

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Departamento Académico de Ciencias Agrarias



**“VARIABILIDAD FENOTÍPICA Y HEREDABILIDAD DE
CARACTERES BIOMÉTRICOS DE LA FLOR, FRUTO Y
SEMILLA DE 30 CLONES DE CACAO (*Theobroma cacao* L.)
DE DISTINTO ORIGEN GENÉTICO”**

TESIS

Para optar el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Lillian Patricia Rengifo Gstyr

PROMOCIÓN II - 1995

**“UNAS, forjando profesionales para el desarrollo de la
Amazonía Peruana”**

TINGO MARÍA - PERÚ

2002

DEDICATORIA

Con todo el amor del mundo a mis padres Daniel y Rosina quienes con su invaluable sacrificio y abnegación lograron darme mi profesión. A ellos mi agradecimiento.

A mi esposo Tito y mis hijos Mery y Daniel por el gran amor que nos une.

A mi hermana: Katherine, con amor y recuerdo de siempre.

AGRADECIMIENTO

- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, por permitirme cristalizar mi profesión.
- Al Ing. Luis Garcia Carrion y al Ing. M.Sc. David Guarda Sotelo, Patrocinador y Copatrocinador de la presente tesis, por su invaluable ayuda que hizo posible la realización de este trabajo.
- Al Ing. Carlos Carbajal Toribio, Ing. Jorge Adriazola Del Aguila e Ing. M.Sc. Vicente Pocomucha Poma, miembros del Jurado de Tesis, por la confianza que me mostraron antes y durante la ejecución del presente experimento.
- A Augusto Escalante Huamán, Carlos Balarezo Mansilla e Isaac Picón Quedo; quienes me dieron la oportunidad de culminar mi carrera.
- A Ing. Olga Z. Ríos del Aguila, Directora de la Dirección Regional Agraria de Ucayali por su invaluable apoyo y enseñanzas.
- A mis familiares y amigos que de una u otra forma me apoyaron para la culminación de este trabajo.

ÍNDICE

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN.....	13
II. ANTECEDENTES	15
2.1 Generalidades	15
2.2 Variabilidad genética	17
2.3 Heredabilidad y selección	19
2.4 Criterios de selección de cacao	21
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	26
3.1 Campo experimental	26
3.1.1. Ubicación	26
3.1.2. Historia del campo	26
3.1.3. Registros meteorológicos	27
3.2 Material genético	28
3.3 Componentes en estudio	28
3.4 Tratamientos en estudio	28
3.5 Análisis estadístico	30
3.6 Observaciones registradas	31
3.7 Determinación de las observaciones registradas	32
IV: RESULTADOS	35
4.1 De la variabilidad fenotípica	35

4.2	Caracteres biométricos	42
4.3	De la heredabilidad	102
V.	DISCUSIÓN	107
VI.	CONCLUSIONES	142
VII.	RECOMENDACIONES.....	143
VIII.	RESUMEN	144
IX.	BIBLIOGRAFÍA	146

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Pág.
1. Datos meteorológicos registrados en la Estación Experimental Meteorológica “José Abelardo Quiñones” (Abril - Setiembre de 1995)	27
2. Tratamientos en estudio del trabajo experimental	29
3. Esquema del análisis de variancia	30
4. Rango, media, desviación estándar y coeficiente de variación de 7 caracteres biométricos de mazorca del cacao de 30 clones de las colecciones Internacional, Huallaga y Ucayali	36
5. Rango, media, desviación estándar y coeficiente de variación de 4 caracteres biométricos de semillas del cacao de 30 clones de las colecciones Internacional, Huallaga y Ucayali	39
6. Rango, media, desviación estándar y coeficiente de variación del número de óvulos por ovario en 30 clones de las colecciones Internacional, Huallaga y Ucayali	41
7. Análisis de variancia para peso de mazorca de 3 colecciones de cacao: Huallaga, Ucayali e Internacional	42
8. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter peso de mazorca de cacao a nivel de colecciones	43
9. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter peso de mazorca de cacao a nivel de colecciones nacionales	43

10.	Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter peso de mazorca de cacao a nivel de colecciones Nacional – Huallaga	45
11.	Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter peso de mazorca de cacao a nivel de colecciones Nacional – Ucayali	46
12.	Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter peso de mazorca de cacao a nivel de colecciones Internacional	46
13.	Análisis de variancia para longitud de mazorca de 3 colecciones de cacao: Huallaga, Ucayali e Internacional	47
14.	Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter longitud de mazorca de cacao a nivel de colecciones	48
15.	Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter longitud de mazorca de cacao a nivel de colecciones nacionales	49
16.	Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter longitud de mazorca de cacao a nivel de colecciones Nacional – Huallaga	50
17.	Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter longitud de mazorca de cacao a nivel de colecciones Nacional – Ucayali	51
18.	Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter longitud de mazorca de cacao a nivel de colecciones Internacional ...	51
19.	Análisis de variancia para diámetro de mazorca de 3 colecciones de cacao: Huallaga, Ucayali e Internacional	52
20.	Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter diámetro de mazorca de cacao a nivel de colecciones	53

21. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter diámetro de mazorca de cacao a nivel de colecciones nacionales	54
22. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter diámetro de mazorca de cacao a nivel de colecciones Nacional - Huallaga	55
23. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter diámetro de mazorca de cacao a nivel de colecciones Nacional - Ucayali	56
24. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter diámetro de mazorca de cacao a nivel de colecciones Internacional	56
25. Análisis de variancia para número de semillas por mazorca de 3 colecciones de cacao: Huallaga, Ucayali e Internacional	47
26. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter número de semillas por mazorca de cacao a nivel de colecciones	58
27. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter número de semillas por mazorca de cacao a nivel de colecciones nacionales ...	59
28. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter número de semillas por mazorca de cacao a nivel de colecciones Nacional - Huallaga	60
29. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter número de semillas por mazorca de cacao a nivel de colecciones Nacional - Ucayali	61
30. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter número de semillas por mazorca de cacao a nivel de colecciones Internacional	62
31. Análisis de variancia para peso de cáscara de 3 colecciones de cacao: Huallaga, Ucayali e Internacional	63

32.	Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter peso de cáscara de cacao a nivel de colecciones	64
33.	Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter peso de cáscara de cacao a nivel de colección Nacional	65
34.	Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter peso de cáscara de cacao a nivel de colecciones Nacional – Huallaga	66
35.	Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter peso de cáscara de cacao a nivel de colecciones Nacional – Ucayali	67
36.	Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter peso de cáscara de cacao a nivel de colecciones Internacional	67
37.	Análisis de variancia para grosor máximo de cáscara de 3 colecciones de cacao: Huallaga, Ucayali e Internacional	68
38.	Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter grosor máximo de cáscara de cacao a nivel de colecciones	69
39.	Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter grosor máximo de cáscara de cacao a nivel de colección Nacional	70
40.	Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter grosor máximo de cáscara de cacao a nivel de colecciones Nacional-Huallaga	71
41.	Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter grosor máximo de cáscara de cacao a nivel de colecciones Nacional - Ucayali	72
42.	Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter grosor máximo de cáscara de cacao a nivel de colecciones Internacional	73

43.	Análisis de variancia para peso de semilla seca de 3 colecciones de cacao: Huallaga, Ucayali e Internacional	74
44.	Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter peso de semilla seca de cacao a nivel de colecciones	75
45.	Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter peso de semilla seca de cacao a nivel de colección Nacional	76
46.	Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter peso de semilla seca de cacao a nivel de colecciones Nacional – Huallaga	77
47.	Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter peso de semilla seca de cacao a nivel de colecciones Nacional – Ucayali	78
48.	Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter peso de semilla seca de cacao a nivel de colecciones Internacional	79
49.	Análisis de variancia para longitud promedio de semilla seca de 3 colecciones de cacao: Huallaga, Ucayali e Internacional	80
50.	Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter longitud de semilla seca de cacao a nivel de colecciones	81
51.	Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter longitud de semilla seca de cacao a nivel de colección Nacional	82
52.	Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter longitud de de semilla seca de cacao a nivel de colecciones Nacional - Huallaga	83
53.	Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter longitud de semilla seca de cacao a nivel de colecciones Nacional – Ucayali	84

54. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter longitud de semilla seca de cacao a nivel de colecciones Internacional	85
55. Análisis de variancia para ancho promedio de semilla seca de 3 colecciones de cacao: Huallaga, Ucayali e Internacional	86
56. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter ancho de semilla seca de cacao a nivel de colecciones	87
57. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter ancho de semilla seca de cacao a nivel de colección Nacional	88
58. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter ancho de semilla seca de cacao a nivel de colecciones Nacional – Huallaga .	89
59. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter ancho de semilla seca de cacao a nivel de colecciones Nacional – Ucayali ...	90
60. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter ancho de semilla seca de cacao a nivel de colecciones Internacional	91
61. Análisis de variancia para grosor promedio de semilla seca de 3 colecciones de cacao: Huallaga, Ucayali e Internacional	92
62. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter grosor de semilla seca de cacao a nivel de colecciones	93
63. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter grosor de semilla seca de cacao a nivel de colección Nacional	94
64. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter grosor de semilla seca de cacao a nivel de colecciones Nacional – Huallaga .	95

65.	Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter grosor de semilla seca de cacao a nivel de colecciones Nacional – Ucayali ...	96
66.	Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter grosor de semilla seca de cacao a nivel de colecciones Internacional	97
67.	Análisis de variancia para número de óvulos por ovario de 3 colecciones de cacao: Huallaga, Ucayali e Internacional	98
68.	Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter número de óvulos por ovario de cacao a nivel de colecciones	99
69.	Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter número de óvulos por ovario de cacao a nivel de colección Nacional	100
70.	Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter número de óvulos por ovario de cacao a nivel de colecciones Nacional – Huallaga	101
71.	Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter número de óvulos por ovario de cacao a nivel de colecciones Nacional – Ucayali	102
72.	Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter número de óvulos por ovario de cacao a nivel de colecciones Internacional ...	103
73.	Heredabilidad de 6 caracteres biométricos de mazorca de 30 clones de cacao de las colecciones: Huallaga, Ucayali e Internacional	104
74.	Heredabilidad de 4 caracteres biométricos de semilla en 30 clones de cacao de las colecciones: Huallaga, Ucayali e Internacional	104
75.	Heredabilidad del número de óvulos por ovario en 30 clones de cacao de las colecciones: Huallaga, Ucayali e Internacional	104

I. INTRODUCCIÓN

El cacao (*Theobroma cacao* L.), es una especie originaria de los trópicos húmedos cuyas almendras constituyen el insumo básico de la industria del chocolate y otros derivados; así mismo, para la extracción de la manteca de cacao de alta cotización en el mercado internacional (19).

Esta especie sumamente variable en la expresión de sus caracteres botánicos, necesita de una exhaustiva investigación concerniente a la identificación y selección de genotipos élitos altamente productivos, de buena calidad de almendra y con niveles satisfactorios de resistencia a las principales enfermedades prevaletentes en la región.

Los altos rendimientos de árboles élitos de cacao, son el resultado de condiciones favorables del medio ambiente y del valor genético de éstos. La eficiencia de la selección depende de la posibilidad de medir las influencias del medio ambiente y el valor genético.

El índice de mazorca, el índice de semilla, el número de óvulos por ovario y el número de semillas por mazorca, entre otros; son criterios muy importantes para medir la potencialidad del rendimiento de clones de cacao y poder hacer selección.

Con fines de selección, entonces resulta necesario hacer evaluaciones agronómicas, particularmente de aquellos caracteres que están estrechamente

relacionados con el rendimiento. Para conseguir este objetivo se debe disponer de una diversidad y variabilidad genética en cuanto a caracteres de interés comercial a fin de facilitar un mayor diferencial de selección y conseguir incrementos significativos en cada generación.

La base fundamental en la que descansa todo programa de mejoramiento genético es la disponibilidad de germoplasma activo y permanente de origen genético y de modo diverso que permita una mejor información para los programas de mejora genética.

Motivados por evaluar la potenciabilidad de clones de cacao en base a sus caracteres comerciales; esto es, estrechamente relacionado con el rendimiento, se planteó este estudio con los siguientes objetivos:

1. Caracterizar la variabilidad fenotípica y estimar la heredabilidad de los componentes del rendimiento de colecciones clonales de distinto origen.
2. Seleccionar genotipos de buen potencial de rendimiento en base a sus atributos mas comprometidos con la productividad.

II. ANTECEDENTES

2.1 GENERALIDADES

El cacao (*Theobroma cacao* L.) proviene del griego Theobroma que significa "alimento de los dioses", y cacao, del azteca "cacahualt" (6).

Este género es nativo de las cuencas de los ríos Amazonas y Orinoco y se extiende hasta el sur de México. Fue en esta vasta área donde se originó y ocurrió su domesticación (7, 11).

El género Theobroma se encuentra en estado natural en los pisos inferiores de las selvas húmedas de América tropical, entre los 180 de latitud norte y los 150 de latitud sur, a una altitud generalmente inferior a 1,250 m.s.n.m.

Esta especie ha sido clasificada taxonómicamente de la siguiente manera:

División	:	Fanerógamas (Espermatofitas)
Clase	.	Angiospermae.
Sub clase	.	Dicotiledóneas.
Orden	.	Malvales.
Familia	.	Sterculiaceae.
Género	:	Theobroma.
Sección	:	Eutheobroma.
Especie	:	Cacao.
Nombre científico	:	<i>Theobroma cacao</i> L. (24).

