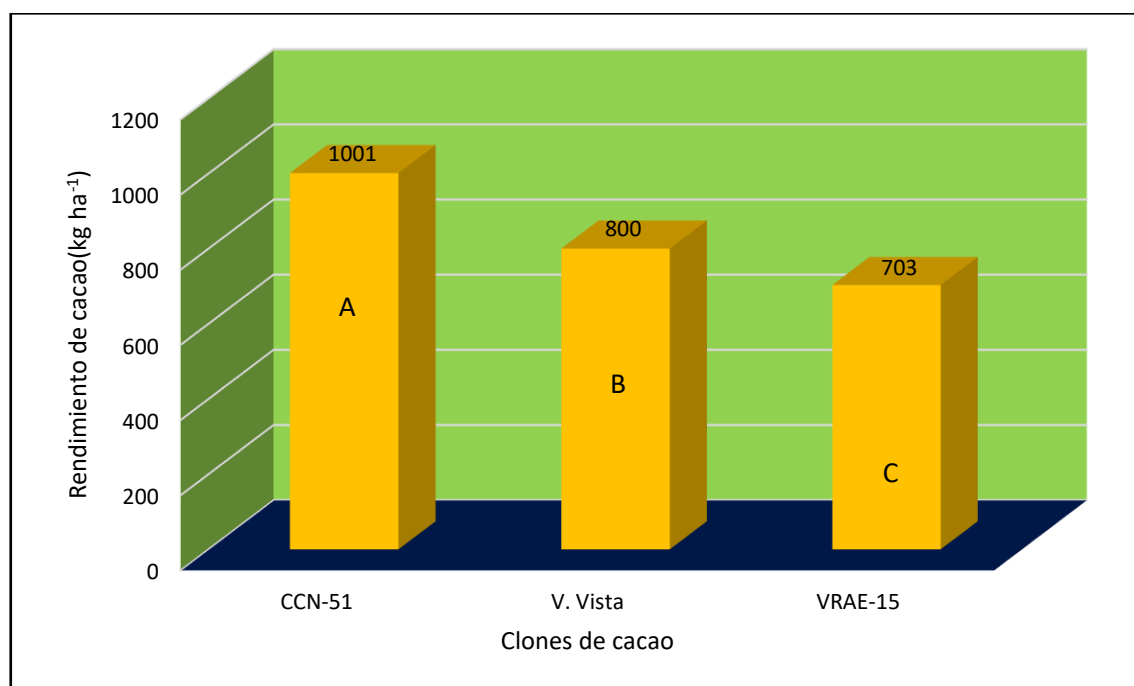
F. Variación	G.L	SC	CM	Fc	Pr >Fc
Clones	2	462046.67	231023.33	57.19	<0.0001**
Error	27	109062.00	4039.33		
Total	29	571108.67			

C.V. = 7.61%

La tabla 3.10 del ANVA muestra alta significación estadística en el rendimiento de grano de cacao, resultado que permite la prueba de contraste de Duncan para conocer al clon con mayor rendimiento. El coeficiente de variación es una medida que indica buena precisión del experimento. Las plantas evaluadas en este aspecto fueron en número de 10 de igual edad, vigor y densidad de planta.

Figura 3.16

Prueba de contraste de Duncan del rendimiento de grano en los tres clones de cacao. Pichari 556 msnm



El rendimiento en todo cultivo es la variable de mayor importancia, la figura 3.16 de la prueba de contraste de Duncan muestra, al clon CCN-51 como el de mayor rendimiento estadísticamente superior a los otros clones con un valor de 1001 kg ha⁻¹ de grano. El clon Villa Vista es una segunda opción con una productividad de 800 kg ha⁻¹ de grano.

Parco et al. (2021) reportó en rendimiento de almendra seca por ha, supera al resto el clon ICS-1 con 2 010.8 Kg/ ha, seguido por el clon ICS-60 con 1 522.8 Kg y clon ICS-39 con 1 513.4 Kg. Estos atributos cambiantes podrían estar ligado al acondicionamiento genético y ambiental.

Gutierrez (2020) es importante mencionar que el clon AS-CP 26-61 Mulato (morado y blanco) obtuvo el mayor índice de semilla 1,3 g/semilla, y el número de semillas en promedio fue de 33, lo que indica que este clon tiene un rendimiento de cacao 5 291,15 kg ha⁻¹.

Solís et al (2015) al evaluar híbridos de altos rendimientos en México, los valores variaron de 533 a 1 167 kg ha⁻¹ siendo el híbrido RIThe MX11-15 quien presentó el valor más alto, seguido de los híbridos RIThe MX11-21, RIThe MX11-17, RIThe MX11-25 y RIThe MX5-12, quienes obtuvieron valores de 951, 882, 825 y 808 kg ha⁻¹ respectivamente, la incidencia a la enfermedad, se detectaron individuos con porcentajes de afectación menores a 10% e índices de semillas superiores a 1.1 g.

Sánchez et al (2014) evaluó el comportamiento agronómico de 150 clones experimentales de cacao tipo Nacional establecidos en la Finca Experimental "La Represa", de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, a fin de identificar clones con características superiores como un aporte al mejoramiento productivo del cacao en el país. ¿Los clones L12H27, L17H30 y L20H48 presentaron porcentajes de mazorcas sanas? 90% y registraron los mejores rendimientos con producciones de 1820, 1154 y 1092 kg ha⁻¹, respectivamente. Los clones L12H27 y L17H30 obtuvieron una alta productividad, adecuada estabilidad de la producción y cierta tolerancia a las enfermedades del cacao. Estos clones experimentales tipo Nacional se presentan como promisorios para nuevos estudios agronómicos y pueden ser utilizados en programas de conservación y mejoramiento genético.

Estos rendimientos están de acuerdo a los obtenidos en el Clon CCN-51 que alcanzó un valor promedio de grano de 1001 kg ha⁻¹. Por tanto, se puede definir al clon mencionado como de buena productividad.

En este caso la comparación en diferentes localidades muy distanciadas con los lugares del VRAE- Perú, los clones CCN-51, VRAE 15 y Villa Vista muestran valores similares de productividad.

3.5.7. Correlación de las variables

Tabla 3.11

Correlación de Pearson del clon Villa Vista en las variables peso del fruto, número de semilla, longitud de semilla y diámetro de semilla. Pichari 556 msnm

Variable 1	Variable 2	N	Pearson	P-Valor
Peso Fruto	Nº de semilla	20	0.74	<0.0001 **
Peso Fruto	Long. Semilla	20	-0.03	0.8814 ns
Peso Fruto	Diam. Semilla	20	0.11	0.6646 ns
Nº semilla	Long. Semilla	20	-0.13	0.5291 ns
Nº semilla	Diam. Semilla	20	-0.19	0.3514 ns
Lon semilla	Diam. Semilla	20	0.27	0.1912 ns

En la tabla 3.11 de la correlación se observa alta significación estadística en la correlación entre el peso de fruto y el número de semilla, esta relación es positiva que indica a mayor peso mayor número de semilla en el clon Villa Vista. Además, existe una uniformidad de los datos obtenidos en las demás variables. Por tanto, existe poco grado de asociación en las otras variables.

Tabla 3.12

Correlación de Pearson del clon CCN 51 en las variables peso del fruto, número de semilla, longitud de semilla y diámetro de semilla. Pichari 556 msnm

Variable 1	Variable 2	N	Pearson	P-Valor
Peso Fruto	Nª de semilla	20	-0.17	0.4248 ns
Peso Fruto	Lon Semilla	20	-0.06	0.7737 ns
Peso Fruto	Diam Semilla	20	-0.21	0.3137 ns
Nª semilla	Lon Semilla	20	-0.13	0.5404 ns
Nª semilla	Diam Semilla	20	-0.19	0.3643 ns
Lon semilla	Diam Semilla	20	0.51	0.0087 **

En la tabla 3.12 de la correlación se observa alta significación estadística en la correlación entre la longitud de semilla y diámetro de semilla esto indica la uniformidad de estas dos variables a mayor longitud de semilla mayor diámetro, esta relación es una gran ventaja en la calidad de la semilla. Además, existe una gran uniformidad de los datos obtenidos en las demás variables por ello no se encontró la correlación.

Tabla 3.13

Correlación de Pearson del clon VRAE 15 en las variables peso del fruto, número de semilla, longitud de semilla y diámetro de semilla. Pichari 556 msnm

Variable 1	Variable 2	N	Pearson	P-Valor
Peso Fruto	N ^a de semilla	20	0.5	0.0113 *
Peso Fruto	Lon Semilla	20	0.05	0.6656 ns
Peso Fruto	Diam Semilla	20	0.23	0.2704 ns
Nº semilla	Lon Semilla	20	0.17	0.4050 ns
Nº semilla	Diam Semilla	20	0.37	0.3643 ns
Long. semilla	Diam Semilla	20	0.68	0.0002 **

En la tabla 3.13 se observa alta significación en la correlación entre el peso de fruto y el número de semillas, también existe la correlación entre la longitud de semilla y el diámetro de semilla, resultado que indica un alto grado de asociación entre las variables mencionadas, resultado que muestra una gran variabilidad en estas variables los que se pueden utilizar para posterior mejoramiento genético tendiente a elevar la productividad de este cultivar.

CONCLUSIONES

1. Para las características morfológicas del fruto, los clones promisorios Villa Vista y CCN-51, tienen características similares, respecto a la dureza de la cáscara dura, separación de un par de lomos del fruto intermedio, color de los cotiledones de la semilla morado. Asimismo, los clones Villa Vista y VRAE 15 tienen características similares, respecto a la forma del ápice del fruto atenuada, rugosidad de la superficie del fruto intermedia, dureza de la cáscara dura, forma de semilla en sección longitudinal irregular, color de los cotiledones de la semilla morado. CCN-51 y VRAE 15 tienen características similares, respecto a l color del fruto inmaduro rojo, forma de fruto oblonga, forma de constricción basal del fruto intermedio, grosor de cascara hasta el nivel del lomo intermedio, dureza de la cáscara dura, profundidad del surco hasta el nivel del lomo del fruto fuerte, forma de semilla en sección transversal intermedio, color de los cotiledones de la semilla morado.
2. Para las características agronómicas, los clones CCN-51 y VRAE 15, tienen mejores cualidades respecto a los caracteres longitud, diámetro y peso de fruto, seguido por Villa Vista. Asimismo, los clones Villa Vista, CCN-51, tiene mayor número de semillas por fruto. Y el clon CCN-51, tiene mejores atributos en peso de semilla con testa y sin testa, tamaño de semilla en función del peso seco de la semilla, índice de mazorca y rendimiento, seguido por los clones Villa Vista y VRAE 15.

RECOMENDACIONES

1. Para aprovechar sosteniblemente la diversidad genética encontrada en los 3 clones de cacao y establecer una base para el desarrollo de híbridos nuevos y mejorados con alta productividad y calidad organoléptica, el estudio debe continuar en la zona del VRAEM.
2. Continuar identificando arboles de cacao en el ámbito del VRAEM, que presenten características deseadas para cada tipo de mercado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alarcón, T. A. (2009). *Caracterización morfológica de selecciones elite, locales e introducidas de cacao (Theobroma cacao L.). Valle del Rio Apurímac y Ene - VRAE*. [Tesis de pregrado. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. Repositorio Institucional de la UNSCH http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/UNSCH/3889/1/TESIS%20AG826_A1a.pdf
- Arciniegas, A. (2005). *Caracterización de árboles superiores de cacao (Theobroma cacao L.) seleccionados por el programa de mejoramiento genético del CATIE* [Tesis de Maestría, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza] Repositorio Institucional CATIE. https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/4571/Caracterizacion_de_arbole
- Arvelo, S. M. A., González, L. D., Delgado, L. T., Maroto, A. S., & Montoya, R. P. (2017). *Estado actual sobre la producción, el comercio y cultivo del cacao en América. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA)*. <https://repositorio.iica.int/bitstream/11324/6422/1/BVE18019631e.pdf>
- Cayetano, T. P., Peña, P. K. M., Olivarez, R. E. L., & Sandra Marilia Vargas, C. S. M. (2021). *Estudio de Vigilancia Tecnológica en el Cultivo del Cacao*. Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA. Ministro de Desarrollo Agrario y Riego <https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/1548/1/Estudio%20de%20vigilancia%20tecnol%C3%B3gica%20en%20el%20cultivo%20de%20cacao.pdf>
- Deras-Guardado, E. C., López, M., Parada-Berrios, F. A., Lara-Ascencio, F., Vásquez-Osegueda, E. A., & Lovo-Lara, L. M. (s.f.), *Caracterización morfo-agronómica in situ de cacao criollo (Theobroma cacao L.) en lugares de prevalencia natural y su incidencia en la selección de germoplasma promisorio*. <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/19890/1/5.pdf>
- Enríquez, G. A. (1985). *Curso sobre el cultivo del cacao*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza - CATIE. Turrialba, Costa Rica. <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/1058>
- Gamboa, R. (2015). *Comportamiento en vivero de cuatro clones de cacao (Theobroma cacao L.) sobre diferentes patrones en Satipo* [Tesis de pregrado, Universidad