El cacao exige temperaturas medias anuales elevadas con fluctuaciones pequeñas; una gran humedad relativa y una cubierta vegetal que la protege de la insolación directa y de la evaporación. En su hábitat natural se tiene una pluviometría anual, bien distribuida, superior a 2 m³ y una temperatura media de 20 a 30°C con una mínima de 16°C (6).

El género *Theobroma* está constituido por árboles de hojas resistentes, caracterizados por un crecimiento apical del tronco limitado por la formación de un verticilo terminal de 3 a 5 ramas. Las hojas son simples, enteras y penninervias. De filotaxia variable en los tallos, pero, distintas en las ramas. Las flores son hermafroditas, actinomorfas y pentámeras. Los pétalos están divididos en 2 partes: La parte inferior erguida, abombada en forma de capuchón, es la “cogulla”, sobre la cual está articulada la parte superior del pétalo plana, de forma variable (oblonga a elíptica o discoidal) y de color igualmente variado (amarillo, rojo o púrpura).

El androceo está compuesto de dos verticilos soldados por la base: uno, externo, comprende 5 estaminodios estériles opuestos a los sépalos, el otro, interno, presenta 5 estambres fértiles opuestos a los pétalos y cuyos filamentos están divididos en 2 ó 3 ramificaciones, cada una de ellas con una antera bilocular. Los filamentos son incurvados, las anteras se encuentran ocultas en el interior de la cogulla del pétalo (6, 23).

El ovario es súpero constituido por 5 carpelos opuestos a los pétalos, con placentación axial. El fruto es indehisciente parecido a una baya o a una drupa, de

gran tamaño. Las semillas generalmente dispuestas en 5 hileras están rodeadas de una pulpa mucilaginosa (6).

2.2 VARIABILIDAD GENÉTICA

El cacao es una especie sumamente variable debido básicamente a su sistema de reproducción sexual y a su sistema de polinización cruzada natural. Los diferentes tipos de cacao, la incompatibilidad aunada a las mutaciones y recombinaciones, le permiten exhibir una marcada variación fenotípica a la que se suma la acción modificadora del hombre a través de la selección (19).

La fuente básica de variabilidad genética de la cual depende el mejoramiento de las plantas domesticadas, es aquella que existe actualmente en los cultivos avanzados y primitivos, siendo gran parte de esta variación de tipo cuantitativo (5).

Estudios recientes señalan que tanto las especies silvestres como las domesticadas de plantas y animales contienen grandes reservas de variabilidad genética. Estos muestran una extensa variabilidad entre y dentro de las poblaciones.

En las últimas décadas los mayores esfuerzos genéticos se han hecho para tratar de determinar la amplitud de la variabilidad genética dentro de las poblaciones y para analizar las fuerzas por medio de las cuales se mantiene.(1)

Ahora está claro que todas las poblaciones de las especies de polinización cruzada contienen grandes cantidades de variabilidad genética y los trabajos de

Wright y Dobzhansky en particular, han establecido que el mantenimiento de esta variabilidad depende de complejas interacciones entre un número de factores genéticos y ambientales (1).

La variabilidad genética de las plantas es la fuente de la cual se nutre el hombre para mejorar genéticamente las especies cultivadas que le son indispensables para su supervivencia. Lo anterior supone a su vez que el hombre debe preocuparse de mantener e incluso aumentar la variabilidad de dichas especies para avanzar los objetivos del mejoramiento vegetal (5).

La transición de cultivares primitivos a cultivares avanzados ha tenido el efecto de reducir la base genética de dos maneras: Una fuente de selección para relativa uniformidad que llevó a líneas puras, multilíneas, híbridos simples y dobles etc. la otra, posteriormente fue seleccionado para objetivos más específicos, que se ha traducido en una marcada reducción de la variación genética, aun mayor que la reducción normalmente asociada con cualquier tipo de selección (5).

Esta tendencia a reducir la base genética de las poblaciones ha seguido avanzando y lo que es más grave, las nuevas variedades están produciendo la desaparición de los recursos naturales, de adaptación y productividad representado por las variedades primitivas que están siendo reemplazadas de sus antiguos lugares de cultivo por adaptación de las nuevas.

Paralelo a esto se debe sumar la destrucción de las poblaciones silvestres, que también constituyen fuentes permanentes de variabilidad genética de incalculable valor para el mejoramiento vegetal. Todo lo anterior nos permite concluir que la diversidad genética debe ser preservada, pero también no debe ser obstáculo para el desarrollo y progreso de las regiones que lo tienen (5).

2.3 HEREDABILIDAD Y SELECCIÓN

La heredabilidad de un carácter en una población es importante en el mejoramiento de dicha población para ese carácter, dado que el progreso o ganancia esperada por efecto de la selección está influenciado por la heredabilidad (29).

La heredabilidad es una medida de la asociación entre el genotipo y el fenotipo. Expresa la proporción de la variancia total que es atribuible a los efectos medios de los genes (variancia genética aditiva). Existen 2 formas de determinar la heredabilidad: En sentido amplio (H) y en sentido restringido (h^2). En la primera la heredabilidad queda definida como el cociente de la variancia genética sobre la variancia fenotípica. Su fórmula es la siguiente:

$$H = \frac{\sigma^2_G}{\sigma^2_F}$$

Donde H, es la heredabilidad en sentido amplio; σ^2_G , es la variancia genética y σ^2_F , es la variancia fenotípica.

La heredabilidad en sentido restringido (h^2), queda definida como el cociente de la variancia genética aditiva sobre la variancia fenotípica. Su fórmula es la siguiente:

$$h^2 = \hat{\sigma}_a / \hat{\sigma}^2_f$$

Donde h^2 , representa la heredabilidad; $\hat{\sigma}^2_a$, la variancia genética aditiva y $\hat{\sigma}^2_f$, la variancia fenotípica (38).

La selección como método fitogenético puede permitir un nuevo avance en el dominio de la mejora de los rendimientos al poner a disposición de los plantadores un material con un potencial de producción más elevado, con caracteres de mayor rusticidad y con caracteres de relativa tolerancia; es decir, de resistencia hacia los principales parásitos o enfermedades (6).

Son posibles dos modalidades de selección: a) bien se escoge un árbol que por sus características propias se muestra mucho más interesante que la población, de donde ha salido y se multiplica este árbol por vía vegetativa para constituir un clon compuesto por individuos todos idénticos al de partida: (selección vegetativa o clonal) o bien, se intenta obtener por siembra una descendencia que presenta en conjunto una mejora con respecto a los caracteres usados como criterios (6).

La selección en el caso anterior se basa esencialmente en la elección de los árboles generadores (selección generativa) según los caracteres interesantes que

manifiesta cada uno de ellos y que se espera combinar en su descendencia, pero también más a menudo según el vigor híbrido que su unión puede permitir obtener.

La selección generativa, sólo puede tener interés cuando concierne a caracteres que pueden contar con una cierta heredabilidad. Así, fue utilizada con éxito para asociar caracteres de resistencia a las enfermedades con otros de calidad (grosor de almendras, por ejemplo).

Pero conviene subrayar que cuando los criterios de selección son ante todo criterios de productividad o de vigor, la selección generativa en el seno de una población dada se hace muy aleatoria. La productividad de un árbol no es, en efecto directamente transmisible a su descendencia. Su herencia es compleja y la experiencia ha demostrado que no hay en general ninguna diferencia entre la descendencia de un árbol buen productor y la de un árbol mediano productor (6).

2.4 CRITERIOS DE SELECCIÓN DE CACAO

2.4.1 Número de óvulos por ovario

Uno de los criterios más importantes para evaluar genotipos (clones) de cacao con buen potencial de rendimiento, es el número de óvulos por ovario. Este por ser un carácter estable y altamente heredable, es recomendado su uso como criterio de selección para rendimiento en vez del número de semillas por mazorca el cual es fuertemente afectado por el ambiente y resulta poco consistente (28).

El número de óvulos por ovario ha sido utilizado como descriptor de cultivares de cacao debido a que ha demostrado ser muy consistente y presenta baja variabilidad. Además este carácter resulta un buen estimador del número de semillas por fruto. Este último, es uno de los componentes del rendimiento muy afectado por el ambiente (17, 14).

Se ha reportado que los más altos números de óvulos por ovario corresponden a clones de tipo forastero, mientras que los más bajos a los de tipo criollo. Además, existe una gran diferencia entre clones en cuanto al número de óvulos por ovario. Así, se reporta que el clon IMC-67 presenta 60 óvulos por ovario en promedio, en tanto que el clon Pentágona tan solo tiene 34 óvulos por ovario (17).

2.4.2 Índice de mazorca (IM)

Es el número de mazorcas (de una variedad particular), requeridas para producir 1 kg de almendras secas. Su fórmula es la siguiente:

$$IM = \frac{1000}{N^{\circ} \text{ semillas/mazorca} \times \text{peso promedio de semilla seca}}$$

Un bajo índice de mazorca es deseable puesto que está normalmente asociada con tamaño grande de la semilla y es un buen indicador de buen potencial de rendimiento (40).

En el Ecuador, un clon que requiere 15 mazorcas para hacer 1 kg de cacao, fermentado y seco es ideal; pero se puede aceptar 20 ó un poco más. Esta cifra en Brasil no se puede encontrar pues la mayoría de materiales tienen por sobre 30 el índice de mazorca lo cual para esa población es aceptable (30).

Si el tamaño o el índice de mazorca se combina con el número de mazorcas por árbol, se tendrá un dato muy útil para el mejorador; es por eso que los 2 datos son importantes para cualquier evaluación agronómica (30, 35).

Existe gran variabilidad en lo que respecta al índice de mazorca. En los estudios realizados en Tingo María se reporta que la colección Huallaga, los clones H - 49, H-12 y H-54 presentaron índices de mazorcas de 35, 19 y 18 respectivamente (2).

Los clones de colección Ucayali U-20 y U-26, presentaron un índice de mazorca de 66 y 21 respectivamente. Los clones de la colección Internacional P-12 x CAT, EET-400, ICS-6 presentaron índice de mazorca de 31, 21, 15, y 11 respectivamente. (25) Por su parte los clones P-12 y UF-613, ambos presentan un índice de mazorca de 19 (20).

2.4.3 Índice de semilla

El índice de semilla se define como el peso promedio en gramos de una semilla fermentada y seca que debe ser superior a 1gr. También se acostumbra a expresar como el peso en gramos de 100 semillas fermentadas y secas (13).

El tamaño de semilla influye directamente en el proceso de beneficio. Una semilla pequeña en promedio hace que el rendimiento de cáscara que se utiliza sea muy alto y por lo tanto el costo de manejo sea muy elevado. Se ha establecido que semillas que en promedio pesen menos de 1gr. tienen desperdicios superiores al 12%, en algunos casos pueden llegar al 15% ó más. Cuando la semilla en promedio pesa más de 1gr (1.2 a 1.5 gr.) la pérdida puede bajar a 11%, la cual le hace más atractiva al industrial; por lo tanto el conocimiento de lo que se llama índice de semilla es crítico en el mejoramiento de esta especie (13).

En investigaciones realizadas en Tingo María con respecto al peso de semilla, se encontró que los clones H-54 y H-19 pesaron 1.54 y 0.88 g respectivamente (2).

En los clones de la colección Ucayali se reporta el peso de semilla osciló entre 1.52 y .58 g, correspondiendo a los clones U-26 y U-20 respectivamente (25).

Se ha señalado que el tamaño y peso de las semillas se corresponden. En ese sentido, los clones ICS-1 y UF-613 resultarían ser promisorios como progenitores para programas de hibridación ya que estos caracteres son altamente heredables (37).

En Brasil al evaluar la variabilidad genética de las características de fruto y semilla de los clones de la serie SIC y SIAL de cacao, se encontró que la

serie SIAL presentó en promedio frutos y semillas más grandes y de mayor peso. En tanto que los clones de la serie SIC tuvieron los mayores valores en número de semilla por fruto (30).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 CAMPO EXPERIMENTAL

3.1.1 Ubicación

El presente trabajo fue realizado en el Banco de Germoplasma de Cacao y en el Laboratorio de Entomología de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, ubicado en la margen derecha del río Huallaga, Distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, Departamento de Huánuco, región Andrés Bello Cáceres cuyas coordenadas geográficas son:

Longitud Oeste	:	75° 57'00"
Latitud Sur	:	09°09'08"
Altitud	:	670 m.s.n.m.

3.1.2 Historia del campo

El Banco de Germoplasma de Cacao, fue instalado en 1988 en las inmediaciones del Bosque Reservado en virtud del convenio entre la UNAS y el Proyecto de AD/PER/459/PNUD.

El lugar se caracteriza por ser de topografía accidentada, suelos de reacción muy ácida (pH, 4,0), bajo contenido de fósforo y CIC, pero alto de aluminio. Sin embargo, al momento del transplante se utilizó enmienda calcárea (Dolomita) y abonos nitrofosfo-potásicos. De allí en adelante y en forma anual se realizan el abonamiento de mantenimiento.

3.1.3 Registros meteorológicos

Los datos meteorológicos que se muestran en el Cuadro 1 fueron obtenidos en la Estación Meteorológica "José Abelardo Quiñones" de la Universidad Agraria de la Selva y corresponden a los meses de Abril a Setiembre de 1995.

CUADRO 1. Datos meteorológicos registrados en la Estación Experimental Meteorológica "José Abelardo Quiñones" (Abril - Setiembre de 1995).

Meses	Temperatura (°C)			PP. (mm)	HR. (%)
	Máx.	Med.	Mín.		
Abril	30.1	25.2	20.4	166.7	81
Mayo	29.8	24.6	19.4	136.3	79
Junio	29.6	24.4	19.3	79.9	80
Julio	29.4	24.1	18.9	153.0	81
Agosto	30.4	24.8	19.2	72.6	80
Setiembre	30.8	25.0	19.3	148.1	78
Total	180.1	148.1	116.5	756.6	479
Promedio	30.0	24.7	19.4	126.1	79.8

Durante los 6 meses de duración del ensayo (Abril - Setiembre 1995), el rango de variación en promedio de las temperaturas máximas y mínimas; así como, la precipitación mensual y la humedad relativa, están dentro del rango óptimo para el crecimiento y desarrollo productivo del árbol de cacao.

3.2 MATERIAL GENÉTICO

El material genético en estudio comprende clones introducidos de Brasil (colección Internacional), clones colectados en la cuenca del río Huallaga (colección Huallaga) y clones colectados en las cuencas de los ríos Ucayali y Urubamba (colección Ucayali-Urubamba).

En este acervo genético, es posible distinguir clones que corresponden a los tipos de cacao forasteros del alto y bajo Amazonas y los trinitarios.

3.3 COMPONENTES EN ESTUDIO

Un solo componente, el varietal (clonal) constituido por 30 clones de cacao, de los cuales 13 clones pertenecen a la colección Huallaga: H-9, H-12, H-17, H-38, H-40, H-31, H-32, H-34, H-35, H-36, H-45, H-47 y H-41; 11 clones pertenecen a la colección Ucayali: U-6, U-12, U-26, U-28, U-31, U-32, U-35, U-36, U-39, U-43, U-68 y 6 clones pertenecen a la colección Internacional: P-7, ICS-6, ICS-39, ICS-95, IMC-67 y UF-613.

3.4 TRATAMIENTOS EN ESTUDIO

Lo constituyen los 30 clones de las 3 colecciones, los cuales se muestran en el Cuadro 2.

CUADRO 2. Tratamientos en estudio del trabajo experimental.

Colección	Clon	Procedencia
Huallaga	H - 9	Fundo San José, Naranjillo
	H - 12	Fundo San José, Naranjillo
	H - 17	Fundo San José, Naranjillo
	H - 31	Fundo San José, Naranjillo
	H - 32	Fundo San José, Naranjillo
	H - 34	Fundo San José, Naranjillo
	H - 35	Fundo San José, Naranjillo
	H - 36	Fundo San José, Naranjillo
	H - 38	Fundo San José, Naranjillo
	H - 40	Fundo San José, Naranjillo
	H - 41	Fundo San José, Naranjillo
	H - 45	Fundo San José, Naranjillo
	H - 47	Fundo San José, Naranjillo
Ucayali	U - 6 (C - 3)	Fundo San Carlos, Contamina
	U - 12 (C - 19)	Fundo Pobre Alegre, Sarayacu
	U - 26 (C - 21)	Fundo Juancito, Caserío Berlín
	U - 28 (C - 26)	Fundo Valle Esperanza, Requena
	U - 31 (C - 22)	Fundo Quiruma, Caserío Berlín
	U - 32 (C - 12)	Fundo Daliflor, Pampa Hermosa
	U - 35	Río Pisqui
	U - 36	CC.NN. Palestina, Belén
	U - 39	Fundo Bienaventurado, Río Pisqui
	U - 43	CC.NN. Roaboya, Río Ucayali
U - 68	Fundo Sainate, Sector Idma	
Internacional	P - 7	Brasil
	ICS - 6	Brasil
	ICS - 39	Brasil
	ICS - 95	Brasil
	IMC - 67	Brasil
	UF - 613	Brasil

3.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis de variancia y la interpretación de los datos se ajustaron al siguiente modelo aditivo lineal:

$$Y_{ijk} = \mu + C_i + K_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Observación individual

μ = Media general

C_i = i-ésima colección

K_{ij} = j-ésimo clon de la i-ésima colección.

ϵ_{ijk} = Error experimental

El análisis de variancia se realizó según el esquema dado en Cuadro 3 utilizando el programa computarizado (SAS).

CUADRO 3. Esquema del análisis de variancia.

Fuente de variación	GL	ECM
Colecciones (C)	29	$\sigma^2e + r \sigma^2gc$
Nacionales (N)	23	$\sigma^2e + r \sigma^2gn$
Huallaga (H)	12	$\sigma^2e + r \sigma^2gh$
Ucayali (U)	10	$\sigma^2e + r \sigma^2gu$
(H) vs. (U)	1	-----
Internacionales (I)	5	$\sigma^2e + r \sigma^2gi$
Nac. (N) vs. Inter. (I)	1	-----
Error	570	σ^2e
Total	599	-----

Las variancias genotípicas (σ^2g) y fenotípicas (σ^2f) fueron estimadas para cada fuente de variación en funciones de las relaciones:

$$[CM(*) - CME]/r \text{ y } \sigma^2g (*) + \sigma^2e / r, \text{ respectivamente.}$$

* Representa cada una de las fuentes de variación.

La estimación de la heredabilidad en sentido amplio (H) se realizó según la siguiente fórmula:

$$H = \frac{\sigma^2G}{\sigma^2F} \times 100$$

3.6 OBSERVACIONES REGISTRADAS

- Peso de mazorca (PEMAZ)
- Longitud de mazorca (LOMAZ)
- Diámetro de mazorca (DIAMAZ)
- Grosor máximo de cáscara (GROMCAS)
- Peso de cáscara (PECAS)
- Número de semillas por mazorca (NUSEMAZ)
- Índice de mazorca (IM)
- Peso de semillas secas (PESESE)
- Longitud de semilla seca (LOSEMSE)
- Ancho de semillas seca (ANSEMSE)
- Grosor de semillas seca (GROSEMSE)
- Número de óvulos por ovario (NOPO)

3.6 DETERMINACIÓN DE LAS OBSERVACIONES REGISTRADAS

3.6.1 Peso de mazorca

Se determinó pesando los frutos en una balanza analítica, registrándose los pesos en gramos. Tamaño de muestra $n= 20$.

3.6.2 Longitud de mazorca

Se determinó midiendo con un vernier del extremo de la mazorca (ápice) al extremo de la base. Tamaño de muestra, $n = 20$.

3.6.3 Diámetro de mazorca

Mediante el uso del vernier se registro las medidas en la parte mas ancha. Tamaño de muestra $n = 20$.

3.6.4 Grosor máximo de mazorca

Se determinó midiendo con un vernier desde el lomo hasta la pared interna de mazorca. Tamaño de muestra $n = 20$

3.6.5 Peso de cáscara

Se determinó una vez que se extrajo la semilla y se removió el tejido placentario, pesando en una balanza digital. Tamaño de muestra $n = 20$.

3.6.6 Numero de semillas por mazorca

Se realizó mediante contaje de las semillas de cada mazorca de cada clon. Tamaño de muestra $n= 20$.

3.6.7 Índice de mazorca.

Se determinó mediante la siguiente fórmula: (40)

$$IM = \frac{1000}{\text{N}^\circ \text{ semillas/mazorca} \times \text{peso seco individual de semilla (g)}}$$

3.6.8 Peso de semillas secas

Se realizó cuando las semillas tenían aproximadamente 10% de humedad, después de fermentar 3 días y secarlas 4 días al sol. Para ello se utilizó una balanza digital. Tamaño de muestra $n = 5$.

3.6.9 Longitud de semillas secas

Se determinó midiendo una muestra de semillas extraídas al azar por mazorca de cada clon, haciendo uso del vernier. Tamaño de muestra $n = 5$.

3.6.10 Ancho de semilla seca

Se determinó midiendo una muestra de semillas en la zona más ancha con un vernier. Tamaño de muestra $n = 5$.

3.6.11 Grosor de semilla seca

Se determinó midiendo una muestra de semillas con un vernier. Tamaño de muestra $n = 5$.

3.6.12 Número de óvulos por ovario

Se realizó una vez que a la flor se le separó sus envolturas florales, estambres y estaminodios, luego, mediante un corte longitudinal del ovario, se procedió al conteo de óvulos utilizando un estereoscopio a 1.6 X aumentos.

Tamaño de muestra $n= 5$.

IV. RESULTADOS

4.1 DE LA VARIABILIDAD FENOTÍPICA

4.1.1 Caracteres biométricos de la mazorca

En el Cuadro 4, se muestra el rango, la media, desviación estándar y coeficiente de variabilidad de siete caracteres biométricos de la mazorca de los 30 clones estudiados. De dicho cuadro se infiere lo siguiente:

- Que en promedio el peso de mazorca de la colección Internacional fue superior al de las colecciones Nacionales.
- El coeficiente de variabilidad en la colección Ucayali fue muy alto y mayor que las demás colecciones.
- En cuanto a longitud de mazorca, en la colección Internacional se tuvo el mayor valor respecto a las demás colecciones nacionales.
- El coeficiente de variabilidad fue intermedio en la colección Ucayali y bajo en las colecciones Huallaga e Internacional.
- Con relación al diámetro de mazorca, en promedio los clones de la colección Internacional fue ligeramente mayor al de la colección Huallaga, pero superior al de la colección Ucayali.
- El coeficiente de variabilidad en las 3 colecciones resultó en promedio bajo.
- Respecto al grosor máximo de cáscara, el valor de la media de la colección Internacional fue similar al valor medio de la colección Huallaga y mayor al valor medio de la colección Ucayali.

CUADRO 4. Rango, media, desviación estándar y coeficiente de variación de 7 caracteres biométricos de mazorca del cacao de 30 clones de las colecciones Internacional, Huallaga y Ucayali.

Carácter	Colección											
	Internacional				Huallaga				Ucayali			
	Rango	\bar{X}	S	CV (%)	Rango	\bar{X}	S	CV (%)	Rango	\bar{X}	S	CV (%)
Peso de mazorca	524.0 - 939.6	699.8	167.20	23.9	358.6 - 623.3	463.8	78.05	16.8	179.8 - 556.7	351.9	115.07	32.7
Longitud de mazorca	15.9 - 21.1	19.0	2.08	10.0	13.5 - 17.9	15.5	1.32	8.5	10.8 - 18.7	14.3	2.48	17.3
Diámetro de mazorca	7.8 - 9.9	9.0	0.79	8.8	7.4 - 9.02	8.3	0.41	4.9	5.9 - 8.6	7.4	0.75	10.1
Grosor de mazorca	1.1 - 1.4	1.2	0.12	10.0	0.9 - 1.6	1.1	0.20	18.2	0.6 - 1.3	1.0	0.21	20.4
Peso de cáscara	453.1 - 673.2	544.6	96.80	17.8	267.9 - 528.8	368.2	71.34	19.4	137.8 - 479.6	284.5	104.03	36.6
N semilla/mazorca	29.4 - 42.8	35.1	2.52	7.2	28.7 - 47.8	38.4	5.89	15.3	23.7 - 43.6	31.4	6.16	19.6
Índice de mazorca	10.9 - 24.6	15.8	2.40	15.2	16.7 - 31.5	23.7	2.30	9.7	23.2 - 49.2	32.5	2.80	8.6

\bar{X} : Promedio

S : Desviación estándar

CV : Coeficiente de variación.

- El coeficiente de variación en la colección Ucayali fue mayor que las demás colecciones, sin embargo, cae dentro del rango de medio.
- Con relación al peso de cáscara, el valor de la media de la colección Internacional fue superior respecto a las demás colecciones nacionales.
- El coeficiente de variación fue muy alto en la colección de Ucayali y medio en las colecciones Huallaga e Internacional.
- Con respecto al número de semillas por mazorca, en promedio los clones de la colección Huallaga fue superior a sus similares de la colección Internacional y Ucayali.
- El coeficiente de variación resultó bajo en la colección Internacional y medios en las colecciones Huallaga y Ucayali.
- El más bajo índice de mazorca, en promedio lo obtuvo la colección Internacional seguido de la colección Huallaga y de la colección Ucayali.
- El coeficiente de variación resultó bajo en las colecciones Huallaga y Ucayali, y medio para la colección Internacional.

4.1.2 Caracteres biométricos de la semilla.

En el Cuadro 5, se muestra el rango, la media, desviación estándar y coeficiente de variación de cuatro caracteres biométricos de la semilla de los 30 clones de cacao estudiados. De dicho cuadro se infiere lo siguiente:

- Con relación al peso de semilla seca en promedio, en la colección Internacional se tuvo un valor muy superior al de las demás colecciones.
- El coeficiente de variación en la colección Internacional y Ucayali fueron altos frente al obtenido en la colección Huallaga.
- En cuanto a la longitud de semilla seca en promedio, la colección Internacional fue ligeramente superior al de las demás colecciones.
- El coeficiente de variación en todas las colecciones fue bajo.
- Con relación al ancho de semilla seca en promedio, la colección Internacional resultó ligeramente superior a las demás colecciones.
- El coeficiente de variación resultó alto en la colección Ucayali y superior al valor de la colección Internacional y Huallaga.
- En cuanto al grosor de semilla seca en promedio, la colección Internacional resultó ligeramente superior frente a las demás colecciones.
- El coeficiente de variación fue alto en la colección Huallaga y superior frente a las colecciones Ucayali e Internacional.