- Nacional Agraria La Molina] Repositorio Institucional de la UNALM].
<https://hdl.handle.net/20.500.12996/949>
- García, C. L. (2008). *Estudio de caracterización del potencial genético del cacao en el Perú*. Ministerio de Industria, Comercio Exterior y Turismo (MINCETUR). Proyecto UE-PERU/PENX.
https://www.midagri.gob.pe/portal/download/pdf/direccionesyoficinas/dgca/estudio_caracterizacion.pdf
- García, C. L. F. (2010). *Catálogo de Cultivares de Cacao del Perú*. Ministerio de Agricultura – MINAG y Comisión Nacional para el Desarrollo y Vida sin Droga – DEVIDA.
https://www.midagri.gob.pe/portal/download/pdf/direccionesyoficinas/dgca/cultivares_cacao.pdf
- Guevara, M. M. E., & Salazar, R. J. (2015). *Caracterización morfológica del fruto y la semilla de 9 clones de cacao (Theobroma cacao L.) realizado en el Centro de Desarrollo Tecnológico del INTA El Recreo, El Rama, RAAS, en el año 2014-2015*. [Tesis de pregrado. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua]. Repositorio Institucional de la UNAN.
<https://repositorio.unan.edu.ni/782/1/10407.pdf>
- Gutierrez, A. (IDIAP). (2020). Morphological Characterization of three promising creole genotypes of Theobroma cacao L., in Panama. *Ciencia Agropecuaria*, 30, 150–169.
<http://www.revistacienciaagropecuaria.ac.pa/index.php/ciencia-agropecuaria/article/view/134/98>
- Hernández, R., & Rojas, P. (2011). *Estudio del mucílago de cacao (Theobroma cacao L.) con fines de aprovechamiento industrial y artesanal, en Barlovento, Estado Miranda*. Tesis de pregrado, Universidad central de Venezuela] Repositorio Institucional de la UCV.
- Hidalgo, R. 2003. *Variabilidad genética y caracterización de especies vegetales. In Análisis estadístico de datos de caracterización morfológica de recursos filogenéticos*.<http://www.biodiversityinternational.org/publications/pdf/894.pdf> p 2-26.
- InfoAgro. (s.f). *El cultivo de cacao*. Revista Online. Toda la agricultura en Internet.
<https://www.infoagro.com/herbaceos/industriales/cacao2.htm>
- Jorge, P. A. (2018). *Efecto de entomopatógenos y un insecticida químico en el control del “Mazorquero del cacao” (Carmenita foraseminis Busck (Eichlin)) en el caserío*

- de Pumahuasi*. [Tesis pregrado. Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio Institucional de la UNAS. https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14292/1460/ABJP_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Justo, L. E. (2019). *Caracterización botánico-agronómica de seis clones de cacao (Theobroma cacao L.) de la Colección Mendis Paredes en Castillo Grande*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva] Repositorio Institucional de la UNAS. <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1659>.
- Lares, M. del C., Gutiérrez, R., Pérez, E., & Álvarez, C. (2012). Efecto del tostado sobre las propiedades físicas, fisicoquímicas, composición proximal y perfil de ácidos grasos de la manteca de granos de cacao del estado Miranda, Venezuela. *Revista Científica UDO Agrícola*, 12(2), 439–446. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4688626>
- López-Hernández, J. A., Ortiz-Mejía, F. N., Parada-Berrios, F. A., Lara-Ascencio, F., & Vásquez-Osegueda, E. A. (2022). Caracterización morfoagronómica de cacao criollo (*Theobroma cacao* L.) y su incidencia en la selección de germoplasma promisorio en áreas de presencia natural en El Salvador. *Revista Minerva*, 2(1), 31–50. <https://doi.org/10.5377/revminerva.v2i1.12523>
- López, H. J. A., & Ortiz, M. F. N. (2018). *Caracterización morfo agronómica del cacao (Theobroma cacao L.) y su incidencia en la selección de germoplasma promisorio en áreas de presencia natural en el Salvador*. [Tesis de pregrado. Universidad de El Salvador]. Repositorio Institucional de la UES. <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/19026/1/13101680.pdf>.
- Macavilca, L. A. (2023). *Caracterización morfológica, agronómica y sensorial de tres clones promisorios de Theobroma cacao L. en la zona de Rio Tambo* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú] Repositorio de la UNCP. https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/10377/T010_75209407_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Martínez, W. J. (2007). *Caracterización morfológica y molecular del Cacao Nacional Boliviano y de selecciones élites del Alto Beni, Bolivia*. [Tesis de posgrado. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza]. Repositorio Institucional de CATIE. https://www.worldcocoafoundation.org/wp-content/uploads/files_mf/julymartinez2007.pdf

- Ministro de Agricultura y Riego - MINAGRI. (2016). *Estudio del Cacao en el Perú y el Mundo. Situación Actual y Perspectivas en el Mercado Nacional e Internacional al 2015*. <https://camcafeperu.com.pe/admin/recursos/publicaciones/Estudio-cacao-Peru-y-Mundo.pdf>
- Paredes, A.M. (2004). *Manual del cultivo del cacao*. Programa para el Desarrollo de la Amazonia Proamazonia. Ministerio de Agricultura. Perú. <http://canacacao.org/wp-content/uploads/Cultivo-del-Cacao-Amazonas-Peru-2004.pdf>
- Phillips-Mora, W., Arciniegas-Leal, A., Mata-Quirós, A., & Motamayor-Arias, J. (2012). *Catálogo de clones de cacao seleccionados por el CATIE para siembras comerciales*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Programa de Mejoramiento Genético de Cacao. <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/7280>
- Prado, M. F. (2019). *Caracterización agronómica y morfológica de fruto y semilla de cuatro clones promisorios de cacao (Theobroma cacao L.), Kimbiri, Cusco*. [Tesis de pregrado. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga] Repositorio Institucional de la UNSCH. http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/UNSCH/3602/1/TESIS%20AF11_Pra.pdf
- Quevedo, J., Ramírez, M., Zhiminaicela, J., Noles, M., Quezada, C., & Aguilar, S. (2020). DIVERSIDAD MORFOAGRONÓMICA: CARACTERIZACIÓN DE 650 ÁRBOLES DE THEOBROMA CACAO L. *Revista Universidad y Sociedad*, 12(6), 14–21.
- Ramírez-guillermo, M. Á., Lagunes-espinoza, L. C., Ortiz-garcía, C. F., Gutiérrez, O. A., & de la Rosa-Santamaría, R. (2018). Variación Morfológica de Frutos y semillas de cacao (*Theobroma cacao* L.) de Plantaciones en Tabasco, México. *Revista Fitotec.Mex*, 41(2), 117–125. <https://repositorio.unas.edu.pe/server/api/core/bitstreams/d8ed08b6-bf66-4656-81c5-914bcd7c13c3/content>
- Ramírez, M. (2003). “*Efecto de la polinización artificial y la aplicación de oxido cuproso en el rendimiento del cacao (Theobroma cacao L.) en Tingo María*” [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio Institucional UNAS. <https://repositorio.unas.edu.pe/server/api/core/bitstreams/d8ed08b6-bf66-4656-81c5-914bcd7c13c3/content>

- Ramos Ospino, A., Gómez Alvaréz, M., Machado-Sierra, E., & Aranguren, Y. (2020). Caracterización fenotípica y genotípica de cultivares de cacao (*Theobroma cacao* L.) de Dibulla, La Guajira, Colombia. *Ciencia & Tecnología Agropecuaria*, 21(3), 1–17. https://doi.org/10.21930/rcta.vol21_num3_art:1557
- Rivera, T. (2023). *Efecto de la aplicación de yodo en la germinación de semilla de cacao (Theobroma cacao)* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato] Repositorio Institucional de la UTA. <https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/33a538cf-7429-497e-ac55-1344cab6728f/content>
- Sánchez, E. N. (2017). *Efecto de tipos de secado del cacao (Theobroma cacao L.) CCN-51 en la preservación de polifenoles totales y antocianinas*. [Tesis de pregrado. Universidad Nacional de San Martín]. Repositorio Institucional de la UNSM. <https://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/2460>
- Sánchez, F., Zambrano, J., Vera, J., Ramos, R., Gárces, F., & Vásconez, G. (2014). Productividad de clones de cacao tipo nacional en una zona del bosque húmedo tropical de la provincia de Los ríos, Ecuador. *Ciencia y Tecnología*, 7(1), 33–41. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5070159>
- Samper, H. J. (2023). *Identificación de características morfoagronómicas en el cultivo de cacao criollo (Theobroma cacao L.) de cuatro años de establecido en la Estación Experimental y de Prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas* [Tesis de pregrado, Universidad de El Salvador Facultad] Repositorio Institucional de la UES]. <https://oldri.ues.edu.sv/id/eprint/31700/1/13101847.pdf>
- Secretaría Pro Tempore del TCA (SPT del TCA) & Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP). (1997). *Cultivo de frutales nativos amazónicos*. Lima, Perú. <http://otca.org/wp-content/uploads/2021/02/Cultivo-de-Frutales-Nativos-Amazonicos-Manual-para-el-Extensionista.pdf>
- Sosa, E. J. (2021). “*Variación morfológica de frutos y semillas de cacao (Theobroma cacao L.) de plantaciones de Huimanguillo y Cunduacán, Tabasco*” [Tesis de pregrado, Instituto Tecnológico de Huimanguillo]. Repositorio Institucional de ITH. [http://51.143.95.221/bitstream/TecNM/4206/1/Variación morfológica de frutos y semillas de cacao %28Theobroma cacao L.%29 de plantaciones.pdf](http://51.143.95.221/bitstream/TecNM/4206/1/Variación%20morfológica%20de%20frutos%20y%20semillas%20de%20cacao%20Theobroma%20cacao%20L.%20de%20plantaciones.pdf)
- Ventura, M., & González, A. (2016). Selección de árboles de cacao (*Theobroma cacao* L.) por características de rendimiento e indicadores de calidad. *APF*, 2(1), 65–68. <https://www.sodiaf.org.do/apf/index.php/apf/article/view/21>

Zarate, M. (2024). *Dosis de Trichoderma y Microorganismos Eficaces en el crecimiento de plántulas injertadas en tres clones de cacao (Theobroma cacao L.), 550 msnm, Unión Asháninka, Cusco, 2023* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Cristobal de Huamanga] Repositorio Institucional de la UNSCH]. <https://repositorio.unsch.edu.pe/server/api/core/bitstreams/238fa880-b6c3-4072-989b-15b950b67376/content>

ANEXOS

Anexo 1. Panel fotográfico



Fotografía 1. Clones de *Theobroma cacao* L. Color del fruto inmaduro.



Fotografía 2. Registro de las características de los clones de CCN-51 (*Theobroma cacao* L.)



Fotografía 3. Registro de las características de los clones de Villa Vista (*Theobroma cacao* L.)



Fotografía 4. Registro de las características de los clones de VRAE 15 (*Theobroma cacao* L.)



Fotografía 5. Procesamiento de muestras en el laboratorio de los clones de VRAE 15, CCN-51 y Villa Vista (*Theobroma cacao* L.)



Fotografía 6. Procesamiento de muestras en el laboratorio de los clones de VRAE 15, CCN-51 y Villa Vista (*Theobroma cacao* L.)



Fotografía 7. Procesamiento de muestras en el laboratorio de los clones de VRAE 15, CCN-51 y Villa Vista (*Theobroma cacao* L.)

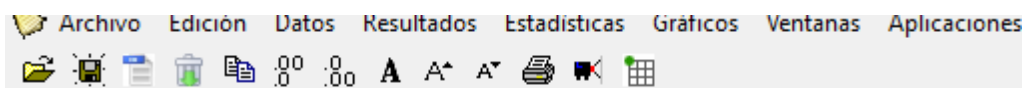


Fotografía 8. Procesamiento de muestras de las semillas en el laboratorio de los clones de VRAE 15, CCN-51 y Villa Vista (*Theobroma cacao* L.)



Fotografía 9. Procesamiento de muestras de las semillas en el laboratorio de los clones de VRAE 15, CCN-51 y Villa Vista (*Theobroma cacao* L.)