CUADRO 5. Rango, media, desviación estándar y coeficiente de variación de 4 caracteres biométricos de semillas del cacao de 30 clones de las colecciones Internacional, Huallaga y Ucayali.

Carácter	Colección											
	Internacional				Huallaga				Ucayali			
	Rango	\bar{X}	S	CV (%)	Rango	\bar{X}	S	CV (%)	Rango	\bar{X}	S	CV (%)
Peso de semilla seca (IS)	1.3 – 2.6	1.8	0.56	31.1	0.8 – 1.3	1.1	0.14	12.7	0.6 – 1.5	0.9	0.27	30.0
Longitud semilla seca	2.4 – 2.6	2.5	0.11	4.4	1.8 – 2.4	2.2	0.18	8.2	1.8 – 2.4	2.1	0.18	8.6
Diámetro semilla seca	1.2 – 1.7	1.4	0.19	13.6	0.9 – 1.2	1.1	0.08	7.3	0.9 – 2.0	1.2	0.31	25.8
Espesor semilla seca	0.8 – 1.0	0.9	0.09	11.0	0.7 – 1.3	0.7	0.17	24.3	0.5 – 0.9	0.7	0.13	18.6

IS : Índice de semilla.

\bar{X} : Promedio

S : Desviación estándar

CV : Coeficiente de variación.

4.1.3 Carácter biométrico de la flor

En el Cuadro 6, se muestra el rango, la media, desviación estándar y coeficiente de variación del número de óvulos por ovario de 30 clones de cacao estudiados. De dicho cuadro se infiere lo siguiente:

- Que en promedio el número de óvulos por ovario, de la colección Huallaga fue ligeramente mayor al de la colección Internacional y muy superior al de la colección Ucayali.
- El coeficiente de variación en todas las colecciones fue muy bajo.

CUADRO 6. Rango, media, desviación estándar y coeficiente de variación del número de óvulos por ovario en 30 clones de las colecciones Internacional, Huallaga y Ucayali.

Carácter	Colección											
	Internacional				Huallaga				Ucayali			
	Rango	\bar{X}	S	CV (%)	Rango	\bar{X}	S	CV (%)	Rango	\bar{X}	S	CV (%)
Número de óvulos/ovario	47 - 62	49.0	2.8	5.7	40 - 62	52.8	2.5	4.7	35 - 54	44.0	2.5	5.7

- \bar{X} : Promedio
 S : Desviación estándar
 CV : Coeficiente de variación.

4.2 CARACTERES BIOMÉTRICOS

4.2.1 De los caracteres biométricos de la mazorca

CUADRO 7. Análisis de variancia para peso de mazorca de 3 colecciones de cacao: Huallaga, Ucayali e Internacional.

Fuente de variación	GL	Cuadrado Medio	
Colecciones	29	562055.14	**
Nacionales	23	242199.46	**
Huallaga	12	121843.32	**
Ucayali	10	261709.52	**
Huallaga vs. Ucayali	1	1491372.53	**
Internacionales	5	559204.78	**
Nacional vs. Internacional	1	7932987.63	**
Error	570	21956.27	
Total	599		

$$C.V = 31.5\%$$

** : Significación estadística al 1% de probabilidad.

Del análisis de variancia para el peso de mazorca mostrado en el Cuadro 7, se deduce lo siguiente.

- Existen diferencias estadísticas altamente significativa entre colecciones; dentro de colecciones nacionales e internacionales; así como, el contraste Nacional versus Internacional.
- Existen diferencias estadísticas altamente significativa dentro de los colecciones Huallaga y Ucayali; así como, los contrastes Huallaga versus Ucayali.
- El coeficiente de variación nos indica un estimado muy variable.

CUADRO 8. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter peso de mazorca de cacao a nivel de colecciones.

Clon	Peso promedio de mazorca (g)	Significación	Orden de mérito
IMC - 67	939.6	a	1°
ICS - 6	858.3	a	2°
ICS - 39	672.4	b	3°
UF - 613	660.7	b	4°
H - 35	623.3	bc	5°
U - 26	556.7	cd	6°
P - 7	544.9	cde	7°
H - 40	543.7	cde	8°
ICS - 95	524.0	cdef	9°
H - 12	514.2	defg	10°
H - 34	511.9	defg	11°
H - 38	507.9	defgh	12°
H - 17	488.9	defghi	13°
U - 28	485.6	defghi	14°
H - 41	448.4	defghij	15°
H - 36	445.9	efghij	16°
H - 32	442.3	efghij	17°
U - 12	420.3	fghijk	18°
H - 47	411.7	ghijk	19°
U - 39	400.3	hijk	20°
U - 36	384.6	ijkl	21°
H - 9	369.6	jkl	22°
H - 45	362.9	jkl	23°
U - 32	360.0	jkl	24°
H - 31	358.6	jkl	25°
U - 31	312.3	kl	26°
U - 43	290.7	lm	27°
U - 68	280.1	lm	28°
U - 6	200.9	mn	29°
U - 35	179.8	n	30°

Tratamientos unidos por la misma letra en columna no existe significación estadística.

Del Cuadro 8, se infiere lo siguiente:

- Que el clon IMC - 67, obtuvo el mayor peso de mazorca sin superar estadísticamente al clon ICS - 6, pero si a los demás clones.
- Que el clon U - 35, obtuvo el menor peso de mazorca sin ser estadísticamente inferior al clon U - 6, ocupando el ultimo lugar.

CUADRO 9. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter peso de mazorca de cacao a nivel de colecciones nacionales.

Clon	Peso promedio de mazorca (g)	Significación	Orden de mérito
H - 35	623.33	a	1°
U - 26	556.71	ab	2°
H - 40	543.68	abc	3°
H - 12	514.25	bcd	4°
H - 34	511.87	bcde	5°
H - 38	507.88	bcde	6°
H - 17	488.99	bcdef	7°
U - 28	485.58	bcdef	8°
U - 41	448.45	cdefg	9°
H - 36	445.91	cdefg	10°
H - 32	442.28	defg	11°
U - 12	420.33	defg	12°
H - 47	411.68	efgh	13°
U - 39	400.26	fgh	14°
U - 36	384.62	ghi	15°
H - 9	369.57	ghij	16°
H - 45	362.96	ghij	17°
U - 32	360.03	ghij	18°
H - 31	358.64	ghij	19°
U - 31	312.26	hij	20°
U - 43	290.66	ijk	21°
U - 68	280.08	jk	22°
U - 6	200.97	kl	23°
U - 35	179.80	l	24°

Tratamientos unidos por la misma letra en columna no existe significación estadística.

Del Cuadro 9, se deduce lo siguiente:

- Que los clones H - 35, U - 26 y H - 40, obtuvieron los mayores pesos de mazorca superando estadísticamente a los demás clones.
- Que el clon U - 35, obtuvo el menor peso de mazorca sin ser estadísticamente inferior al clon U - 6, ocupando el último lugar.

CUADRO 10. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter peso de mazorca de cacao a nivel de colección Nacional - Huallaga.

Clon	Peso promedio de mazorca (g)	Significación	Orden de mérito
H - 35	623.33	a	1°
H - 40	543.68	ab	2°
H - 12	514.25	bc	3°
H - 34	511.87	bc	4°
H - 38	507.88	bcd	5°
H - 17	488.99	bcd	6°
H - 41	448.45	bcde	7°
H - 36	445.91	bcde	8°
H - 32	442.28	cde	9°
H - 47	411.68	de	10°
H - 9	369.57	e	11°
H - 45	362.96	e	12°
H - 31	358.64	e	13°

Tratamientos unidos por la misma letra en columna no existe significación estadística.

Del Cuadro 10, se deduce lo siguiente:

- Que el clon H-35, obtuvo el mayor peso de mazorca sin superar estadísticamente al clon H - 40, pero si a los demás clones.
- Que el clon H - 31, obtuvo el menor peso de mazorca sin ser estadísticamente inferior a los clones H - 45, H - 9, H - 47, H - 32, H - 36 y H - 41, ocupando el último lugar.

CUADRO 11. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter peso de mazorca de cacao a nivel de colecciones Nacional - Ucayali.

Clon	Peso promedio de mazorca (g)	Significación	Orden de mérito
U - 26	556.71	a	1°
U - 28	485.58	ab	2°
U - 12	420.33	bc	3°
U - 39	400.26	bcd	4°
U - 36	384.62	cd	5°
U - 32	360.03	cde	6°
U - 31	312.26	de	7°
U - 43	290.66	e	8°
U - 68	280.08	ef	9°
U - 6	200.97	fg	10°
U - 35	179.80	g	11°

Tratamientos unidos por la misma letra en columna no existe significación estadística.

Del Cuadro 11, se infiere lo siguiente:

- Que el clon U - 26, obtuvo el mayor peso de mazorca sin superar estadísticamente al clon U - 28, pero si a los demás clones.
- Que el clon U - 35, obtuvo el menor peso de mazorca sin ser estadísticamente inferior al clon U - 6 ocupando el último lugar.

CUADRO 12. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter peso de mazorca de cacao a nivel de colección Internacional.

Clon	Peso promedio de mazorca (g)	Significación	Orden de mérito
IMC - 67	939.65	a	1°
ICS - 6	858.29	a	2°
ICS - 39	672.37	b	3°
UF - 613	660.69	b	4°
P - 7	544.93	c	5°
ICS - 95	524.05	c	6°

Tratamientos unidos por la misma letra en columna no existe significación estadística.

Del Cuadro 12, se deduce lo siguiente:

- Que el clon IMC - 67, obtuvo el mayor peso de mazorca sin superar estadísticamente al clon ICS - 6, pero si a los demás clones.
- Que el clon ICS - 95, obtuvo el menor peso de mazorca sin ser estadísticamente inferior al clon P - 7, ocupando el último lugar.

CUADRO 13. Análisis de variancia para longitud de mazorca de 3 colecciones de cacao: Huallaga, Ucayali e Internacional.

Fuente de variación	GL	Cuadrado Medio	
Colecciones	29	135.6435	**
Nacionales	23	79.3108	**
Huallaga	12	35.0411	**
Ucayali	10	122.7164	**
Huallaga vs. Ucayali	1	176.4920	**
Internacionales	5	86.1447	**
Nacional vs. Internacional	1	1678.7890	**
Error	570	5.9003	
Total	599		

$$C.V = 15.4\%$$

** : Significación estadística al 1% de probabilidad.

Del análisis de variancia para longitud de mazorca obtenidos en el Cuadro 13, se deduce lo siguiente:

- Existen diferencias estadísticas altamente significativas entre colecciones; así como, entre colecciones nacionales e internacionales.
- Existen diferencias estadísticas altamente significativas dentro de las colecciones Huallaga y Ucayali; así como, los contrastes Huallaga versus Ucayali y nacionales versus internacionales.
- El coeficiente de variación resultó medio.

CUADRO 14. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter longitud de mazorca de cacao a nivel de colecciones.

Clon	Longitud de mazorca (cm)	Significación	Orden de mérito
ICS - 39	21.07	a	1°
IMC - 67	21.03	a	2°
ICS - 6	19.86	ab	3°
ICS - 95	19.43	abc	4°
U - 28	18.71	bcd	5°
H - 40	17.96	cde	6°
H - 35	17.39	def	7°
UF - 613	17.30	defg	8°
U - 12	16.90	efg	9°
H - 38	16.19	fgh	10°
U - 26	16.17	fgh	11°
H - 12	16.13	fgh	12°
H - 34	16.10	fgh	13°
H - 9	15.97	fghi	14°
P - 7	15.93	fghi	15°
U - 39	15.91	fghi	16°
H - 36	15.55	ghij	17°
U - 32	15.01	hijk	18°
H - 41	14.95	hijkl	19°
H - 32	14.88	hijkl	20°
H - 31	14.50	hijklm	21°
H - 45	14.21	ijklmn	22°
H - 47	13.87	jklmn	23°
H - 17	13.52	klmn	24°
U - 36	13.43	klmn	25°
U - 31	13.20	lmn	26°
U - 68	12.95	mn	27°
U - 43	12.67	n	28°
U - 6	11.11	o	29°
U - 35	10.84	o	30°

Tratamientos unidos por la misma letra en columna no existe significación estadística.

Del Cuadro 14, se deduce lo siguiente:

- Que el clon ICS - 39, obtuvo la mayor longitud de mazorca sin superar estadísticamente a los clones IMC - 67, ICS - 6 y ICS - 95, pero si a los demás clones.
- Que el clon U - 35, obtuvo la menor longitud de mazorca sin ser estadísticamente inferior al clon U - 6, ocupando el último lugar.

CUADRO 15. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter longitud de mazorca de cacao a nivel de colecciones nacionales.

Clon	Longitud de mazorca (cm)	Significación	Orden de mérito
U - 28	18.71	a	1°
H - 40	17.96	ab	2°
H - 35	17.40	abc	3°
U - 12	16.90	bcd	4°
H - 38	16.19	cde	5°
U - 26	16.17	cde	6°
H - 12	16.13	cde	7°
H - 34	16.11	cde	8°
H - 9	15.98	cde	9°
U - 39	15.91	cdef	10°
H - 36	15.55	defg	11°
U - 32	15.01	efgh	12°
H - 41	14.95	efghi	13°
H - 32	14.88	efghi	14°
H - 31	14.50	efghij	15°
H - 45	14.21	fghijk	16°
H - 47	13.87	ghijk	17°
H - 17	13.52	hijk	18°
U - 36	13.43	hijk	19°
U - 31	13.20	ijk	20°
U - 68	12.95	jk	21°
U - 43	12.67	k	22°
U - 6	11.11	l	23°
U - 35	10.84	l	24°

Tratamientos unidos por la misma letra en columna no existe significación estadística.