Anexo 2. Registro de datos de campo y análisis estadístico con el software Infostat



Lfruto 75 0.64 0.63 8.23

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	357.24	2	178.62	64.50	<0.0001
Var	357.24	2	178.62	64.50	<0.0001
Error	199.40	72	2.77		
Total	556.65	74			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 2.7695 gl: 72

Var	Medias	n	E.E.	
CCN51	22.48	25	0.33	A
VRAE 15	20.91	25	0.33	B
V.Vista	17.27	25	0.33	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.0$)

Dfruto

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Dfruto	75	0.64	0.62	4.91

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	22.32	2	11.16	62.64	<0.0001
Var	22.32	2	11.16	62.64	<0.0001
Error	12.83	72	0.18		
Total	35.15	74			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.1782 gl: 72

Var	Medias	n	E.E.	
CCN51	9.28	25	0.08	A
VRAE 15	8.59	25	0.08	B
V.Vista	7.94	25	0.08	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.0$)

ANAVA

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RelaLD	75	0.44	0.42	6.15

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1.16	2	0.58	27.91	<0.0001
Var	1.16	2	0.58	27.91	<0.0001
Error	1.50	72	0.02		
Total	2.67	74			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.0209 gl: 72

Var	Medias	n	E.E.	
VRAE 15	2.44	25	0.03	A
CCN51	2.43	25	0.03	A
V.Vista	2.17	25	0.03	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes

Pfruto

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Pfruto	75	0.39	0.38	8.88

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	170163.31	2	85081.65	23.50	<0.0001
Var	170163.31	2	85081.65	23.50	<0.0001
Error	260634.24	72	3619.92		
Total	430797.55	74			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 3619.9200 gl: 72

Var	Medias	n	E.E.	
CCN51	734.00	25	12.03	A
VRAE 15	681.60	25	12.03	B
V.Vista	617.52	25	12.03	C

ANAVA

J-R Port = disabled/LF

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Nsemilla	75	0.07	0.05	17.15

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	343.55	2	171.77	2.91	0.0610
Var	343.55	2	171.77	2.91	0.0610
Error	4253.20	72	59.07		
Total	4596.75	74			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 59.0722 gl: 72

Var	Medias	n	E.E.	
V.Vista	46.36	25	1.54	A
CCN51	46.32	25	1.54	A
VRAE 15	41.80	25	1.54	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

ANAVA

J-R Port = disabled/LF

LSEMILLA 90 0.23 0.21 6.32

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.67	2	0.34	12.91	<0.0001
var	0.67	2	0.34	12.91	<0.0001
Error	2.27	87	0.03		
Total	2.94	89			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.0261 gl: 87

var	Medias	n	E.E.	
v.Vista	2.68	30	0.03	A
VRA15	2.51	30	0.03	B
CCN51	2.48	30	0.03	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

DSEMILLA

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DSEMILLA 90	0.59	0.58	5.38	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.70	2	0.35	61.49	<0.0001
var	0.70	2	0.35	61.49	<0.0001
Error	0.49	87	0.01		
Total	1.19	89			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.0057 gl: 87

var	Medias	n	E.E.	
v.Vista	1.52	30	0.01	A
CCN51	1.34	30	0.01	B
VRA15	1.34	30	0.01	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

ANAVA

J-R Port = disabled/LF

PFSSCONMUCI 75 0.16 0.14 18.11

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	14763.84	2	7381.92	6.95	0.0017
var	14763.84	2	7381.92	6.95	0.0017
Error	76469.04	72	1062.07		
Total	91232.88	74			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 1062.0700 gl: 72

var	Medias	n	E.E.	
CCN51	199.72	25	6.52	A
V.Vista	171.64	25	6.52	B
VRAE 15	168.52	25	6.52	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

PFSSINMUCI

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PFSSINMUCI 75	0.36	0.34	19.78	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	20792.88	2	10396.44	20.45	<0.0001
var	20792.88	2	10396.44	20.45	<0.0001
Error	36596.00	72	508.28		
Total	57388.88	74			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 508.2778 gl: 72

var	Medias	n	E.E.	
CCN51	131.36	25	4.51	A
V.Vista	119.00	25	4.51	A
VRAE 15	91.52	25	4.51	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

ANAVA

J-R Port = disabled/LF

PSPFCONTESTA 75 0.33 0.32 18.27

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4658.96	2	2329.48	18.11	<0.0001
var	4658.96	2	2329.48	18.11	<0.0001
Error	9262.56	72	128.65		
Total	13921.52	74			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 128.6467 gl: 72

var	Medias	n	E.E.	
CCN51	71.24	25	2.27	A
V.Vista	63.00	25	2.27	B
VRAE 15	52.00	25	2.27	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05).

PSPSSINTESTA

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PSPSSINTESTA	75	0.28	0.26	18.51

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3237.68	2	1618.84	13.88	<0.0001
var	3237.68	2	1618.84	13.88	<0.0001
Error	8399.60	72	116.66		
Total	11637.28	74			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 116.6611 gl: 72

var	Medias	n	E.E.	
CCN51	66.00	25	2.16	A
V.Vista	59.12	25	2.16	B
VRAE 15	49.96	25	2.16	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05).

ANAVA

J-R Port = disabled/LF

Porc Muci 65 0.47 0.45 18.69

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2562.39	2	1281.20	27.51	<0.0001
var	2562.39	2	1281.20	27.51	<0.0001
Error	2887.04	62	46.57		
Total	5449.44	64			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 46.5652 gl: 62

var	Medias	n	E.E.	
VRAE 15	45.63	20	1.53	A
CCN51	34.52	20	1.53	B
V.Vista	30.78	25	1.36	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Archivo Edición Datos Resultados Estadísticas Gráficos Ventanas

Resultados

Nueva tabla : 10/08/2024 - 05:20:24 p. m. - [Vers

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Porc test	65	0.32	0.30	31.36

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	105.19	2	52.59	14.80	<0.0001
var	105.19	2	52.59	14.80	<0.0001
Error	220.34	62	3.55		
Total	325.53	64			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 3.5539 gl: 62

var	Medias	n	E.E.
CCN51	7.33	20	0.42 A
V.Vista	6.42	25	0.38 A
VRAE 15	4.19	20	0.42 B

Medias con una letra común no son significativamente dif

Archivo Edición Datos Resultados Estadísticas Gráficos Ventanas Aplicaciones Ayuda

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rphum/psec	65	0.28	0.26	10.77

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2.44	2	1.22	12.25	<0.0001
var	2.44	2	1.22	12.25	<0.0001
Error	6.18	62	0.10		
Total	8.62	64			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.0997 gl: 62

var	Medias	n	E.E.
VRAE 15	3.22	20	0.07 A
CCN51	2.86	20	0.07 B
V.Vista	2.76	25	0.06 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

indimazo

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
indimazo	65	0.09	0.07	20.69

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	395417.88	2	197708.94	3.23	0.0463
var	395417.88	2	197708.94	3.23	0.0463
Error	3794545.17	62	61202.34		
Total	4189963.06	64			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 61202.3415 gl: 62

var	Medias	n	E.E.
V.Vista	1267.77	25	49.48 A
CCN51	1218.71	20	55.32 A B
VRAE 15	1082.79	20	55.32 B

ANAVA

J-R Port = disabled/LF

var	Variable	n	Media	D.E.	Min	Máx
CCN51	Porc Muci	20	34.52	3.49	27.56	42.17
CCN51	Porc test	20	7.33	1.88	3.85	12.00
CCN51	Rphum/psec	20	2.86	0.21	2.59	3.37
CCN51	indimazo	20	1218.71	208.09	1000.00	1781.25
V.Vista	Porc Muci	25	30.78	10.17	18.81	60.89
V.Vista	Porc test	25	6.42	2.07	3.33	12.20
V.Vista	Rphum/psec	25	2.76	0.40	2.29	4.29
V.Vista	indimazo	25	1267.77	246.54	1036.36	1838.71
VRAE 15	Porc Muci	20	45.63	3.03	41.73	53.33
VRAE 15	Porc test	20	4.19	1.64	1.89	9.76
VRAE 15	Rphum/psec	20	3.22	0.27	2.75	3.86
VRAE 15	indimazo	20	1082.79	282.20	897.96	2200.00

Anexo 3. Tablas de evaluación realizada en campo y laboratorio.

VILLA VISTA	
Color del fruto inmaduro (dos meses de edad)	verde
Color de fruto maduro	amarillo
Forma del fruto	abovado
Forma del ápice del fruto	atenuada
Forma de constricción basal del fruto	fuerte
Rugosidad de la superficie del fruto	intermedio
Grosor de cáscara hasta el nivel del lomo	delgada
Dureza de la cáscara	dura
Separación de un par de lomos del fruto	intermedio
Profundidad de surcos hasta el nivel del lomo del fruto	ligero
Forma de semilla en sección longitudinal	irregular
Forma de semilla en sección transversal	aplanado
Color de los cotiledones de la semilla	morado

CCN-51	
Color del fruto inmaduro (dos meses de edad)	rojo
Color de fruto maduro	anaranjado
Forma del fruto	oblonga
Forma del ápice del fruto	apezonada
Forma de constricción basal del fruto	intermedio
Rugosidad de la superficie del fruto	fuerte
Grosor de cáscara hasta el nivel del lomo	intermedio
Dureza de la cáscara	dura
Separación de un par de lomos del fruto	intermedio
Profundidad de surcos hasta el nivel del lomo del fruto	fuerte
Forma de semilla en sección longitudinal	elíptica
Forma de semilla en sección transversal	intermedio
Color de los cotiledones de la semilla	morado

VRAE 15	
Color del fruto inmaduro (dos meses de edad)	rojo
Color de fruto maduro	rojo
Forma del fruto	oblonga
Forma del ápice del fruto	atenuada
Forma de constricción basal del fruto	intermedio
Rugosidad de la superficie del fruto	intermedia
Grosor de cáscara hasta el nivel del lomo	intermedia
Dureza de la cáscara	dura
Separación de un par de lomos del fruto	amplia
Profundidad de surcos hasta el nivel del lomo del fruto	fuerte
Forma de semilla en sección longitudinal	irregular
Forma de semilla en sección transversal	intermedia
Color de los cotiledones de la semilla	morado

VILLA VISTA																										
Tamaño del fruto: longitud		18.5	21	22	18	18	16	14	18	19	19	18.00	16.00	18.00	18.00	19.20	15.10	17.30	14.70	17.00	16.50	16.7	16	15.5	16.5	14.8
Tamaño del fruto: diámetro		8.3	8.2	8.9	7.9	7.8	7.6	7	8.8	8.8	8.4	8.7	7.3	8.2	8.6	8.8	7.2	7.5	7.6	7.9	7.2	7.9	7.3	7.4	7.9	7.4
Relación lago/ancho del fruto		2.229	2.56	2.47	2.3	2.2	2.11	2	2	2.2	2.2	2.069	2.19	2.195	2.09	2.182	2.1	2.31	1.93	2.15	2.29	2.11	2.1	2.09	2.09	2
Peso del fruto		610	600	636	620	604	628	594	612	624	620	630	634	652	614	631	629	600	588	619	602	625	621	630	611	604
Número de semillas por fruto		52	42	53	49	42	41	31	51	49	51	53	51	49	44	53	54	37	33	50	32	53	55	51	48	35
Tamaño de la semilla longitud		2.6	2.7	2.7	2.5	2.6	2.8	2.7	2.7	2.7	2.6	2.8	2.7	2.6	2.7	2.7	2.5	2.6	2.8	2.7	2.7	2.6	2.8	2.7	2.5	2.6
Tamaño de la semilla diámetro		1.5	1.5	1.6	1.5	1.5	1.6	1.6	1.4	1.5	1.6	1.5	1.5	1.6	1.5	1.6	1.4	1.5	1.5	1.5	1.6	1.5	1.6	1.4	1.5	1.5
Peso de la semilla por fruto (peso fresco con mucilago)		174	203	211	170	165	144	180	199	152	210	218	195	215	176	203	148	146	116	165	134	192	132	178	146	119
Peso de la semilla por fruto (peso fresco sin mucilago)		139	165	164	132	108	93	71	135	98	130	145	150	145	122	162	92	96	86	131	108	114	73	108	112	96
Peso de la semilla por fruto (peso seco con testa)		70	78	84	66	61	52	42	72	53	71	76	78	75	74	82	50	57	48	61	52	66	38	64	53	52
Peso de la semilla por fruto (peso seco sin testa)		63	73	78	63	57	48	37	68	49	67	73	74	71	71	77	47	54	45	59	47	63	36	61	49	48
Peso húmedo promedio de la semilla		124																								
Peso seco promedio de la semilla		57																								
Porcentaje de mucilago		20.23	18.8	22.4	22	35	35.7	61	32	36	38	33.64	23.2	32.71	30.9	20.3	38.1	34.5	26.1	20.7	19.5	40.8	45	39.5	23.4	19.5
Porcentaje de testa		10.14	6.49	7.23	4.6	6.7	7.84	12	5.6	7.7	5.7	4	5.19	5.405	4.11	6.173	6.12	5.36	6.38	3.33	9.8	4.62	5.4	4.76	7.69	7.84
Relación peso húmedo/peso seco de la semilla		2.486	2.6	2.51	2.6	2.7	2.77	4.3	2.8	2.9	3	2.868	2.5	2.867	2.38	2.476	2.96	2.56	2.42	2.7	2.58	2.91	3.5	2.78	2.75	2.29
Índice de mazorca	16.77																									
Rendimiento	800																									