Del Cuadro 15, se deduce lo siguiente:

- Que el clon U - 28, alcanzó la mayor longitud de mazorca sin superar estadísticamente a los clones H - 40, y H - 35, pero si a los demás clones.
- Que el clon U - 35, obtuvo la menor longitud de mazorca sin ser estadísticamente inferior al clon U - 6.

CUADRO 16. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter longitud de mazorca de cacao a nivel de colecciones Nacional - Huallaga.

Clon	Longitud de mazorca (cm)	Significación	Orden de mérito
H - 40	17.96	a	1°
H - 35	17.39	ab	2°
H - 38	16.19	ab	3°
H - 12	16.13	bcd	4°
H - 34	16.11	bcd	5°
H - 9	15.98	bcd	6°
H - 36	15.55	cde	7°
H - 41	14.95	chef	8°
H - 32	14.88	chef	9°
H - 31	14.50	def	10°
H - 45	14.21	ef	11°
H - 47	13.87	f	12°
H - 17	13.52	f	13°

Tratamientos unidos por la misma letra en columna no existe significación estadística.

Del Cuadro 16, se infiere lo siguiente:

- Que el clon H - 40 alcanzó la mayor longitud de mazorca sin superar estadísticamente al clon H - 35; pero si a los demás clones.
- Que el clon H - 17, tuvo la menor longitud de mazorca sin ser estadísticamente inferior a los clones H - 47, H - 45, H - 31, H - 32 y H - 41.

CUADRO 17. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter longitud de mazorca de cacao a nivel de colección Nacional - Ucayali.

Clon	Longitud de mazorca (g)	Significación	Orden de mérito
U - 28	18.71	a	1°
U - 12	16.90	b	2°
U - 26	16.17	bc	3°
U - 39	15.91	bc	4°
U - 32	15.01	cd	5°
U - 36	13.43	de	6°
U - 31	13.20	e	7°
U - 68	12.95	e	8°
U - 43	12.67	ef	9°
U - 6	11.11	fg	10°
U - 35	10.84	g	11°

Tratamientos unidos por la misma letra en columna no existe significación estadística.

Del Cuadro 17, se deduce los siguiente:

- Que el clon U - 28, alcanzó la mayor longitud de mazorca superando estadísticamente a los demás clones.
- Que el clon U - 35, tuvo la menor longitud de mazorca ocupando el último lugar.

CUADRO 18. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter longitud de mazorca de cacao a nivel de colección Internacional

Clon	Longitud de mazorca (g)	Significación	Orden de mérito
ICS - 39	21.07	a	1°
IMC - 67	21.03	a	2°
ICS - 6	19.86	a	3°
ICS - 95	19.43	a	4°
UF - 613	17.30	b	5°
P - 7	15.93	b	6°

Tratamientos unidos por la misma letra en columna no existe significación estadística.

Del Cuadro 18, se infiere lo siguiente:

- El clon ICS - 39, alcanzó la mayor longitud de mazorca sin superar estadísticamente a los clones IMC - 67, ICS - 6 e ICS - 95, pero si a los demás.
- El clon P - 7, tuvo la menor longitud de mazorca sin ser estadísticamente inferior al clon UF - 613, ocupando el último lugar.

CUADRO 19. Análisis de variancia para diámetro de mazorca de 3 colecciones de cacao: Huallaga, Ucayali e Internacional.

Fuente de variación	GL	Cuadrado Medio	
Colecciones	29	15.3062	**
Nacionales	23	10.7134	**
Huallaga	12	3.4843	**
Ucayali	10	11.4837	**
Huallaga vs. Ucayali	1	89.7600	**
Internacionales	5	12.7644	**
Nacional vs. Internacional	1	133.6520	**
Error	570	0.7616	
Total	599		

$$C.V = 10.8\%$$

** : Significación estadística al 1% de probabilidad.

Del análisis de variancia para el diámetro de mazorca mostrado en el Cuadro 19, se infiere lo siguiente:

- Existen diferencias estadísticas altamente significativas entre colecciones; así como entre colecciones nacionales e internacionales.
- Existen diferencias estadísticas altamente significativas dentro de las colecciones Huallaga y Ucayali; así como, los contrastes Huallaga versus Ucayali y Nacional versus Internacional.
- El coeficiente de variación nos indica un estimado muy bueno.

CUADRO 20. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter diámetro de mazorca de cacao a nivel de colecciones.

Clon	Diámetro de mazorca (cm)	Significación	Orden de mérito
IMC - 67	9.95	a	1°
ICS - 6	9.86	a	2°
UF - 613	9.17	b	3°
H - 35	9.02	bc	4°
ICS - 39	8.70	bcd	5°
U - 26	8.64	bcd	6°
P - 7	8.60	bcde	7°
H - 38	8.59	bcde	8°
H - 17	8.46	cdef	9°
H - 12	8.43	cdef	10°
H - 34	8.40	cdef	11°
H - 40	8.36	defg	12°
H - 32	8.32	defg	13°
H - 36	8.30	defg	14°
H - 41	8.26	defgh	15°
H - 45	8.15	defghi	16°
U - 28	7.98	efghij	17°
H - 47	7.96	efghij	18°
ICS - 95	7.88	fghij	19°
U - 36	7.83	fghijk	20°
U - 32	7.73	ghijk	21°
U - 39	7.64	hijk	22°
H - 9	7.59	ijk	23°
U - 12	7.50	jkl	24°
U - 43	7.44	jkl	25°
H - 31	7.39	jkl	26°
U - 31	7.23	kl	27°
U - 68	6.91	l	28°
U - 6	6.36	m	29°
U - 35	5.93	m	30°

Tratamientos unidos por la misma letra en columna no existe significación estadística.

Del Cuadro 20, se deduce lo siguiente:

- Que el clon IMC - 67, obtuvo el mayor diámetro de mazorca sin superar estadísticamente al clon ICS - 6, pero si a los demás clones.
- Que el clon U - 35, obtuvo el menor diámetro de mazorca sin ser estadísticamente inferior al clon U - 6, ocupando el último lugar.

CUADRO 21. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter diámetro de mazorca de cacao a nivel de colecciones nacionales.

Clon	Diámetro de mazorca (cm)	Significación	Orden de mérito
H - 35	9.02	a	1°
U - 26	8.64	ab	2°
H - 38	8.59	ab	3°
H - 17	8.46	abc	4°
H - 12	8.43	abc	5°
H - 34	8.40	abcd	6°
H - 40	8.36	bcd	7°
H - 32	8.32	bcd	8°
H - 36	8.30	bcd	9°
H - 41	8.26	bcde	10°
H - 45	8.15	bcdef	11°
U - 28	7.99	bcdefg	12°
H - 47	7.96	bcdefg	13°
U - 36	7.83	cdefgh	14°
U - 32	7.74	defgh	15°
U - 39	7.64	efgh	16°
H - 9	7.59	fgh	17°
U - 12	7.50	fghi	18°
U - 43	7.44	ghi	19°
H - 31	7.39	ghi	20°
U - 31	7.23	hi	21°
U - 68	6.91	ij	22°
U - 6	6.36	jk	23°
U - 35	5.93	k	24°

Tratamientos unidos por la misma letra en columna no existe significación estadística.

Del Cuadro 21, se infiere lo siguiente:

- Que el clon H - 35, alcanzó el mayor diámetro de mazorca sin superar estadísticamente a los clones H - 26, H - 38, H - 17, H - 12 y H - 34; pero si a los demás clones.
- Que el clon U - 35, tuvo el menor diámetro de mazorca sin ser estadísticamente inferior al clon U - 6, ocupando el último lugar.

CUADRO 22. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter diámetro de mazorca de cacao a nivel de colección Nacional - Huallaga.

Clon	Diámetro de mazorca (cm)	Significación	Orden de mérito
H - 35	9.02	a	1°
H - 38	8.59	a b	2°
H - 17	8.46	a b	3°
H - 12	8.43	a b	4°
H - 34	8.40	a b	5°
H - 40	8.36	a b	6°
H - 32	8.32	b	7°
H - 36	8.30	b	8°
H - 41	8.26	b	9°
H - 45	8.15	b c	10°
H - 47	7.96	b c d	11°
H - 9	7.59	c d	12°
H - 31	7.39	d	13°

Tratamientos unidos por la misma letra en columna no existe significación estadística.

Del Cuadro 22, se deduce lo siguiente:

- Que el clon H - 35, alcanzó el mayor diámetro de mazorca sin superar estadísticamente a los clones H - 38, H - 17, H - 12, H - 34 y H - 40; pero si a los demás clones.
- Que el clon H - 31, tuvo el menor diámetro de mazorca sin ser estadísticamente inferior a los clones H - 9 y H - 47, ocupando el último lugar.

CUADRO 23. Prueba de significación de Duncan ($\alpha=0.05$) para el carácter diámetro de mazorca de cacao a nivel de colección Nacional - Ucayali.

Clon	Diámetro de mazorca (g)	Significación	Orden de mérito
U - 26	8.64	a	1°
U - 28	7.99	b	2°
U - 36	7.83	b c	3°
U - 32	7.74	b c	4°
U - 39	7.64	b c	5°
U - 12	7.50	b c	6°
U - 43	7.44	b c d	7°
U - 31	7.23	c d	8°
U - 68	6.91	d	9°
U - 6	6.36	e	10°
U - 35	5.93	e	11°

Tratamientos unidos por la misma letra en columna no existe significación estadística.

Del Cuadro 23, se infiere lo siguiente:

- Que el clon U - 26, alcanzó el mayor diámetro de mazorca superando estadísticamente a los demás clones.
- Que el clon U - 35, tuvo el menor diámetro de mazorca sin ser estadísticamente inferior al clon U - 35, ocupando el último lugar.

CUADRO 24. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter diámetro de mazorca de cacao a nivel de colección Internacional.

Clon	Diámetro de mazorca (g)	Significación	Orden de mérito
IMC - 67	9.95	a	1°
ICS - 6	9.86	a	2°
UF - 613	9.17	b	3°
ICS - 39	8.70	c	4°
P - 7	8.60	c	5°
ICS - 95	7.88	d	6°

Tratamientos unidos por la misma letra en columna no existe significación estadística.

Del Cuadro 24, se deduce lo siguiente:

- Que el clon IMC - 67, alcanzó el mayor diámetro de mazorca sin superar estadísticamente al clon ICS - 6, pero si a los demás clones.
- Que el clon ICS - 95, tuvo el menor diámetro de mazorca ocupando el último lugar.

CUADRO 25. Análisis de variancia para número de semillas por mazorca de 3 colecciones de cacao: Huallaga, Ucayali e Internacional.

Fuente de variación	GL	Cuadrado Medio	
Colecciones	29	847.4929	**
Nacionales	23	947.8977	**
Huallaga	12	696.0417	**
Ucayali	10	758.7209	**
Huallaga vs. Ucayali	1	5861.9390	**
Internacionales	5	554.8950	**
Nacional vs. Internacional	1	1.1700	ns
Error	570	137.1907	
Total	599		

$$C.V = 33.3\%$$

** : Significación estadística al 1% de probabilidad.

Del análisis de variancia para número de semillas frescas, mostrado en el Cuadro 25, se infiere lo siguiente:

- Existen diferencias estadísticas altamente significativas entre colecciones; así como, entre colecciones nacionales e internacionales.
- Existen diferencias estadísticas altamente significativas dentro de las colecciones Huallaga y Ucayali, excepto el contraste Nacional versus internacional.
- El coeficiente de variación resultó nos indica un estimado muy variable.

CUADRO 26. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter número de semillas por mazorca de cacao a nivel de colecciones.

Clon	Número de semillas por mazorca	Significación	Orden de mérito
H - 40	47.80	a	1°
H - 34	45.80	ab	2°
H - 36	44.00	abc	3°
H - 35	43.90	abc	4°
U - 36	43.60	abc	5°
IMC - 67	42.80	abcd	6°
H - 31	40.85	abcde	7°
ICS - 6	39.80	abcdef	8°
H - 9	37.80	bcdefg	9°
U - 12	37.55	bcdefgh	10°
H - 38	37.20	bcdefghi	11°
H - 12	37.10	bcdefghi	12°
H - 45	36.90	cdefghij	13°
H - 41	36.80	cdefghij	14°
U - 35	35.65	cdefghijk	15°
U - 28	35.25	cdefghijk	16°
ICS - 39	34.35	defghijk	17°
P - 7	33.75	efghijk	18°
U - 39	33.00	efghijk	19°
H - 47	31.40	fghijkl	20°
H - 32	30.95	fghijkl	21°
UF - 613	30.30	ghijkl	22°
ICS - 95	29.45	ghijkl	23°
H - 17	28.70	hijkl	24°
U - 68	28.35	ijkl	25°
U - 31	28.35	ijkl	26°
U - 6	28.15	jkl	27°
U - 26	27.65	kl	28°
U - 43	23.95	l	29°
U - 32	23.75	l	30°

Tratamientos unidos por la misma letra en columna no existe significación estadística.

Del Cuadro 26, se deduce lo siguiente:

- Que el clon H - 40, obtuvo el mayor número de semillas por mazorca sin superar estadísticamente a los clones: H - 34, H - 36, H - 35, U - 36, IMC - 67, H - 31 e ICS - 6; pero si a los demás clones.

- Que el clon U - 32, obtuvo el menor número de semillas sin ser estadísticamente inferior a los clones U - 43, U - 26, U - 6, U - 31, U - 68, H - 17, ICS - 95, UF - 613, H - 32 y H - 47, ocupando el último lugar.

CUADRO 27. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter número de semillas por mazorca de cacao a nivel de colecciones nacionales.

Clon	Número de semillas por mazorca	Significación	Orden de mérito
H - 40	47.80	a	1°
H - 34	45.80	ab	2°
H - 36	44.00	abc	3°
H - 35	43.90	abc	4°
U - 36	43.60	abc	5°
H - 31	40.85	abcd	6°
H - 9	37.80	bcde	7°
U - 12	37.55	bcdef	8°
H - 38	37.20	bcdefg	9°
H - 12	37.10	bcdefg	10°
H - 45	36.90	bcdefg	11°
H - 41	36.80	bcdefgh	12°
U - 35	35.65	cdefgh	13°
U - 28	35.25	cdefgh	14°
U - 39	33.00	defgh	15°
H - 47	31.40	efghi	16°
H - 32	30.95	efghi	17°
H - 17	28.70	efghi	18°
U - 31	28.35	fghi	19°
U - 68	28.35	fghi	20°
U - 6	28.15	ghi	21°
U - 26	27.65	hi	22°
U - 43	23.95	i	23°
U - 32	23.75	i	24°

Tratamientos unidos por la misma letra en columna no existe significación estadística.

Del Cuadro 27, se infiere lo siguiente:

- Que el clon H - 40 alcanzó el mayor número de semillas por mazorca sin superar estadísticamente a los clones: H - 34, H - 36, H - 35, U - 36 y H - 31; pero si a los demás clones.

- Que el clon U - 32, tuvo el menor número de semillas por mazorca sin ser estadísticamente inferior a los clones U - 43, U - 26, U - 6, U - 68, U - 31, H - 17, H - 32 y H - 47, ocupando el último lugar.

CUADRO 28. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter número de semillas por mazorca de cacao a nivel de colección Nacional - Huallaga.

Clon	Número de semillas por mazorca	Significación	Orden de mérito
H - 40	47.80	a	1°
H - 34	45.80	a b	2°
H - 36	44.00	a b	3°
H - 35	43.90	a b	4°
H - 31	40.85	a b	5°
H - 9	37.80	b c	6°
H - 38	37.20	b c d	7°
H - 12	37.10	b c d	8°
H - 45	36.90	b c d	9°
H - 41	36.80	b c d	10°
H - 47	31.40	c d	11°
H - 32	30.95	c d	12°
H - 17	28.70	d	13°

Tratamientos unidos por la misma letra en columna no existe significación estadística.

Del Cuadro 28, se deduce lo siguiente:

- Que el clon H - 40, alcanzó el mayor número de semillas por mazorca, sin superar estadísticamente a los clones: H - 34, H - 36, H - 35 y H - 31; pero si a los demás clones.
- Que el clon H - 17, tuvo el menor número de semillas por mazorca sin ser estadísticamente inferior a los clones H - 32,, H - 47, H - 41, H - 45, H - 12 y H - 38; ocupando el último lugar.

CUADRO 29. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter número de semillas por mazorca de cacao a nivel de colección Nacional - Ucayali.

Clon	Número de semillas por mazorca	Significación	Orden de mérito
U - 36	43.60	a	1°
U - 12	37.55	a b	2°
U - 35	35.65	a b c	3°
U - 28	35.25	a b c	4°
U - 39	33.00	b c	5°
U - 31	28.35	c d	6°
U - 68	28.35	c d	7°
U - 6	28.17	c d	8°
U - 26	27.65	c d	9°
U - 43	23.95	d	10°
U - 32	23.75	d	11°

Tratamientos unidos por la misma letra en columna no existe significación estadística.

Del Cuadro 29, se infiere lo siguiente:

- Que el clon U - 36, alcanzó el mayor número de semillas por mazorca, sin superar estadísticamente a los clones U - 12, U - 35 y U - 28; pero si a los demás clones.
- Que el clon U - 32, tuvo menor número de semillas por mazorca sin ser estadísticamente inferior a los clones U - 43, U - 26, U - 6, U - 68 y U - 31; ocupando el último lugar.

CUADRO 30. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter número de semillas por mazorca de cacao a nivel de colección Internacional.

Clon	Número de semillas por mazorca	Significación	Orden de mérito
IMC - 67	42.80	a	1°
ICS - 6	39.80	a b	2°
ICS - 39	34.35	b c	3°
P - 7	33.75	c	4°
UF - 613	30.30	c	5°
ICS - 95	29.45	c	6°

Tratamientos unidos por la misma letra en columna no existe significación estadística.

Del Cuadro 30, se deduce lo siguiente:

- Que el clon IMC - 67, alcanzó el mayor número de semillas por mazorca, sin superar estadísticamente al clon ICS - 6; pero si a los demás clones.
- Que el clon ICS - 95, tuvo el menor número de semillas por mazorca sin ser estadísticamente inferior a los clones UF - 613, P - 7 e ICS - 39; ocupando el último lugar.

CUADRO 31. Análisis de variancia para peso de cáscara de 3 colecciones de cacao: Huallaga, Ucayali e Internacional.

Fuente de variación	GL	Cuadrado Medio	
Colecciones	29	422174.05	**
Nacionales	23	183546.59	**
Huallaga	12	101806.32	**
Ucayali	10	216457.96	**
Huallaga vs. Ucayali	1	835316.30	**
Internacionales	5	422076.78	**
Nacional vs. Internacional	1	591109.82	**
Error	570	17947.53	
Total	599		

$$\text{C.V} = 35.3\%$$

** : Significación estadística al 1% de probabilidad

Del análisis de variancia para peso de cáscara mostrado en el Cuadro 31, se deduce lo siguiente:

- Existen diferencias estadísticas altamente significativas entre colecciones; así como, entre colecciones nacionales e internacionales.
- Existen diferencias estadísticas altamente significativas dentro de las colecciones Huallaga y Ucayali; así como, los contrastes Huallaga versus Ucayali y Nacional versus Internacional.
- El coeficiente de variación nos indica un estimado muy variable.

CUADRO 32. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter peso de cáscara de cacao a nivel de colecciones.

Clon	Peso de cáscara (g)	Significación	Orden de mérito
IMC - 67	673.23	a	1°
ICS - 6	646.25	a	2°
UF - 613	556.87	b	3°
H - 35	528.82	bc	4°
U - 26	479.62	bcd	5°
ICS - 39	474.70	bcd	6°
P - 7	463.46	bcd	7°
ICS - 95	453.09	cde	8°
H - 17	425.35	def	9°
U - 28	417.72	defg	10°
H - 12	414.94	defg	11°
H - 40	414.01	defg	12°
H - 34	394.83	defgh	13°
H - 38	394.00	defgh	14°
H - 32	352.69	efghi	15°
H - 41	352.68	efghi	16°
H - 36	340.06	fghij	17°
H - 47	328.55	fghij	18°
U - 39	322.46	ghijk	19°
U - 12	313.28	hijkl	20°
U - 36	310.70	hijkl	21°
U - 32	307.26	hijkl	22°
H - 45	286.60	ijkl	23°
H - 9	285.72	ijkl	24°
H - 31	267.92	ijkl	25°
U - 31	244.85	jkl	26°
U - 43	225.27	klm	27°
U - 68	220.47	lm	28°
U - 6	149.45	m	29°
U - 35	137.82	m	30°

Tratamientos unidos por la misma letra en columna no existe significación estadística.

Del Cuadro 32, se infiere lo siguiente:

- Que el clon IMC - 67, alcanzó el mayor peso de cáscara, sin superar estadísticamente al clon ICS - 6; pero si a los demás clones.
- Que el clon U - 35, tuvo el menor peso de cáscara sin ser estadísticamente inferior a los clones U - 6, U - 68 y U - 43, ocupando el último lugar.

CUADRO 33. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter peso de cáscara de cacao a nivel de colección Nacional.

Clon	Peso de cáscara (g)	Significación	Orden de mérito
H - 35	528.82	a	1°
U - 26	479.62	ab	2°
H - 17	425.35	bc	3°
U - 28	417.72	bc	4°
H - 12	414.94	bcd	5°
H - 40	414.01	bcd	6°
H - 34	394.83	bcde	7°
H - 38	394.00	bcde	8°
H - 32	352.69	cdef	9°
H - 41	352.68	cdef	10°
H - 36	340.06	cdef	11°
H - 47	328.55	defg	12°
U - 39	322.46	efg	13°
U - 12	313.28	efg	14°
U - 36	310.70	efgh	15°
U - 32	307.26	efgh	16°
H - 45	286.60	fghi	17°
H - 9	285.72	fghi	18°
H - 31	267.92	fghi	19°
U - 31	244.85	ghi	20°
U - 43	225.27	hij	21°
U - 68	220.47	ij	22°
U - 6	149.45	jk	23°
U - 35	137.82	k	24°

Tratamientos unidos por la misma letra en columna no existe significación estadística.

Del Cuadro 33, se deduce lo siguiente:

- Que el clon H - 35, alcanzó el mayor peso de cáscara sin superar estadísticamente al clon U - 26; pero si a los demás clones.
- Que el clon U - 35, tuvo el menor peso de cáscara sin ser estadísticamente inferior al clon U - 6, ocupando el último lugar.

CUADRO 34. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter peso de cáscara de cacao a nivel de colección Nacional - Huallaga.

Clon	Peso de cáscara (g)	Significación	Orden de mérito
H - 35	528.82	a	1°
H - 17	425.35	b	2°
H - 12	414.94	b c	3°
H - 40	414.01	b c	4°
H - 34	394.83	b c	5°
H - 38	394.00	b c	6°
H - 32	352.69	b c d	7°
H - 41	352.68	b c d	8°
H - 36	340.06	b c d	9°
H - 47	328.55	c d	10°
H - 45	286.60	d	11°
H - 9	285.72	d	12°
H - 31	267.92	d	13°

Tratamientos unidos por la misma letra en columna no existe significación estadística.

Del Cuadro 34, se infiere lo siguiente:

- Que el clon H - 35, alcanzó el mayor peso de cáscara superando estadísticamente a los demás clones.
- Que el clon H - 31, tuvo el menor peso de cáscara sin ser estadísticamente inferior a los clones H - 9, H - 45, H - 47, H - 36, H - 41 y H - 32, ocupando el último lugar.

CUADRO 35. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter peso de cáscara de cacao a nivel de colección Nacional - Ucayali.

Clon	Peso de cáscara (g)	Significación	Orden de mérito
U - 26	479.62	a	1°
U - 28	417.72	a	2°
U - 39	322.46	b	3°
U - 12	313.28	b	4°
U - 36	310.70	b	5°
U - 32	307.26	b	6°
U - 31	244.85	b c	7°
U - 43	225.27	c d	8°
U - 68	220.47	c d	9°
U - 6	149.45	d e	10°
U - 35	137.82	e	11°

Tratamientos unidos por la misma letra en columna no existe significación estadística.

Del Cuadro 35, se deduce lo siguiente:

- Que el clon U - 26, alcanzó el mayor peso de cáscara sin superar estadísticamente al clon U - 28; pero si a los demás clones.
- Que el clon U - 35, tuvo el menor peso de cáscara sin ser estadísticamente inferior al clon U - 6; ocupando el último lugar.

CUADRO 36. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter peso de cáscara de cacao a nivel de colección Internacional.

Clon	Peso de cáscara (g)	Significación	Orden de mérito
IMC - 67	673.23	a	1°
ICS - 6	646.25	a	2°
UF - 613	556.87	a b	3°
ICS - 39	474.70	b	4°
P - 7	463.46	b	5°
ICS - 95	453.09	b	6°

Tratamientos unidos por la misma letra en columna no existe significación estadística.

Del Cuadro 36, se infiere lo siguiente:

- Que el clon IMC - 67, alcanzó el mayor peso de cáscara sin superar estadísticamente a los clones ICS - 6 y UF - 613; pero si a los demás clones.
- Que el clon ICS - 95, tuvo el menor peso de cáscara sin ser estadísticamente inferior a los clones P - 7, ICS - 39 y UF- 613; ocupando el último lugar.

CUADRO 37. Análisis de variancia para grosor máximo de mazorca de 3 colecciones de cacao: Huallaga, Ucayali e Internacional.

Fuente de variación	GL	Cuadrado Medio	
Colecciones	29	0.8083	**
Nacionales	23	0.8241	**
Huallaga	12	0.8193	**
Ucayali	10	0.8654	**
Huallaga vs. Ucayali	1	0.4690	*
Internacionales	5	0.3289	*
Nacional vs. Internacional	1	2.8410	**
Error	570	0.0813	
Total	599		

$$C.V = 25.8\%$$

** : Significación estadística al 1% de probabilidad

* : Significación estadística al 5% de probabilidad

Del Cuadro 37, se deduce lo siguiente:

- Existen diferencias altamente significativas entre colecciones y colecciones nacionales; y diferencias significativas para colecciones internacionales.
- Existen diferencias estadísticas altamente significativas dentro de la colección Huallaga y Ucayali, Nacional versus Internacional; y solo significativa en el contraste Huallaga versus Ucayali.
- El coeficiente de variación nos indica un estimado muy variable.