VRAE 15																					
Tamaño del fruto: longitud		20.4	20.4	19.7	20	22	21.9	22	18	21	21	21.7	23.8	21.3	22.8	22.2	23.1	20.4	18.9	20.2	21.7
Tamaño del fruto: diámetro		8.5	8.3	8.8	8.8	9	8.7	8.7	8.4	8.6	8.9	8.4	8.9	8.9	8.9	8.7	8.8	8.2	8.1	8.2	8.7
Relación lago/ancho del fruto		2.4	2.46	2.24	2.3	2.5	2.52	2.6	2.2	2.4	2.3	2.583	2.67	2.393	2.56	2.552	2.63	2.49	2.33	2.46	2.49
Peso del fruto		651	562	668	704	722	724	791	560	636	725	647	794	736	910	730	727	636	540	588	776
Número de semillas por fruto		40	43	45	40	38	43	46	20	43	47	49	49	46	48	45	46	43	42	34	37
Tamaño de la semilla longitud		2.4	2.5	2.6	2.2	2.4	2.6	2.6	2.5	2.5	2.5	2.6	2.7	2.5	2.4	2.4	2.5	2.6	2.5	2.6	2.5
Tamaño de la semilla diametro		1.3	1.4	1.4	1.2	1.3	1.3	1.4	1.3	1.3	1.3	1.4	1.5	1.3	1.4	1.3	1.4	1.3	1.4	1.4	1.3
Peso de la semilla por fruto (peso fresco con mucilago)		140	153	180	142	188	146	211	88	165	185	167	204	188	186	201	168	183	149	149	224
Peso de la semilla por fruto (peso fresco sin mucilago)		82	87	97	79	101	82	99	50	91	95	96	118	104	103	109	93	104	76	83	109
Peso de la semilla por fruto (peso seco con testa)		51	54	57	47	58	49	55	28	52	57	52	65	61	58	61	53	58	42	46	58
Peso de la semilla por fruto (peso seco sin testa)		48	53	55	46	56	47	53	27	50	55	50	63	58	55	59	53	55	38	44	56
Peso húmedo promedio de la semilla		96																			
Peso seco promedio de la semilla		44																			
Porcentaje de mucilago		41.73	43.4	46.4	45	47	44.1	53	44	45	49	42.77	42.4	44.92	44.9	46	44.9	43.4	49.3	44.6	51.6
Porcentaje de testa		6	1.89	3.57	2.2	3.5	4.17	3.7	3.7	3.9	3.6	3.922	3.13	5	5.26	3.333	0	5.26	9.76	4.44	3.51
Relación peso húmedo/peso seco de la semilla		2.745	2.83	3.16	3	3.2	2.98	3.8	3.1	3.2	3.2	3.212	3.14	3.082	3.21	3.295	3.17	3.16	3.55	3.24	3.86
Índice de mazorca	19.16																				
Rendimiento	703																				



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
Bach. OSHIN YESSENIA CISNEROS CABRERA
R.D. N° 084-2025-UNSCH-FCA-D

En la ciudad de Ayacucho a los catorce días del mes de julio del año dos mil veinticinco, siendo las dieciocho horas, se reunieron en el auditorio de la Facultad de Ciencias Agrarias, bajo la presidencia del Dr. Felipe Escobar Ramírez Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias; los miembros del jurado conformado por la M.Sc. Walter Augusto Mateu Mateo, Dr. Brian Adonai Medina Gómez como asesor, Mtro. Juan Aníbal Galindo Galindo y el Ing. Edison Rodríguez Palomino; actuando como secretario de actas el Mtro. Rodolfo Alca Mendoza, para recibir la sustentación de la Tesis titulado: **Caracterización morfo-agronómico del fruto y semilla de tres clones de cacao (*Theobroma cacao* L.), Pichari, Cusco, 2023**, para obtener el Título Profesional de Ingeniera Agroforestal, presentado por la Bachiller **OSHIN YESSENIA CISNEROS CABRERA**.

El señor Decano previa verificación de los documentos exigidos solicitó se proceda con la sustentación y posterior defensa de la tesis en un periodo de cuarenta y cinco minutos de acuerdo al reglamento de grados y títulos vigente. Terminado la exposición, los miembros del Jurado, formularon sus preguntas, aclaraciones y/o observaciones correspondientes. Luego se invito a los miembros del jurado pasar a otra aula para la deliberacion y calificación del trabajo de tesis, teniendo el siguiente resultado:

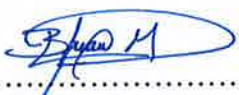
Jurado evaluador	Exposición	Respuestas a las preguntas	Generación de conocimiento	Promedio
M.Sc. Walter Augusto Mateu Mateo	14	15	15	15
Dr. Brian Adonai Medina Gómez	18	18	18	18
Mtro. Juan Aníbal Galindo Galindo	15	14	14	14
Ing. Edison Rodríguez Palomino	15	14	14	14
PROMEDIO GENERAL				15

OBSERVACION: Por acuerdo unánime de los miembros del jurado, el titulo debe ser: **Caracterización morfo-agronómica del fruto y semilla de tres clones de cacao (*Theobroma cacao* L.), Pichari, Cusco, 2023**

Acto seguido se invita al sustentante y publico en general para dar a conocer el resultado final. Firman el acta.



M.Sc. Walter Augusto Mateu Mateo
Presidente



Dr. Brian Adonai Medina Gómez
Asesor



Mtro. Juan Aníbal Galindo Galindo
Jurado



Ing. Edison Rodríguez Palomino
Jurado



Mtro. Rodolfo Alca Mendoza
Secretario Docente



UNSCH

FACULTAD DE CIENCIAS
AGRARIAS

CONSTANCIA DE CONTROL DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

El que suscribe, miembro de la comisión de docentes instructores responsables de operativisar, verificar, garantizar y controlar la originalidad de los trabajos de **TESIS** de la Facultad de Ciencias Agrarias, de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, autorizado por R.C.F. N° N° 005-2024-UNSCH-FCA-CF; hace constar que el trabajo titulado;

Caracterización morfo-agronómica del fruto y semilla de tres clones de cacao (*Theobroma cacao* L.), Pichari, Cusco, 2023

Autor : Oshin Yessenia CISNEROS CABRERA

Asesor : Brian Adonai MEDINA GÓMEZ

Ha sido sometido al control de originalidad mediante el software TURNITIN UNSCH, acorde al Reglamento de originalidad de trabajos de Tesis, aprobado mediante la RCU N° 039-2021-UNSCH-CU, arrojando un resultado de veinticinco por ciento **(25 %)** de índice de similitud, realizado con **depósito de trabajos estándar**.

En consecuencia, se otorga la presente Constancia de Originalidad para los fines pertinentes.

Nota: Se adjunta el resultado con Identificador de la entrega: 2725480409

Ayacucho, 04 de agosto de 2025

UNIVERSIDAD NACIONAL DE
SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
Facultad de Ciencias Agrarias
Ing. Edgar Tenorio Mancilla
Coordinador de Control de originalidad de
trabajo de Investigación Tesis FCA

Caracterización morfo- agronómica del fruto y semilla de tres clones de cacao (Theobroma cacao L.), Pichari, Cusco, 2023

por Oshin Yessenia CISNEROS CABRERA

Fecha de entrega: 04-ago-2025 10:26p. m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2725480409

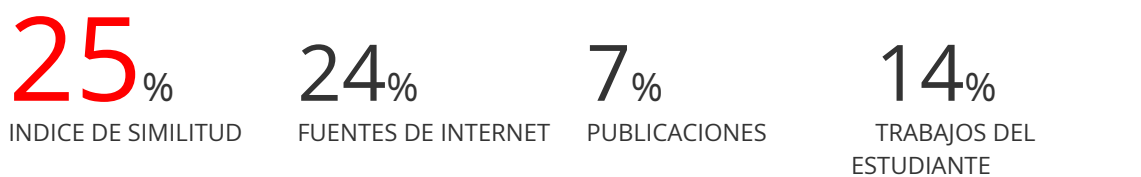
Nombre del archivo: TESIS_OSHIN_YESSENIA_CISNEROS_CABRERA_EPIAF.pdf (4.58M)

Total de palabras: 26167

Total de caracteres: 138650

Caracterización morfo-agronómica del fruto y semilla de tres clones de cacao (*Theobroma cacao* L.), Pichari, Cusco, 2023

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	9%
2	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	3%
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
4	repositorio.unapiquitos.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	www.worldcocoaafoundation.org Fuente de Internet	1%
6	oldri.ues.edu.sv Fuente de Internet	1%
7	repositorio.unas.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	vdocumento.com Fuente de Internet	1%
9	ri.ues.edu.sv Fuente de Internet	1%
10	Submitted to Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas Trabajo del estudiante	1%

11	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	1 %
12	scielo.sld.cu Fuente de Internet	<1 %
13	www.researchgate.net Fuente de Internet	<1 %
14	proyectos.idiap.gob.pa Fuente de Internet	<1 %
15	alicia.concytec.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
16	revistas.ues.edu.sv Fuente de Internet	<1 %
17	Angélica Ramos Ospino, Margarita Gómez Alvaréz, Elwi Machado-Sierra, Yani Aranguren. "Caracterización fenotípica y genotípica de cultivares de cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.) de Dibulla, La Guajira, Colombia", <i>Ciencia & Tecnología Agropecuaria</i> , 2020 Publicación	<1 %
18	cienciasagricolas.inifap.gob.mx Fuente de Internet	<1 %
19	docplayer.es Fuente de Internet	<1 %
20	udoagricola.orgfree.com Fuente de Internet	<1 %
21	saber.ucv.ve Fuente de Internet	<1 %
22	rinacional.tecnm.mx Fuente de Internet	<1 %

23	Submitted to Universidad San Ignacio de Loyola Trabajo del estudiante	<1 %
24	agroaldia.minagri.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
25	repositorio.uleam.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
26	www.bioversity Fuente de Internet	<1 %
27	Submitted to Universidad Francisco de Vitoria Trabajo del estudiante	<1 %
28	www.udla.edu.co Fuente de Internet	<1 %
29	Submitted to ITESM: Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey Trabajo del estudiante	<1 %
30	purl.org Fuente de Internet	<1 %
31	Submitted to Universidad de Costa Rica Trabajo del estudiante	<1 %
32	repositorio.catie.ac.cr Fuente de Internet	<1 %
33	Eloy López Medina, Angélica López Zabaleta, Armando Efraín Gil Rivero, José Mostacero León et al. "Morfometría de frutos y semillas del "ají mochero" Capsicum chinense Jacq.", Ciencia & Tecnología Agropecuaria, 2020 Publicación	<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo

Caracterización morfo-agronómica del fruto y semilla de tres clones de cacao (*Theobroma cacao* L.), Pichari, Cusco, 2023

Oshin Yessenia Cisneros Cabrera¹

oshin.cisneros.28@unsch.edu.pe

Brian Adonai Medina Gómez²

brian.medina@unsch.edu.pe

Áreas de investigación: Medio Ambiente

Línea de investigación: Sistemas de Producción Agrícola

RESUMEN

La investigación se desarrolló en el Centro Poblado de Puerto Mayo, distrito de Pichari a 556 msnm, Cusco; con el objetivo de: a) Evaluar las características morfológicas del fruto y semilla de tres clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) del VRAE. b) Describir las características agronómicas del fruto y semilla relacionadas con el rendimiento de fruto del cacao de tres clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) del VRAE. Para lo cual se identificó tres clones de cacao (Villa Vista, CCN-51 y VRAE 15). Los resultados encontrados fueron: las características morfológicas del fruto, los clones Villa Vista y CCN-51, tienen características similares, respecto a la dureza de la cáscara dura, separación de un par de lomos del fruto intermedio, color de los cotiledones de la semilla morado. Asimismo, los clones Villa Vista y VRAE 15, forma del ápice del fruto atenuada, rugosidad de la superficie del fruto intermedia, dureza de la cáscara dura, forma de semilla en sección longitudinal irregular, color de los cotiledones de la semilla morado. CCN-51 y VRAE 15 color del fruto inmaduro rojo, forma de fruto oblonga, forma de constricción basal del fruto intermedio, grosor de cascara hasta el nivel del lomo intermedio, dureza de la cáscara dura, profundidad del surco hasta el nivel del lomo del fruto fuerte, forma de semilla en sección transversal intermedio, color de los cotiledones de la semilla morado. En las características agronómicas, los clones CCN-51 y VRAE 15, tienen mejores cualidades respecto a los caracteres longitud, diámetro y peso de fruto, seguido por Villa Vista. Asimismo, los clones Villa Vista, CCN-51, tiene mayor número de semillas con 46.36 y 46.33 semillas por fruto. Y el clon CCN-51, tiene mejores atributos en peso de semilla con testa y sin testa, tamaño de semilla en función del peso seco de la semilla, índice de mazorca y rendimiento, seguido por los clones Villa Vista y VRAE 15. El rendimiento muestra, al clon CCN-51 como el de mayor rendimiento estadísticamente superior a los otros clones con un valor de 1 001 kg ha⁻¹ de grano.