CUADRO 38. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter grosor máximo de cáscara de cacao a nivel de colecciones.

Clon	Grosor máximo de cáscara (cm)	Significación	Orden de mérito
H - 35	1.58	a	1°
ICS - 6	1.44	ab	2°
H - 17	1.35	bc	3°
IMC - 67	1.32	bcd	4°
U - 31	1.30	bcd	5°
ICS - 39	1.29	bcd	6°
U - 26	1.25	bcde	7°
U - 28	1.20	cdef	8°
H - 34	1.19	cdefg	9°
H - 38	1.18	cdefgh	10°
H - 32	1.17	cdefghi	11°
UF - 613	1.17	cdefghij	12°
U - 36	1.16	cdefghij	13°
U - 39	1.14	cdefghij	14°
P - 7	1.13	cdefghij	15°
H - 40	1.13	defghij	16°
ICS - 95	1.11	defghij	17°
U - 32	1.10	defghij	18°
H - 47	1.07	efghij	19°
U - 43	1.02	fghijk	20°
H - 41	1.02	fghijk	21°
H - 12	1.00	ghijk	22°
H - 36	0.97	hijk	23°
H - 45	0.96	ijkl	24°
U - 68	0.95	jkl	25°
H - 9	0.86	klm	26°
II - 31	0.85	klm	27°
U - 12	0.85	klm	28°
U - 6	0.76	lm	29°
U - 35	0.66	m	30°

Tratamientos unidos por la misma letra en columna no existe significación estadística.

Del Cuadro 38, se deduce lo siguiente:

- Que el clon H - 35, alcanzó el mayor grosor de cáscara sin superar estadísticamente al clon ICS - 6; pero si a los demás clones.
- Que el clon U - 35, tuvo el menor grosor de cáscara, sin ser estadísticamente inferior a los clones U - 6, U - 12, H - 31 y H - 9; ocupando el último lugar.

CUADRO 39. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter grosor máximo de cáscara de cacao a nivel de colección Nacional.

Clon	Grosor máximo de cáscara (cm)	Significación	Orden de mérito
H - 35	1.58	a	1°
H - 17	1.35	b	2°
U - 31	1.30	bc	3°
U - 26	1.25	bcd	4°
U - 28	1.20	bcde	5°
H - 34	1.19	bcdef	6°
H - 38	1.18	bcdefg	7°
H - 32	1.17	bcdefg	8°
U - 36	1.16	bcdefg	9°
U - 39	1.14	bcdefg	10°
H - 40	1.13	bcdefg	11°
U - 32	1.10	cdefg	12°
H - 47	1.07	defgh	13°
U - 43	1.02	efgh	14°
H - 41	1.02	efgh	15°
H - 12	1.00	efghi	16°
H - 36	0.97	fghi	17°
H - 45	0.96	ghi	18°
U - 68	0.95	ghi	19°
H - 9	0.86	hij	20°
H - 31	0.85	hij	21°
U - 12	0.85	hij	22°
U - 6	0.76	ij	23°
U - 35	0.66	j	24°

Tratamientos unidos por la misma letra en columna no existe significación estadística.

Del Cuadro 39, se infiere lo siguiente:

- Que el clon H - 35, alcanzó el mayor grosor de cáscara, superando estadísticamente a los demás clones.
- Que el clon U - 35, tuvo menor grosor de cáscara, sin ser estadísticamente inferior a los clones U - 6, U - 12, H - 31 y H - 9; ocupando el último lugar.

CUADRO 40. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter grosor máximo de cáscara de cacao a nivel de colección Nacional – Huallaga.

Clon	Grosor máximo de cáscara (cm)	Significación	Orden de mérito
H - 35	1.58	a	1°
H - 17	1.35	b	2°
H - 34	1.19	bc	3°
H - 38	1.18	bc	4°
H - 32	1.17	bcd	5°
H - 40	1.13	cde	6°
H - 47	1.07	cde	7°
H - 41	1.02	cdef	8°
H - 12	1.00	cdef	9°
II - 36	0.97	def	10°
H - 45	0.96	ef	11°
H - 9	0.86	f	12°
H - 31	0.85	f	13°

Tratamientos unidos por la misma letra en columna no existe significación estadística.

Del Cuadro 40, se deduce lo siguiente:

- Que el clon H - 35, alcanzó el mayor grosor de cáscara superando estadísticamente a los demás clones.
- Que el clon H - 31, tuvo el menor grosor de cáscara, sin ser estadísticamente inferior a los clones H - 9, H - 45, H - 36, H - 12 y H - 47; ocupando el último lugar.

CUADRO 41. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter grosor máximo de cáscara de cacao a nivel de colección Nacional - Ucayali.

Clon	Grosor máximo de cáscara (cm)	Significación	Orden de mérito
U - 31	1.30	a	1°
U - 26	1.25	a	2°
U - 28	1.20	ab	3°
U - 36	1.16	abc	4°
U - 39	1.14	abc	5°
U - 32	1.10	abc	6°
U - 43	1.02	bcd	7°
U - 68	1.00	cde	8°
U - 12	0.85	def	9°
U - 6	0.76	ef	10°
U - 35	0.66	f	11°

Tratamientos unidos por la misma letra en columna no existe significación estadística.

Del Cuadro 41, se infiere lo siguiente:

- Que el clon U - 31, alcanzó el mayor grosor de cáscara, sin superar estadísticamente a los clones U - 26 y U - 28; pero sí a los demás clones.
- Que el clon U - 35, tuvo el menor grosor de cáscara, sin ser estadísticamente inferior a los clones U - 6, y U - 12; ocupando el último lugar.

CUADRO 42. Prueba de significación de Duncan ($\alpha= 0.05$) para el carácter grosor máximo de cáscara de cacao a nivel de colección Internacional.

Clon	Grosor máximo de cáscara (cm)	Significación	Orden de mérito
ICS - 6	1.44	a	1°
IMC - 67	1.32	a b	2°
ICS - 39	1.29	b c	3°
UF - 613	1.17	c d	4°
P - 7	1.13	d	5°
ICS - 95	1.11	d	6°

Tratamientos unidos por la misma letra en columna no existe significación estadística.

Del Cuadro 42, se deduce lo siguiente:

- Que el clon ICS - 6, alcanzó el mayor grosor de cáscara sin superar estadísticamente al clon ICS - 6; pero si a los demás clones.
- Que el clon ICS - 95, tuvo el menor grosor de cáscara sin ser estadísticamente inferior a los clones P - 7 y UF - 613, ocupando el último lugar.

4.2.2 De los caracteres biométricos de la semilla

CUADRO 43. Análisis de variancia para peso de semilla seca de 3 colecciones de cacao: Huallaga, Ucayali e Internacional.

Fuente de variación	GL	Cuadrado Medio	
Colecciones	29	3.7730	**
Nacionales	23	0.8883	**
Huallaga	12	0.4360	**
Ucayali	10	1.3495	**
Huallaga vs. Ucayali	1	1.7040	**
Internacionales	5	6.3321	**
Nacional vs. Internacional	1	57.3260	**
Error	570	0.0657	
Total	599		

$$C.V = 21.3\%$$

** : Significación estadística al 1% de probabilidad

Del análisis de variancia para peso promedio de semilla seca mostrado en el Cuadro 43, se infiere lo siguiente:

- Existen diferencias estadísticas altamente significativas entre colecciones; así como, entre colecciones nacionales e internacionales.
- Existe diferencia estadística altamente significativa dentro de las colecciones Huallaga y Ucayali; así como, los contrastes Huallaga versus Ucayali y Nacional versus Internacional.
- El coeficiente de variación nos indica un estimado regular.

CUADRO 44. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter peso de semilla seca de cacao a nivel de colecciones.

Clon	Peso de semilla seca (g)	Orden de mérito
ICS - 39	2.62 a	1°
ICS - 6	2.30 b	2°
UF - 613	1.97 c	3°
U - 26	1.54 d	4°
ICS - 95	1.39 de	5°
P - 7	1.34 ef	6°
IMC - 67	1.30 efg	7°
H - 35	1.30 efg	8°
H - 32	1.28 efg	9°
H - 40	1.26 efg	10°
H - 34	1.22 efgh	11°
U - 32	1.21 efghi	12°
H - 38	1.18 fghij	13°
H - 47	1.16 fghij	14°
U - 12	1.15 fghij	15°
H - 17	1.14 ghij	16°
H - 36	1.10 hijk	17°
H - 12	1.03 ijkl	18°
U - 43	1.01 jklm	19°
U - 39	1.01 jklm	20°
H - 31	1.00 jklm	21°
U - 28	0.95 klm	22°
H - 41	0.94 klm	23°
U - 6	0.92 klm	24°
U - 68	0.91 klm	25°
H - 9	0.90 klm	26°
H - 45	0.85 lmn	27°
U - 31	0.83 mn	28°
U - 36	0.71 no	29°
U - 35	0.57 o	30°

Del Cuadro 44, se infiere lo siguiente:

- Que el clon ICS - 39, alcanzó el mayor peso de semilla seca, superando estadísticamente a los demás clones.
- Que el clon U - 35, tuvo el menor peso de semilla seca sin ser estadísticamente inferior al clon U - 36, ocupando el último lugar.

CUADRO 45. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter peso de semilla seca de cacao a nivel de colección Nacional.

Clon	Peso de semilla seca (g)	Significación	Orden de mérito
U - 26	1.54	a	1°
H - 35	1.30	b	2°
H - 32	1.28	bc	3°
H - 40	1.26	bc	4°
H - 34	1.22	bc	5°
U - 32	1.21	bcd	6°
H - 38	1.18	bcde	7°
H - 47	1.16	bcdef	8°
U - 12	1.15	bcdef	9°
H - 17	1.14	cdefg	10°
H - 36	1.07	defgh	11°
H - 12	1.03	efghi	12°
U - 43	1.01	fghi	13°
U - 39	1.01	fghi	14°
H - 31	1.00	ghi	15°
U - 28	0.95	hij	16°
H - 41	0.94	hij	17°
U - 6	0.92	ij	18°
U - 68	0.91	ij	19°
H - 9	0.90	ij	20°
H - 45	0.85	j	21°
U - 31	0.83	jk	22°
U - 36	0.71	k	23°
U - 35	0.57	l	24°

Tratamientos unidos por la misma letra en columna no existe significación estadística.

Del Cuadro 45, se deduce lo siguiente:

- Que el clon U - 26, alcanzó el mayor peso de semilla seca superando estadísticamente a los demás clones.
- Que el clon U - 35, tuvo el menor peso de semilla seca ocupando el último lugar.

CUADRO 46. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter peso de semilla seca de cacao a nivel de colección Nacional - Huallaga.

Clon	Peso de semilla seca (g)	Significación	Orden de mérito
H - 35	1.30	a	1°
H - 32	1.28	ab	2°
H - 40	1.26	abc	3°
H - 34	1.22	abc	4°
H - 38	1.18	abcd	5°
H - 47	1.16	bcde	6°
H - 17	1.14	cde	7°
H - 36	1.07	def	8°
H - 12	1.03	efg	9°
H - 31	1.00	fg	10°
H - 41	0.94	fgh	11°
H - 9	0.90	gh	12°
H - 45	0.85	h	13°

Tratamientos unidos por la misma letra en columna no existe significación estadística.

Del Cuadro 46, se infiere lo siguiente:

- Que el clon H - 35, alcanzó el mayor peso de semilla seca sin superar estadísticamente a los clones H - 32, H - 40 y H - 34; pero si a los demás clones.
- Que el clon H - 45, tuvo el menor peso de semilla seca sin ser estadísticamente inferior a los clones H - 9 y H - 41, ocupando el último lugar.

CUADRO 47. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter peso de semilla seca de cacao a nivel de colección Nacional - Ucayali.

Clon	Peso de semilla seca (g)	Significación	Orden de mérito
U - 26	1.54	a	1°
U - 36	1.21	b	2°
U - 12	1.15	bc	3°
U - 43	1.01	cd	4°
U - 39	1.01	cd	5°
U - 28	0.94	de	6°
U - 6	0.92	de	7°
U - 68	0.91	de	8°
U - 31	0.83	ef	9°
U - 36	0.71	fg	10°
U - 35	0.57	g	11°

Tratamientos unidos por la misma letra en columna no existe significación estadística.

Del Cuadro 47, se deduce lo siguiente:

- Que el clon U - 26, alcanzó el mayor peso de semilla seca superando estadísticamente a los demás clones.
- Que el clon U - 35, tuvo el menor peso de semilla seca sin ser estadísticamente inferior al clon U - 36, ocupando el último lugar.

CUADRO 48. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter peso de semilla seca de cacao a nivel de colección Internacional.

Clon	Peso de semilla seca (g)	Significación	Orden de mérito
ICS - 39	2.62	a	1°
ICS - 6	2.30	b	2°
UF - 613	1.97	c	3°
ICS - 95	1.39	d	4°
P - 7	1.34	d	5°
IMC - 67	1.30	d	6°

Tratamientos unidos por la misma letra en columna no existe significación estadística.

Del Cuadro 48, se infiere lo siguiente:

- Que el clon ICS - 39, alcanzó el mayor peso de semilla seca, superando estadísticamente a los demás clones.
- Que el clon IMC - 67, tuvo el menor peso de semilla seca, sin ser estadísticamente inferior a los clones P - 7 y ICS - 95, ocupando el último lugar.