Palabra clave: *Theobroma cacao*, características morfo-agronómicas, cultivar, clon.

Morpho-agronomic characterization of the fruit and seed of three cocoa clones (*Theobroma cacao* L.), Pichari, Cusco, 2023

Oshin Yessenia Cisneros Cabrera¹

oshin.cisneros.28@unsch.edu.pe

Brian Adonai Medina Gómez²

brian.medina@unsch.edu.pe

Research areas: Environment

Research line: Agricultural Production Systems

ABSTRACT

The research was developed in the Puerto Mayo Population Center, Pichari district at 556 meters above sea level, Cusco; with the objectives of: a) Evaluate the morphological characteristics of the fruit and seed of three cocoa clones (*Theobroma cacao* L.) from the VRAE. b) Describe the agronomic characteristics of the fruit and seed related to the fruit yield of cocoa from three cocoa clones (*Theobroma cacao* L.) from the VRAE. For which three cocoa clones were identified (Villa Vista, CCN-51 and VRAE 15). The results found were: the morphological characteristics of the fruit, the clones Villa Vista and CCN-51, have similar characteristics, with respect to the hardness of the hard shell, separation of a pair of ridges from the intermediate fruit, purple color of the cotyledons of the seed. Likewise, the clones Villa Vista and VRAE 15, attenuated fruit apex shape, intermediate fruit surface roughness, hard shell hard, irregular seed shape in longitudinal section, purple seed cotyledon color. CCN-51 and VRAE 15 immature fruit color red, oblong fruit shape, intermediate basal constriction shape of the fruit, intermediate shell thickness to the ridge level, hard shell hardness, strong groove depth to the level of the fruit ridge, intermediate seed shape in cross section, purple seed cotyledon color. In the agronomic characteristics, clones CCN-51 and VRAE 15 have better qualities regarding the characters length, diameter and weight of fruit, followed by Villa Vista. Likewise, the clones Villa Vista, CCN-51, have a higher number of seeds with 46.36 and 46.33 seeds per fruit. And the CCN-51 clone has better attributes in seed weight with and without testa, seed size based on the dry weight of the seed, cob index and yield, followed by the Villa Vista and VRAE 15 clones. The yield shows the CCN-51 clone as the one with the highest yield, statistically superior to the other clones with a value of 1 001 kg ha⁻¹ of grain.

Keyword: *Theobroma cacao*, morpho-agronomic characteristics, cultivar, clone.

I. INTRODUCCIÓN

El cacao es una planta originaria de América, aunque su origen preciso sigue siendo tema de debate. No obstante, la evidencia indica que fue transportado desde las regiones tropicales de Centroamérica a partes de Sudamérica por poblaciones indígenas nómadas migrantes, que utilizaban sus semillas como alimento. (Rivera, 2023, p. 14)

Perú se destaca como uno de los principales centros de origen del cacao, con el 60% de las variedades de cacao del mundo. La producción nacional de cacao se concentra principalmente en siete de sus dieciséis regiones: San Martín, Cusco, Junín, Ayacucho, Ucayali, Huánuco y Amazonas. En conjunto, estas regiones representan un impresionante 96% de la producción total de cacao del país. (Macavilca, 2023, p. 17)

La producción mundial de cacao supera los 4 millones de TM de granos y cinco países (Costa de Marfil, Ghana, Indonesia, Nigeria y Camerún) concentran el 84 % de la producción mundial. El continente africano es responsable del 73 % de la producción y del 64 % de la superficie sembrada; los países de América contribuyen con el 17 % de producción mundial y el 17 % del área sembrada; Asia y Oceanía aportan el 10 % de la producción y el 19 % de la superficie sembrada. (Arévalo et al 2017, p. 4)

“En el Perú se cultiva el cacao aproximadamente en 63,000 hectáreas que producen cerca de 35,000 toneladas anuales de grano de cacao, de los cuales 11,000 toneladas son procedentes del VRAEM, de una superficie cultivada de 20,000 hectáreas” (M &O Consulting S.A.C., 2008, como se citó en Prado, 2019, p. 14). “Sus poblaciones ostentan una amplia diversidad genética (entre y dentro de ellas), tanto al estado silvestre como cultivado” (García, 2010, p. 7). “Allí podemos encontrar poblaciones dispersas de cacao silvestre, cacao cultivado y especies afines al género *Theobroma*. A pesar de ello, este valioso pool genético se ve amenazado día a día por una irremediable erosión genética de consecuencias impredecibles” (García, 2008, p. 1). Frente a esta creciente degradación genética, existe la necesidad de tener información científica, respecto a los atributos morfo-agronómico del fruto y semilla de los cultivares de cacao de la localidad de Pichari, con la finalidad de identificar los parámetros productivos que poseen cada cultivar. Bajo estas condiciones se planteó los siguientes objetivos:

Objetivo general

Determinar las características morfo-agronómicas del fruto y semilla de tres clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) bajo condiciones de Pichari, Cusco, 2023

Objetivos específicos

1. Evaluar las características morfológicas del fruto y semilla de tres clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) del VRAE.
2. Describir las características agronómicas del fruto y semilla relacionadas con el rendimiento de fruto del cacao de tres clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) del VRAE.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Ubicación del experimento

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el campo de cultivo de cacao de aproximadamente de 8 años de edad en plena producción de la propiedad de la señora Sonia Beatriz Rodríguez Anyosa con 6 hectáreas de plantaciones de cacao, instalado en el centro poblado de Puerto Mayo, cuyas características de la ubicación se detalla a continuación:

Ubicación política

Departamento : Cusco

Provincia : Convención

Distrito : Pichari

Localidad : Puerto Mayo

Ubicación geográfica

Coordenadas UTM : 622707.20 m E

Coordenadas UTM : 8623081.95 m S

Altitud : 556.00 msnm.

2.2. Variables

Variable independiente (Clones de cacao)

Indicadores:

- Clon 1: CCN-51
- Clon 2: VRAE 15
- Clon 3: Villa Vista

Variable dependiente

a. Características morfológicas

- Color del fruto inmaduro (a los dos meses de edad)
- Color de fruto maduro
- Forma del fruto
- Forma del ápice del fruto
- Rugosidad de la superficie del fruto
- Constricción basal del fruto
- Dureza de la cáscara
- Grosor de cáscara hasta el nivel del lomo
- Separación de un par de lomos del fruto
- Profundidad de surcos hasta el nivel del lomo del fruto
- Forma de semilla en sección longitudinal
- Forma de semilla en sección transversal
- Color de los cotiledones de la semilla

b. Características agronómicas

- Tamaño del fruto: longitud y diámetro
- Relación lago/ancho del fruto
- Peso del fruto: fresco y seco
- Número de semillas por fruto
- Tamaño de la semilla
- Peso de la semilla por fruto
- Peso húmedo promedio de la semilla
- Peso seco promedio de la semilla
- Porcentaje de mucílago
- Porcentaje de testa
- Relación peso húmedo/peso seco semilla
- Índice de mazorca
- Rendimiento

2.3. Diseño metodológico

2.3.1. Tipo de investigación

Según grado de abstracción: aplicada, y según el objetivo: descriptivo.

2.3.2. Población y muestra

a. Población

Estuvieron conformada por las parcelas de plantaciones de tres clones de cacao en plena producción, CCN-51, VRAE 15 y Villa Vista, respectivamente, de las cuales se obtuvieron las mazorcas o frutos con fines de evaluación.

b. Muestra

Con fines de evaluación, cada clon en estudio estuvo conformado por cinco (05) plantas de cacao en producción representativas del cultivar en evaluación de las cuales, se obtuvieron cuatro (04) mazorcas o frutos por planta, haciendo un total de 20 muestras por clon. Los resultados encontrados fueron:

c. Unidad de análisis

Estuvieron formadas por las plantas de cacao de cada clon y sus caracteres morfo-agronómicas.

d. Material de cultivo de cacao

El material de cultivo de cacao, estuvo conformado por los tres clones de cacao en plena producción, CCN-51, Villa Vista y VRAE 15, de ocho años de edad, instaladas en las parcelas agrícolas de propiedad de la Señora Sonia Beatriz Rodríguez Anyosa, en el centro poblado de Puerto Mayo, distrito de Pichari.

2.4. Evaluación de las características morfológicas

La caracterización morfológica se evaluó en base al descriptor estándar de cacao publicado por el Ministerio de Agricultura - MINAG y la Comisión Nacional para el Desarrollo y Vida sin Droga - DEVIDA en el catálogo de cultivares de cacao del Perú en el año 2010 (García, 2010) y catálogo de clones de cacao seleccionados por el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza - CATIE para siembras comerciales, publicado en el año 2012. (Phillips-Mora, et al., 2012)

2.4.1. Color del fruto inmaduro

La descripción del presente parámetro en estudio se evaluó a los dos meses de edad del fruto, en base a 20 mazorcas por clon, tomando en cuenta la escala propuesta por (García, 2010).

1 = verde; 2 = verde pigmentado; y 3 = rojo



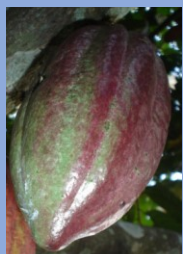


2.4.2. Color del fruto maduro

La descripción del presente parámetro en estudio, se evaluó a la madurez de cosecha del fruto, en base a n = 20 mazorcas por clon, tomando en cuenta la escala propuesta. (Phillips-Mora, et al., 2012)

1 = amarillo; 2 = verde; 3 = rojo; y 4 = anaranjado

Figura 2.1

Descripción del color de fruto inmaduro y maduro del cacao (Theobroma cacao L.)

				
Amarillo	Verde	Verde pigmentado	Rojo	Anaranjado

2.4.3. Forma del fruto

La descripción del presente parámetro en estudio, se evaluó a la madurez de cosecha del fruto, en base a n = 20 mazorcas por clon, tomando en cuenta la escala propuesta. (García, 2010)

1 = oblongo;

2 = elíptico;

3 = abovado;







4 = esférico;

5 = oblato; y

6 = ovado

Figura 2.2

Descripción de la forma del fruto de cacao (Theobroma cacao L.)

		
Oblongo	Elíptico	Abovado
		
Esférico	Oblado	Ovado

2.4.4. Forma del ápice del fruto

La descripción del presente parámetro en estudio, se evaluó a la madurez de cosecha del fruto, en base a n = 20 mazorcas por clon, tomando en cuenta la escala propuesta. (García, 2010)

1 = atenuado;

2 = agudo;

3 = obtuso;

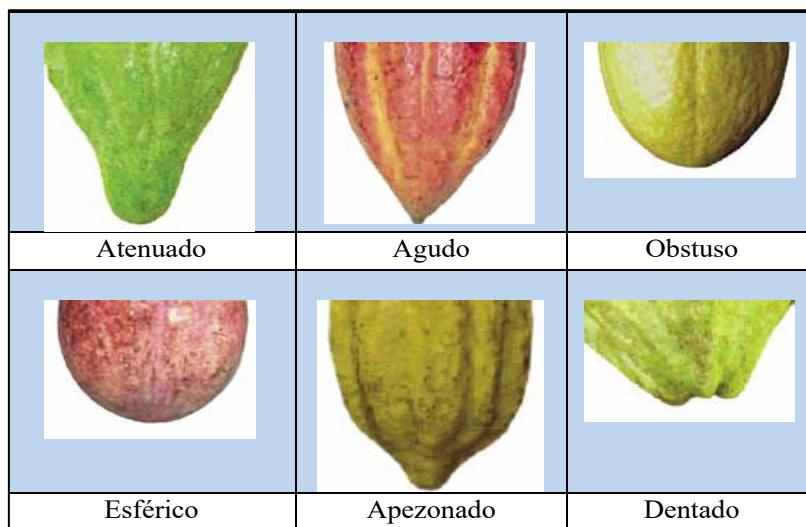
4 = esférico;

5 = apezonado; y

6 = dentado.

Figura 2.3

Descripción de la forma de ápice del fruto de cacao (*Theobroma cacao L.*)



2.4.5. Forma de constricción basal del fruto

La descripción del presente parámetro en estudio, se evaluó a la madurez de cosecha del fruto, en base a 20 mazorcas por clon, tomando en cuenta la escala propuesta. (García, 2010)

0 = ausente

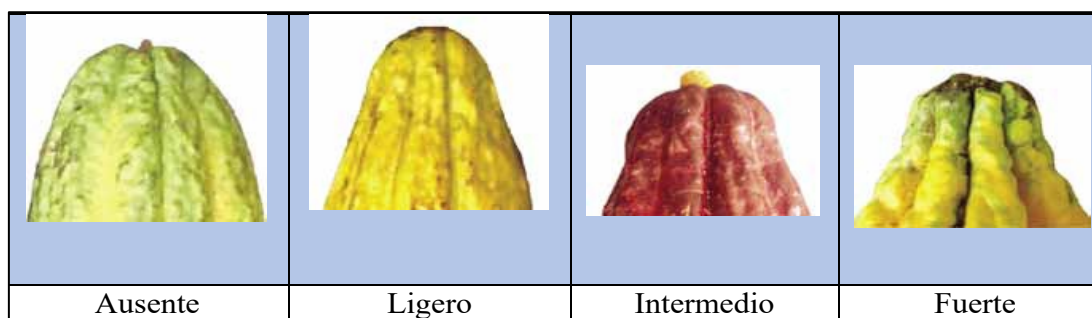
3 = ligero

5 = intermedio

7 = fuerte

Figura 2.4

Descripción de la forma de constricción basal del fruto de cacao (*Theobroma cacao L.*)



2.4.6. Rugosidad de la superficie del fruto

La descripción del presente parámetro en estudio, se evaluó a la madurez de cosecha del fruto, en base a 20 mazorcas por clon, tomando en cuenta la escala propuesta. (García, 2010)

0 = ausente (liso)

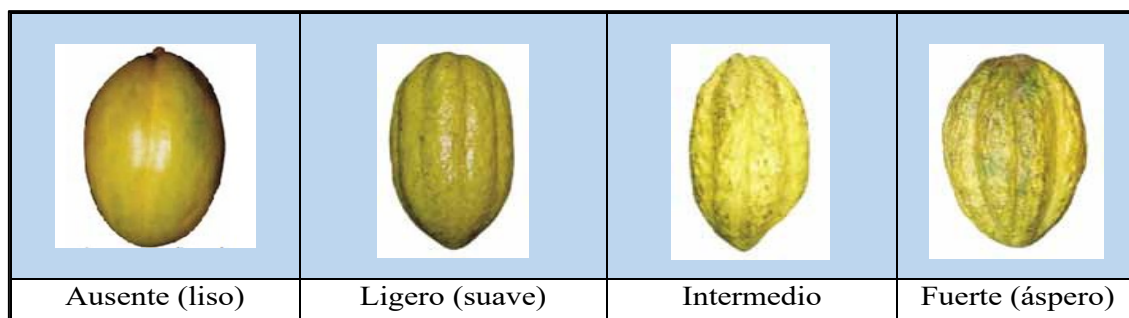
3 = ligero (suave)

5 = intermedio

7 = fuerte (áspero)

Figura 2.5

Descripción de la rugosidad de la superficie del fruto de cacao (*Theobroma cacao L.*)



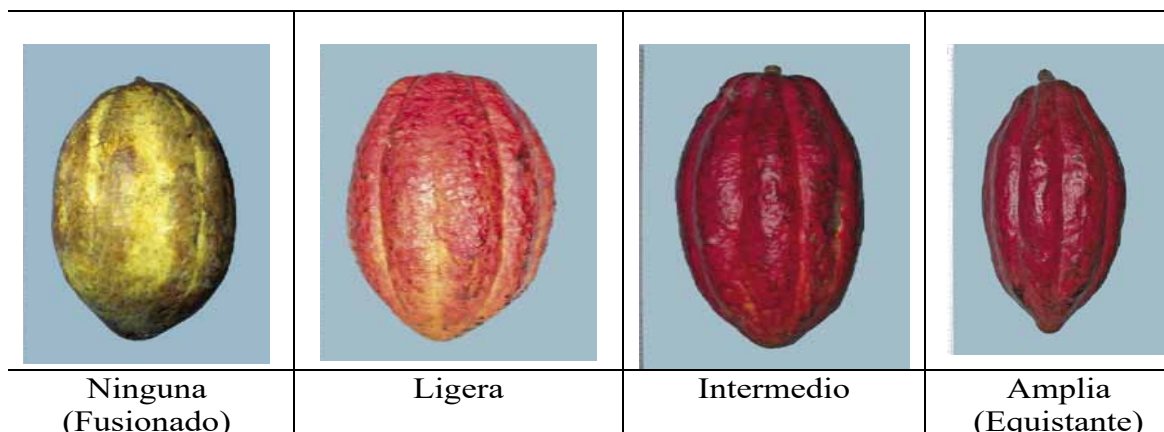
2.4.7. Separación de un par de lomos

La descripción del presente parámetro en estudio, se evaluó a la madurez de cosecha del fruto, en base a 20 mazorcas por clon, tomando en cuenta la escala propuesta. (García, 2010)

0 = ninguna (fusionado) 1 = ligera 3 = intermedio 5 = amplia (equistante)

Figura 2.6

Descripción de la separación de un par de lomos del fruto de cacao (Theobroma cacao L.)



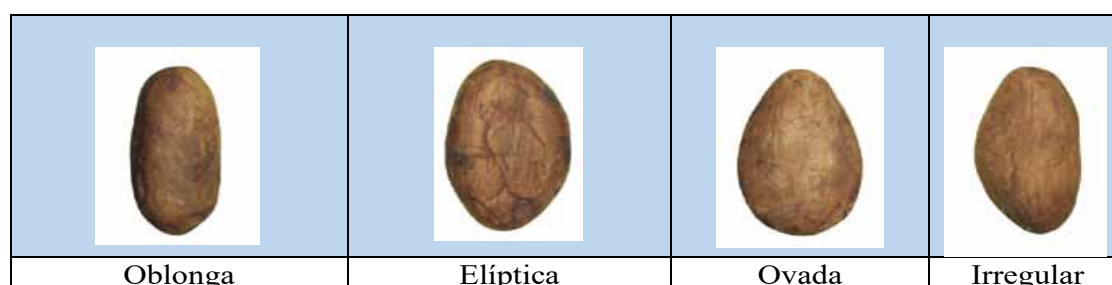
2.4.8. Forma de semilla en sección longitudinal

La descripción de las características del presente parámetro en estudio, se evaluó a la madurez de cosecha del fruto, en base a 30 semillas por clon, tomando en cuenta la escala propuesta. (García, 2010)

1 = oblonga 3 = elíptica 5 = ovada 7 = irregular

Figura 2.7

Descripción de forma de la sección longitudinal de la semilla de cacao (Theobroma cacao L.)



2.5. Evaluación de las características agronómicas

- Longitud del fruto
- Diámetro del fruto
- Relación larga/ancho del fruto
- Peso del fruto
- Número de semillas por fruto
- Tamaño de la semilla
- Peso fresco de la semilla con mucílago por fruto
- Peso fresco de la semilla sin mucílago por fruto
- Peso seco de la semilla con testa por fruto

- Peso seco de la semilla sin testa por fruto
- Peso húmedo promedio de la semilla
- Peso seco promedio de la semilla
- Porcentaje de mucílago
- Porcentaje de testa
- Relación peso húmedo/peso seco de la semilla
- Índice de mazorca

2.6. Rendimiento

La determinación del presente parámetro en estudio, se evaluó a la madurez de cosecha del fruto, en base a 5 plantas en producción por clon, tomando en cuenta la fórmula propuesta, que consistió en dividir la cantidad de frutos cosechados en un periodo de un año entre el índice de fruto. (García, 2010)

$$\text{Rendimiento} = \text{Frutos cosechados} / \text{IM}$$

Según García (2010), se presentó rendimientos reales para algunos cultivares, y entre paréntesis, un rango de rendimiento estimado cuando no existe.

Este parámetro se estimó en base a valores promedios de la variación en cada intervalo (bajo y alto), basado en la amplia región de exploración del número de frutos sanos/árbol/año de los cultivares, incluyendo también para el cálculo, el índice de mazorca (IM).

A continuación, se presentó los intervalos (bajo y alto) del número de frutos sanos/árbol/año, los valores promedio de cada intervalo, y un ejemplo:

Tabla 2.1

Intervalos de rendimiento de frutos sanos por árbol por año (Theobroma cacao L.)

Rendimiento	Intervalo (Bajo)	Intervalo (Alto)
N ° frutos sanos/árbol/año:	10 – 20	35 – 55
Promedio (x):	15	45

Ejemplo. Un cultivar con un IM = 15.

Un árbol con 15 frutos cosechados al año, el rendimiento mínimo estimado sería: 1.0 kg x 1,000 árboles/ha (distanciamiento 4 x 2.5 m) = 1,000 kg/ha, El mismo árbol con 45 frutos cosechados al año, el rendimiento máximo estimado sería: 3.0 kg x 1,000 árboles/ha (distanciamiento 4 x 2.5 m) = 3,000 kg/ha. (García, 2010)

2.7. Diseño experimental

En el presente trabajo de investigación, se utilizó el Diseño Completamente Randomizado, además el análisis descriptivo de las variables morfológicas y agronómicas a evaluar. Para el estudio de las características morfológicas y agronómicas de fruto y semilla de los tres clones de cacao, se utilizó el muestreo sistemático seleccionando los clones representativos de cada cultivar se seleccionaron 5 plantas en producción por clon, de cada una se extrajo una submuestra de 4 unidades haciendo un total de 20 mazorcas por clon y 30 semillas, efectuado en dos momentos de producción por año.

2.8. Procesamiento de datos

Los resultados obtenidos fueron procesados en el programa Excel y SPSS, se presentó en gráficos y tablas, según correspondió. Para los parámetros cuantitativos se efectuó el análisis de varianza y su correspondiente prueba de contraste de Duncan. Las otras variables de interés fueron analizadas mediante tablas en forma descriptivas de cada clon.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Características morfológicas del fruto del cacao

La caracterización morfológica mediante descriptores estándares permite discriminar fácil y rápidamente entre fenotipos, dando a conocer las características específicas de cada accesión evaluada. Habitualmente son caracteres altamente heredables, que podrían ser detectados a simple vista ya que se expresan igual en todos los ambientes, es decir son estables. También, pueden incluir un número limitado de caracteres adicionales considerados deseables por consenso de los usuarios de un cultivo en particular. La caracterización aporta el conocimiento general y especificando estrictamente la variedad con una aproximación a su comportamiento en condiciones de cultivo. (Quevedo et al., 2020, p. 15)

Los datos concebidos acordes a los descriptores de cada genotipo estudiado son incluidos en una ficha descriptiva individual para disponer de una información ordenada acerca de estos materiales que componen el espécimen estudiado.

Tabla 3.1

Características morfológicas del fruto y semilla según descriptores del cacao. Pichari 556 msnm

Características morfológicas	Villa Vista	CCN-51	VRAE 15
Color del fruto inmaduro (dos meses de edad)	verde	rojo	rojo
Color de fruto maduro	amarillo	anaranjado	rojo
Forma del fruto	abobado	oblonga	oblonga
Forma del ápice del fruto	atenuada	apezonada	atenuada
Forma de constricción basal del fruto	fuerte	intermedio	intermedio
Rugosidad de la superficie del fruto	intermedio	fuerte	intermedia
Grosor de cáscara hasta el nivel del lomo	delgada	intermedio	intermedia
Dureza de la cáscara	dura	dura	dura
Separación de un par de lomos del fruto	intermedio	intermedio	amplia
Profundidad de surcos hasta el nivel del lomo del fruto	ligera	fuerte	fuerte
Forma de semilla en sección longitudinal	irregular	elíptica	irregular
Forma de semilla en sección transversal	aplanado	intermedio	intermedia
Color de los cotiledones de la semilla	morado	morado	morado

La tabla 3.1 muestra los resultados de las características morfológicas del fruto de los tres clones promisorios de cacao Villa vista, CCN-51 y VRAE 15; en base a 20 mazorcas de cacao por cada clon. Los caracteres evaluados fueron; color del fruto inmaduro, color de

fruto maduro, forma de fruto, forma del ápice del fruto, forma de constricción basal del fruto, rugosidad de la superficie del fruto, grosor de cascara hasta el nivel del lomo, dureza de la cáscara, separación de un par de lomos del fruto, profundidad del surco hasta el nivel del lomo del fruto, forma de semilla en sección longitudinal, forma de semilla en sección transversal, color de los cotiledones de la semilla, utilizando los parámetros de evaluación establecida en el catálogo de cultivares de cacao del Perú.

3.2. Características agronómicas del fruto y semilla del cacao

3.2.1. Tamaño del fruto del cacao

Tabla 3.2

Cuadrados medios del análisis de variancia de las características del fruto del cacao. Pichari 556 msnm

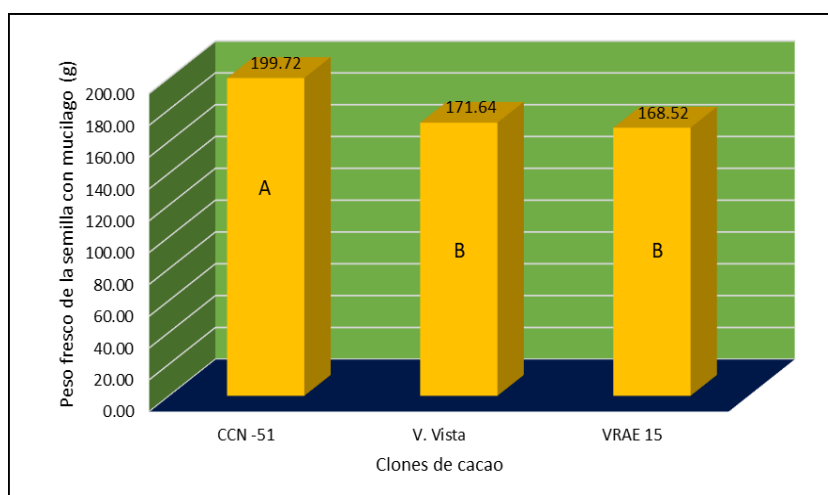
F. Variación	G.L	Cuadrados Medios				
		L. Fruto	D. Fruto	Rela.L/D	Peso Fruto	N ^a de semilla
Clones	2	178.62 **	11.16 **	0.58 **	85081.65 **	171.77 NS
Error	72	2.77	0.18	0.02	3619	59.07
Total	75					
C.V.(%)		8.23	4.91	6.15	8.88	17.15

La tabla 3.2 muestra alta significación estadística para las variables longitud, diámetro, relación Longitud/Diámetro, peso de fruto y número de semillas por fruto. También se puede indicar la buena precisión en la evaluación de los datos obtenidos en estas cinco variables. No se encontró diferencia estadística en el número de semillas por fruto, los datos obtenidos muestran una regular precisión debido a la gran variación en esta variable.

3.2.2. Peso fresco de la semilla con mucílago por fruto

Figura 3.1

Prueba de contraste de Duncan del peso fresco de la semilla con mucílago por fruto en los tres clones de cacao. Pichari 556 msnm



La figura 3.1 de la prueba de Duncan, muestra al clon CCN-51 como la de mayor peso fresco de la semilla con mucílago de 199.72 g, superioridad con diferencia estadística frente a los

demás clones. Parco et al. (2021) reportó en peso húmedo de almendras por mazorca, supera al resto el clon SCA-6 con 182.1 g, seguido por ICS- 6 con 182 g por mazorca. (p.37).

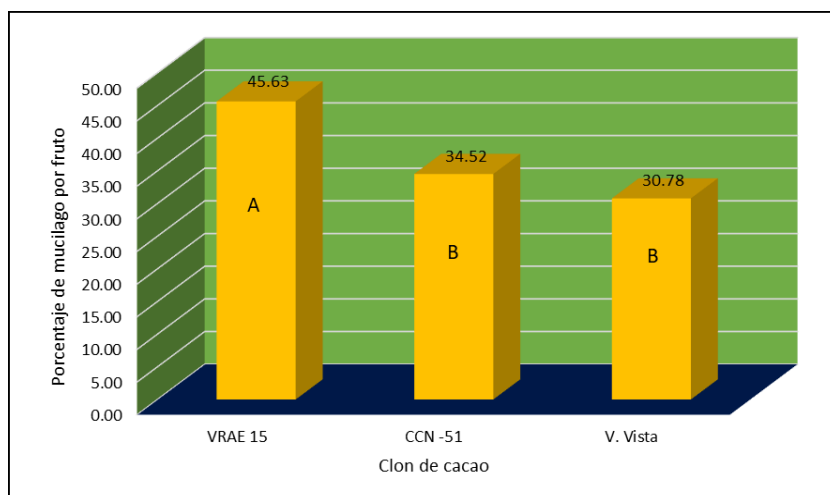
Arciniegas (2005) señala que esta variable presentó un promedio de 123,5 g el cual varió entre 255,0 g (CATIE-R68) y 35,8 g (CATIE-R78). La distribución de frecuencia para el peso húmedo está representada por la clase dos que es la más abundante y donde se encuentra el (48%) de los 92 genotipos evaluados, cuyos valores se encuentran entre 79,6 g a 123,5 g del peso húmedo de las semillas por fruto.

Comparado con la información proporcionada por Parco et al. (2021) y Arciniegas (2005) y los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, se concluye que valores se encuentran dentro de la escala promedio que señala Parco et al. (2021) y Arciniegas (2005), es decir el peso fresco se encuentra dentro de los valores investigados entre 199.72 g (CCN-51), 171.64 g (Villa Vista) y 168.52 g (VRAE 15) bajo condiciones agronómicas del centro poblado de Puerto Mayo, distrito de Pichari.

3.2.3. Porcentaje de mucilago por fruto

Figura 3.2

Prueba de contraste de Duncan del porcentaje de mucilago por fruto en los tres clones de cacao. Pichari 556 msnm



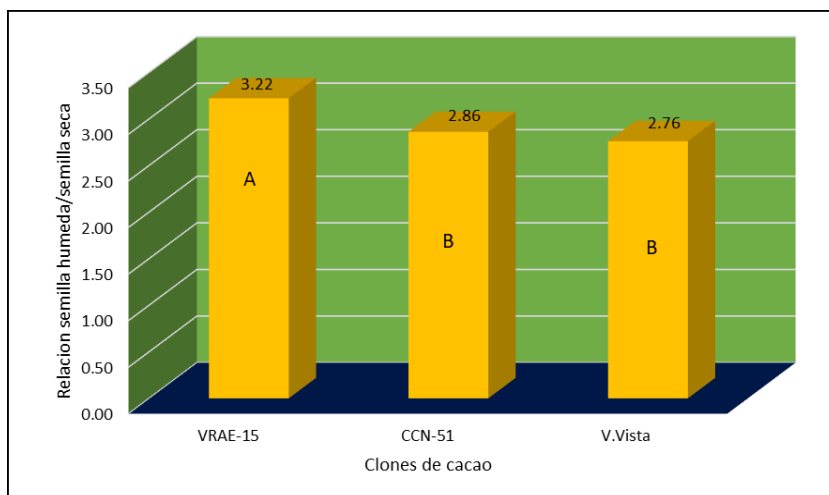
La figura 3.2 de la prueba de Duncan muestra diferencia estadística superior en el porcentaje de mucilago por fruto a favor del clon VRAE 15, superando a los otros clones tomando un valor de 45.63 %.

Hernández & Rojas (2011) señala los resulta de utilidad para brindar la información al productor de cacao sobre la cantidad aproximada de mucílago que podría extraer por mazorca cosechada de acuerdo con su propia capacidad de producción. Cada mazorca tuvo un peso de 0,60 kg, del cual el 25% es de almendras frescas de cacao, este porcentaje fue calculado con los valores de los pesos mostrados. Por lo tanto, se puede decir que el clon VRAE 15 supera a los otros clones tomando un valor de 45.63 %.

3.2.4. Relación semilla húmeda/semilla seca

Figura 3.3

Prueba de contraste de Duncan de la relación semilla húmeda / semilla seca en los tres clones de cacao. Pichari 556 msnm



En la relación semilla húmeda/semilla seca, la figura 3.3 indica bajo la prueba de Duncan al clon VRAE 15 como la de mayor relación superando a los demás clones y tomando un valor de 3.22 kg de semilla húmeda para obtener 1 kg de semilla seca.

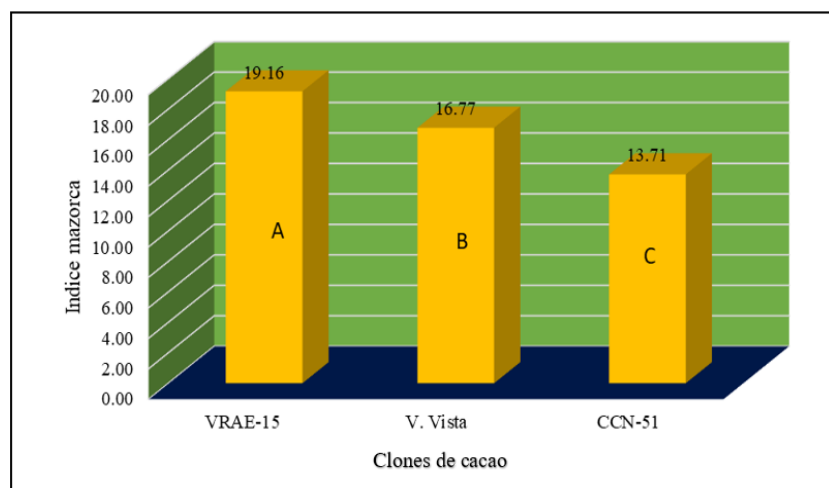
Según Ramírez (2003) los caracteres peso de semilla húmeda y semilla seca, se observa que los mayores pesos húmedos y secos se obtuvo con el nivel a1 (polinización artificial) con 1.927 y 0.772 kg., respectivamente diferenciándose significativamente del nivel a2 (polinización natural), que obtuvo solamente 0.345 y 0.142 kg., respectivamente.

Esta mayor producción de semilla, VRAE 15 con 3.22 kg de semilla húmeda se obtiene 1kg de semilla seca, supera las investigaciones en relación a los indicadores de polinizaciones artificiales y naturales.

3.2.5. Índice de mazorca

Figura 3.4

Prueba de contraste de Duncan del índice de mazorca en los tres clones de cacao. Pichari 556 msnm



La figura 3.4 del índice de mazorca explica que los clones CCN-51 y Villa Vista como los de menor índice de mazorca con diferencia estadística entre ellos. El índice de mazorca indica que para un kilo de semilla seca se necesita 13.71 mazorca en el caso del clon CCN-51.

Ventura y González (2016) reportan en una selección de los mejores arboles cacaoteros recayendo como el mejor los árboles de la variedad Trinitaria originaria de Trinidad y Tobago un índice de mazorca de 12.5, valor que está cerca de la variedad CCN-51 evaluado en Pichari.

3.2.6. Rendimiento de cacao grano

Tabla 3.3

Análisis de variancia del rendimiento de cacao grano en los tres clones. Pichari 556 msnm

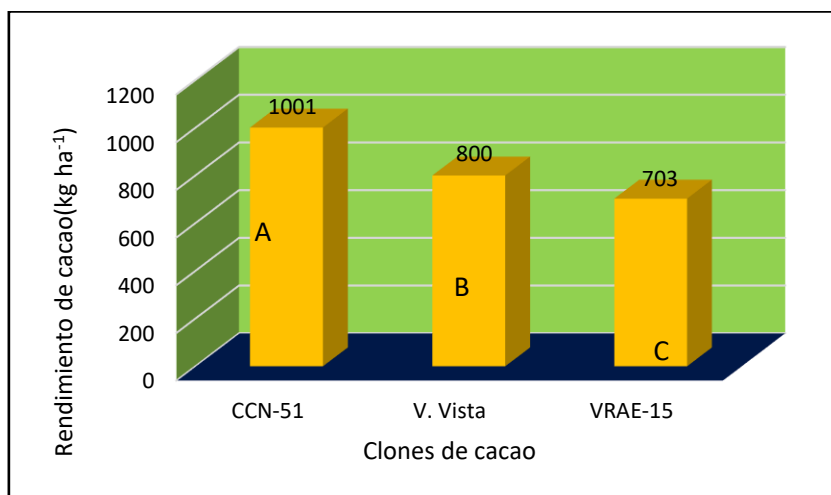
F. Variación	G.L	SC	CM	Fc	Pr >F _c
Clones	2	462046.67	231023.33	57.19	<0.0001**
Error	27	109062.00	4039.33		
Total	29	571108.67			

C.V. = 7.61%

La tabla 3.3 del ANVA muestra alta significación estadística en el rendimiento de grano de cacao, resultado que permite la prueba de contraste de Duncan para conocer al clon con mayor rendimiento. El coeficiente de variación es una medida que indica buena precisión del experimento. Las plantas evaluadas en este aspecto fueron en número de 10 de igual edad, vigor y densidad de planta.

Figura 3.5

Prueba de contraste de Duncan del rendimiento de grano en los tres clones de cacao. Pichari 556 msnm



El rendimiento en todo cultivo es la variable de mayor importancia, la figura 3.5 de la prueba de contraste de Duncan muestra, al clon CCN-51 como el de mayor rendimiento estadísticamente superior a los otros clones con un valor de 1001 kg ha⁻¹ de grano. El clon Villa Vista es una segunda opción con una productividad de 800 kg ha⁻¹ de grano.

Parco et al. (2021) reportó en rendimiento de almendra seca por ha, supera al resto el clon ICS-1 con 2 010.8 Kg/ ha, seguido por el clon ICS-60 con 1 522.8 Kg y clon ICS-39 con 1 513.4 Kg. Estos atributos cambiantes podrían estar ligado al acondicionamiento genético y ambiental.

Gutierrez (2020) es importante mencionar que el clon AS-CP 26-61 Mulato (morado y blanco) obtuvo el mayor índice de semilla 1,3 g/semilla, y el número de semillas en promedio fue de 33, lo que indica que esté clon tienes un rendimiento de cacao 5 291,15 kg ha⁻¹.

Solís et al (2015) al evaluar híbridos de altos rendimientos en México, los valores variaron de 533 a 1 167 kg ha⁻¹ siendo el híbrido RIThe MX11-15 quien presentó el valor más alto, seguido de los híbridos RIThe MX11-21, RIThe MX11-17, RIThe MX11-25 y RIThe MX5-12, quienes obtuvieron valores de 951, 882, 825 y 808 kg ha⁻¹ respectivamente, la incidencia a la enfermedad, se detectaron individuos con porcentajes de afectación menores a 10% e índices de semillas superiores a 1.1 g.

Sánchez et al (2014) evaluó el comportamiento agronómico de 150 clones experimentales de cacao tipo Nacional establecidos en la Finca Experimental "La Represa", de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, a fin de identificar clones con características superiores como un aporte al mejoramiento productivo del cacao en el país. ¿Los clones L12H27, L17H30 y L20H48 presentaron porcentajes de mazorcas sanas? 90% y registraron los mejores rendimientos con producciones de 1820, 1154 y 1092 kg ha⁻¹, respectivamente. Los clones L12H27 y L17H30 obtuvieron una alta productividad, adecuada estabilidad de la producción y cierta tolerancia a las enfermedades del cacao. Estos clones experimentales tipo Nacional se presentan como promisorios para nuevos estudios agronómicos y pueden ser utilizados en programas de conservación y mejoramiento genético.

Estos rendimientos están de acuerdo a los obtenidos en el Clon CCN-51 que alcanzó un valor promedio de grano de 1001 kg ha⁻¹. Por tanto, se puede definir al clon mencionado como de buena productividad.

En este caso la comparación en diferentes localidades muy distanciadas con los lugares del VRAE- Perú, los clones CCN-51, VRAE 15 y Villa Vista muestran valores similares de productividad.

3.2.7. *Correlación de las variables*

Tabla 3.4

Correlación de Pearson del clon Villa Vista en las variables peso del fruto, número de semilla, longitud de semilla y diámetro de semilla. Pichari 556 msnm

Variable 1	Variable 2	N	Pearson	P-Valor
Peso Fruto	N° de semilla	20	0.74	<0.0001 **
Peso Fruto	Long. Semilla	20	-0.03	0.8814 ns
Peso Fruto	Diam. Semilla	20	0.11	0.6646 ns
N° semilla	Long. Semilla	20	-0.13	0.5291 ns

N° semilla	Diam. Semilla	20	-0.19	0.3514 ns
Lon semilla	Diam. Semilla	20	0.27	0.1912 ns

En la tabla 3.4 de la correlación se observa alta significación estadística en la correlación entre el peso de fruto y el número de semilla, esta relación es positiva que indica a mayor peso mayor número de semilla en el clon Villa Vista. Además, existe una uniformidad de los datos obtenidos en las demás variables. Por tanto, existe poco grado de asociación en las otras variables.

Tabla 3.5

Correlación de Pearson del clon CCN 51 en las variables peso del fruto, número de semilla, longitud de semilla y diámetro de semilla. Pichari 556 msnm

Variable 1	Variable 2	N	Pearson	P-Valor
Peso Fruto	Nª de semilla	20	-0.17	0.4248 ns
Peso Fruto	Lon Semilla	20	-0.06	0.7737 ns
Peso Fruto	Diam Semilla	20	-0.21	0.3137 ns
Nª semilla	Lon Semilla	20	-0.13	0.5404 ns
Nª semilla	Diam Semilla	20	-0.19	0.3643 ns
Lon semilla	Diam Semilla	20	0.51	0.0087 **

En la tabla 3.5 de la correlación se observa alta significación estadística en la correlación entre la longitud de semilla y diámetro de semilla esto indica la uniformidad de estas dos variables a mayor longitud de semilla mayor diámetro, esta relación es una gran ventaja en la calidad de la semilla. Además, existe una gran uniformidad de los datos obtenidos en las demás variables por ello no se encontró la correlación.

Tabla 3.6

Correlación de Pearson del clon VRAE 15 en las variables peso del fruto, número de semilla, longitud de semilla y diámetro de semilla. Pichari 556 msnm

Variable 1	Variable 2	N	Pearson	P-Valor
Peso Fruto	Nª de semilla	20	0.5	0.0113 *
Peso Fruto	Lon Semilla	20	0.05	0.6656 ns
Peso Fruto	Diam Semilla	20	0.23	0.2704 ns
Nº semilla	Lon Semilla	20	0.17	0.4050 ns
Nº semilla	Diam Semilla	20	0.37	0.3643 ns
Long. semilla	Diam Semilla	20	0.68	0.0002 **

En la tabla 3.6 se observa alta significación en la correlación entre el peso de fruto y el número de semillas, también existe la correlación entre la longitud de semilla y el diámetro de semilla, resultado que indica un alto grado de asociación entre las variables mencionadas, resultado que muestra una gran variabilidad en estas variables los que se pueden utilizar para posterior mejoramiento genético tendiente a elevar la productividad de este cultivar.

CONCLUSIONES

1. Para las características morfológicas del fruto, los clones promisorios Villa Vista y CCN-51, tienen características similares, respecto a la dureza de la cáscara dura, separación de un par de lomos del fruto intermedio, color de los cotiledones de la semilla morado. Asimismo, los clones Villa Vista y VRAE 15 tienen características similares, respecto a la forma del ápice del fruto atenuada, rugosidad de la superficie del fruto intermedia, dureza de la cáscara dura, forma de semilla en sección longitudinal irregular, color de los cotiledones de la semilla morado. CCN-51 y VRAE 15 tienen características similares, respecto a l color del fruto inmaduro rojo, forma de fruto oblonga, forma de constricción basal del fruto intermedio, grosor de cascara hasta el nivel del lomo intermedio, dureza de la cáscara dura, profundidad del surco hasta el nivel del lomo del fruto fuerte, forma de semilla en sección transversal intermedio, color de los cotiledones de la semilla morado.
2. Para las características agronómicas, los clones CCN-51 y VRAE 15, tienen mejores cualidades respecto a los caracteres longitud, diámetro y peso de fruto, seguido por Villa Vista. Asimismo, los clones Villa Vista, CCN-51, tiene mayor número de semillas por fruto. Y el clon CCN-51, tiene mejores atributos en peso de semilla con testa y sin testa, tamaño de semilla en función del peso seco de la semilla, índice de mazorca y rendimiento, seguido por los clones Villa Vista y VRAE 15.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arciniegas, A. (2005). *Caracterización de árboles superiores de cacao (Theobroma cacao L.) seleccionados por el programa de mejoramiento genético del CATIE* [Tesis de Maestría, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza] Repositorio Institucional CATIE.
https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/4571/Caracterizacion_de_arbole
- García, C. L. (2008). *Estudio de caracterización del potencial genético del cacao en el Perú*. Ministerio de Industria, Comercio Exterior y Turismo (MINCETUR). Proyecto UE-PERU/PENX.
https://www.midagri.gob.pe/portal/download/pdf/direccionesyoficinas/dgca/estudio_caracterizacion.pdf
- García, C. L. F. (2010). *Catálogo de Cultivares de Cacao del Perú*. Ministerio de Agricultura – MINAG y Comisión Nacional para el Desarrollo y Vida sin Droga – DEVIDA.

- https://www.midagri.gob.pe/portal/download/pdf/direccionesyoficinas/dgca/cultivares_cacao.pdf
- Gutierrez, A. (IDIAP). (2020). Morphological Characterization of three promising creole genotypes of *Theobroma cacao* L., in Panama. *Ciencia Agropecuaria*, 30, 150–169. <http://www.revistacienciaagropecuaria.ac.pa/index.php/ciencia-agropecuaria/article/view/134/98>
- Hernández, R., & Rojas, P. (2011). *Estudio del mucílago de cacao (Theobroma cacao L.) con fines de aprovechamiento industrial y artesanal, en barlovento, estado miranda* [Tesis de pregrado, Universidad central de Venezuela]. Repositorio Institucional de la UCV. <http://hdl.handle.net/10872/17334>
- Macavilca, L. A. (2023). *Caracterización morfológica, agronómica y sensorial de tres clones promisorios de Theobroma cacao L. en la zona de Rio Tambo* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú] Repositorio de la UNCP. https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/10377/T010_75209407_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Phillips-Mora, W., Arciniegas-Leal, A., Mata-Quirós, A., & Motamayor-Arias, J. (2012). *Catálogo de clones de cacao seleccionados por el CATIE para siembras comerciales*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Programa de Mejoramiento Genético de Cacao. <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/7280>
- Prado, M. F. (2019). *Caracterización agronómica y morfológica de fruto y semilla de cuatro clones promisorios de cacao (Theobroma cacao L.), Kimbiri, Cusco*. [Tesis de pregrado. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga] Repositorio Institucional de la UNSCH. http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/UNSCH/3602/1/TESIS%20AF11_Pra.pdf
- Quevedo, J., Ramírez, M., Zhiminaicela, J., Noles, M., Quezada, C., & Aguilar, S. (2020). DIVERSIDAD MORFOAGRONÓMICA: CARACTERIZACIÓN DE 650 ÁRBOLES DE THEOBROMA CACAO L. *Revista Universidad y Sociedad*, 12(6), 14–21.
- Ramírez, M. (2003). “*Efecto de la polinización artificial y la aplicación de óxido cuproso en el rendimiento del cacao (Theobroma cacao L.) en Tingo María*” [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio Institucional UNAS. <https://repositorio.unas.edu.pe/server/api/core/bitstreams/d8ed08b6-bf66-4656-81c5-914bcd7c13c3/content>
- Ramos Ospino, A., Gómez Álvarez, M., Machado-Sierra, E., & Aranguren, Y. (2020). Caracterización fenotípica y genotípica de cultivares de cacao (*Theobroma cacao* L.)

- de Dibulla, La Guajira, Colombia. *Ciencia & Tecnología Agropecuaria*, 21(3), 1–17. https://doi.org/10.21930/rcta.vol21_num3_art:1557
- Rivera, T. (2023). *Efecto de la aplicación de yodo en la germinación de semilla de cacao (Theobroma cacao)* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato] Repositorio Institucional de la UTA. <https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/33a538cf-7429-497e-ac55-1344cab6728f/content>
- Sánchez, F., Zambrano, J., Vera, J., Ramos, R., Gárces, F., & Vásconez, G. (2014). Productividad de clones de cacao tipo nacional en una zona del bosque húmedo tropical de la provincia de Los ríos, Ecuador. *Ciencia y Tecnología*, 7(1), 33–41. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5070159>
- Ventura, M., & González, A. (2016). Selección de árboles de cacao (*Theobroma cacao* L.) por características de rendimiento e indicadores de calidad. *APF*, 2(1), 65–68. <https://www.sodiaf.org.do/apf/index.php/apf/article/view/21>
- Zarate, M. (2024). *Dosis de Trichoderma y Microorganismos Eficaces en el crecimiento de plantones injertados en tres clones de cacao (Theobroma cacao L.), 550 msnm, Unión Asháninka, Cusco, 2023* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Cristobal de Huamanga] Repositorio Institucional de la UNSCH]. <https://repositorio.unsch.edu.pe/server/api/core/bitstreams/238fa880-b6c3-4072-989b-15b950b67376/content>