CUADRO 49. Análisis de variancia para longitud promedio de semilla seca de 3 colecciones de cacao: Huallaga, Ucayali e Internacional.

Fuente de variación	GL	Cuadrado Medio	
Colecciones	29	1.0994	**
Nacionales	23	0.6801	**
Huallaga	12	0.6381	**
Ucayali	10	0.6213	**
Huallaga vs. Ucayali	1	1.7707	**
Internacionales	5	0.2215	**
Nacional vs. Internacional	1	15.1352	**
Error	570	0.0678	
Total	599		

$$\text{C.V} = 11.8\%$$

** : Significación estadística al 1% de probabilidad

Del análisis de variancia para longitud promedio de una semilla seca mostrado en el Cuadro 49, se deduce lo siguiente:

- Existen diferencias estadísticas altamente significativas entre colecciones; así como, entre colecciones nacionales e internacionales.
- Existe diferencia estadística altamente significativa dentro de las colecciones Huallaga y Ucayali; así como, los contrastes Huallaga versus Ucayali y Nacional versus Internacional.
- El coeficiente de variación nos indica un estimado muy bueno.

CUADRO 50. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter longitud de semilla seca de cacao a nivel de colecciones.

Clon	Longitud de semilla seca (g)	Significación	Orden de mérito
ICS - 6	2.66	a	1°
ICS - 95	2.60	ab	2°
UF - 613	2.56	abc	3°
ICS - 39	2.53	abcd	4°
P - 7	2.45	bcde	5°
H - 36	2.43	bcdef	6°
U - 26	2.40	cdefg	7°
H - 40	2.37	cdefgh	8°
IMC - 67	2.36	defgh	9°
H - 41	2.34	efghi	10°
H - 9	2.31	efghi	11°
H - 35	2.29	efghij	12°
U - 12	2.29	efghij	13°
H - 47	2.25	fghijk	14°
H - 12	2.22	ghijkl	15°
H - 38	2.20	hijkl	16°
U - 32	2.19	hijkl	17°
H - 17	2.16	ijklm	18°
U - 43	2.10	jklmn	19°
U - 68	2.09	klmn	20°
U - 36	2.05	lmno	21°
H - 45	2.05	lmno	22°
H - 31	2.05	lmno	23°
U - 39	2.00	mnop	24°
U - 6	1.95	nop	25°
H - 32	1.92	nop	26°
U - 28	1.90	op	27°
U - 35	1.90	op	28°
U - 31	1.83	p	29°
H - 34	1.83	p	30°

Tratamientos unidos por la misma letra en columna no existe significación estadística.

Del Cuadro 50, se deduce lo siguiente:

- Que el clon ICS - 6, alcanzó la mayor longitud de semilla seca, sin superar estadísticamente a los clones ICS - 95, UF - 613 y ICS - 39, pero si a los demás clones.

- Que el clon H - 34, tuvo la menor longitud de semilla seca, sin ser estadísticamente inferior a los clones U - 31, U - 35, U - 28, H - 32, U - 6 y U - 39, ocupando el último lugar.

CUADRO 51. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter longitud de semilla seca de cacao a nivel de colección Nacional.

Clon	Longitud de semilla seca (g)	Significación	Orden de mérito
H - 36	2.43	a	1°
U - 26	2.40	ab	2°
H - 40	2.37	abc	3°
H - 41	2.34	abcd	4°
H - 9	2.31	abcde	5°
H - 35	2.29	abcde	6°
U - 12	2.29	abcde	7°
H - 47	2.25	bcdef	8°
H - 12	2.22	cdefg	9°
H - 38	2.20	cdefg	10°
U - 32	2.19	defg	11°
H - 17	2.16	efgh	12°
U - 43	2.10	fghi	13°
U - 68	2.09	fghij	14°
U - 36	2.05	ghijk	15°
H - 45	2.05	ghijk	16°
H - 31	2.05	ghijk	17°
U - 39	2.00	hijkl	18°
U - 6	1.95	ijkl	19°
H - 32	1.92	jkl	20°
U - 28	1.90	kl	21°
U - 35	1.90	kl	22°
U - 31	1.83	l	23°
H - 34	1.83	l	24°

Tratamientos unidos por la misma letra en columna no existe significación estadística.

Del Cuadro 51, se infiere lo siguiente:

- Que el clon H - 36, alcanzó la mayor longitud de semilla seca, sin superar estadísticamente a los clones U - 26, H - 40, H - 41, H - 9, H - 35 y U - 12; pero si a los demás clones.

- Que el clon H - 34, tuvo la menor longitud de semilla seca, sin ser estadísticamente inferior a los clones U - 31, U - 35, U - 28, H - 32, H - 6 y U - 39, ocupando el último lugar.

CUADRO 52. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter longitud de semilla seca de cacao a nivel de colección Nacional - Huallaga.

Clon	Longitud de semilla seca (g)	Significación	Orden de mérito
H - 36	2.43	a	1°
H - 40	2.37	ab	2°
H - 41	2.34	abc	3°
H - 9	2.30	abc	4°
H - 35	2.29	abc	5°
H - 47	2.25	abc	6°
H - 12	2.22	bcd	7°
H - 38	2.20	bcd	8°
H - 17	2.16	cd	9°
H - 45	2.05	de	10°
H - 31	2.05	de	11°
H - 32	1.92	ef	12°
H - 34	1.83	f	13°

Tratamientos unidos por la misma letra en columna no existe significación estadística.

Del Cuadro 52, se deduce lo siguiente:

- Que el clon H - 36, alcanzó la mayor longitud de semilla seca, sin superar estadísticamente a los clones H - 40, H - 41, H - 9, H - 35 y H - 47; pero si a los demás clones.
- Que el clon H - 34, tuvo la menor longitud de semilla seca sin ser estadísticamente inferior al clon H - 32, ocupando el último lugar.

CUADRO 53. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter longitud de semilla seca de cacao a nivel de colección Nacional - Ucayali.

Clon	Longitud de semilla seca (g)	Significación	Orden de mérito
U - 26	2.40	a	1°
U - 12	2.29	ab	2°
U - 32	2.19	bc	3°
U - 43	2.10	cd	4°
U - 68	2.09	cd	5°
U - 36	2.05	cd	6°
U - 39	2.00	de	7°
U - 6	1.95	def	8°
U - 28	1.90	ef	9°
U - 35	1.90	ef	10°
U - 31	1.83	ef	11°

Tratamientos unidos por la misma letra en columna no existe significación estadística.

Del Cuadro 53, se deduce lo siguiente:

- Que el clon U - 26, alcanzó la mayor longitud de semilla seca, sin superar estadísticamente al clon U - 12; pero si a los demás clones.
- Que el clon U - 31, tuvo la menor longitud de semilla seca, sin ser estadísticamente inferior a los clones U - 35, U - 28 y U - 6, ocupando el último lugar.

CUADRO 54. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter longitud de semilla seca de cacao a nivel de colección Internacional.

Clon	Longitud de semilla seca (g)	Significación	Orden de mérito
ICS - 6	2.66	a	1°
ICS - 95	2.60	a	2°
UF - 613	2.56	a b	3°
ICS - 39	2.53	a b	4°
P - 7	2.45	a b	5°
IMC - 67	2.36	b	6°

Tratamientos unidos por la misma letra en columna no existe significación estadística.

Del Cuadro 54, se deduce lo siguiente:

- Que el clon ICS - 6, alcanzó la mayor longitud de semilla seca, sin superar estadísticamente a los clones ICS - 95, UF - 613, ICS - 39 y P - 7; pero si al clon IMC - 67
- Que el clon IMC - 67, tuvo la menor longitud de semilla seca, sin ser estadísticamente inferior a los clones P - 7, ICS - 39 y UF - 613, ocupando el último lugar.

CUADRO 55. Análisis de variancia para ancho promedio de semilla seca de 3 colecciones de cacao: Huallaga, Ucayali e Internacional.

Fuente de variación	GL	Cuadrado Medio	
Colecciones	29	1.0922	**
Nacionales	23	0.9756	**
Huallaga	12	0.1303	**
Ucayali	10	2.0155	**
Huallaga vs. Ucayali	1	0.7192	**
Internacionales	5	0.7039	**
Nacional vs. Internacional	1	5.7164	**
Error	570	0.0263	
Total	599		

$$\text{C.V} = 13.3\%$$

** : Significación estadística al 1 % de probabilidad

Del análisis de variancia para ancho promedio de semilla seca mostrado en el Cuadro 55, se deduce lo siguiente:

- Existen diferencias estadísticas altamente significativas entre colecciones; así como, entre colecciones nacionales e internacionales.
- Existe diferencia estadística altamente significativa dentro de las colecciones Huallaga y Ucayali y para los contrastes Huallaga versus Ucayali y Nacional versus Internacional.
- El coeficiente de variación nos indica un estimado muy bueno.

CUADRO 56. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter ancho de semilla seca de cacao a nivel de colecciones.

Clon	Ancho de semilla seca (g)	Significación	Orden de mérito
U - 12	2.03	a	1°
ICS - 6	1.66	b	2°
ICS - 39	1.62	b	3°
U - 26	1.51	c	4°
ICS - 95	1.41	d	5°
UF - 613	1.35	d	6°
U - 43	1.31	de	7°
H - 32	1.25	ef	8°
H - 47	1.25	ef	9°
IMC - 67	1.24	ef	10°
H - 12	1.21	efg	11°
P - 7	1.21	efg	12°
H - 40	1.20	fgh	13°
U - 32	1.18	fgh	14°
H - 34	1.17	fgh	15°
H - 38	1.15	fgh	16°
H - 35	1.15	fgh	17°
U - 6	1.14	fghi	18°
H - 45	1.14	fghi	19°
U - 39	1.13	fghi	20°
U - 68	1.12	ghi	21°
H - 31	1.12	ghi	22°
U - 28	1.10	hij	23°
H - 17	1.09	hijk	24°
H - 9	1.08	hijk	25°
H - 36	1.02	ijkl	26°
H - 41	0.98	jkl	27°
U - 31	0.97	kl	28°
U - 36	0.95	l	29°
U - 35	0.94	l	30°

Tratamientos unidos por la misma letra en columna no existe significación estadística.

Del Cuadro 56, se infiere lo siguiente:

- Que el clon U -12, alcanzó el mayor ancho de semilla seca, superando estadísticamente a los demás clones.

- Que el clon U - 35, tuvo el menor diámetro de semilla seca, sin ser estadísticamente inferior a los clones U - 36, U - 31, H - 41 y H - 36, ocupando el último lugar.

CUADRO 57. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter ancho de semilla seca de cacao a nivel de colección Nacional.

Clon	Ancho de semilla seca (g)	Significación	Orden de mérito
U - 12	2.03	a	1°
U - 26	1.51	b	2°
U - 43	1.31	c	3°
H - 32	1.25	cd	4°
H - 47	1.25	cd	5°
H - 12	1.21	cde	6°
H - 40	1.20	cde	7°
U - 32	1.18	de	8°
H - 34	1.17	de	9°
H - 38	1.15	def	10°
H - 35	1.15	def	11°
U - 6	1.14	def	12°
H - 45	1.14	def	13°
U - 39	1.13	def	14°
U - 68	1.12	def	15°
H - 31	1.12	def	16°
U - 28	1.09	efg	17°
H - 17	1.09	efg	18°
H - 9	1.08	efg	19°
H - 36	1.02	fgh	20°
H - 41	0.98	gh	21°
U - 31	0.97	gh	22°
U - 36	0.95	h	23°
U - 35	0.94	h	24°

Tratamientos unidos por la misma letra en columna no existe significación estadística.

Del Cuadro 57, se deduce lo siguiente:

- Que el clon U - 12, alcanzó el mayor ancho de semilla seca, superando estadísticamente a los demás clones.

- Que el clon U - 35, tuvo el menor ancho de semilla seca, sin ser estadísticamente inferior a los clones U - 36, U - 31, H - 41 y H - 36; ocupando el último lugar.

CUADRO 58. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter ancho de semilla seca de cacao a nivel de colección Nacional - Huallaga.

Clon	Ancho de semilla seca (g)	Significación	Orden de mérito
H - 32	1.25	a	1°
H - 47	1.25	a	2°
H - 12	1.21	ab	3°
H - 40	1.20	abc	4°
H - 34	1.17	abcd	5°
H - 38	1.15	bcd	6°
H - 35	1.15	bcd	7°
H - 45	1.14	bcd	8°
H - 31	1.12	cd	9°
H - 17	1.09	de	10°
H - 9	1.08	de	11°
H - 36	1.02	ef	12°
H - 41	0.98	f	13°

Tratamientos unidos por la misma letra en columna no existe significación estadística.

Del Cuadro 58, se infiere lo siguiente:

- Que el clon H - 32, alcanzó el mayor ancho de semilla seca, sin superar estadísticamente a los clones H - 47, H - 12, H - 40 y H - 34; pero si a los demás clones.
- Que el clon H - 41, tuvo el menor ancho de semilla seca, sin ser estadísticamente inferior al clon H - 36, ocupando el último lugar.

CUADRO 59. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter ancho de semilla seca de cacao a nivel de colección Nacional - Ucayali.

Clon	Ancho de semilla seca (g)	Significación	Orden de mérito
U - 12	2.03	a	1°
U - 26	1.51	b	2°
U - 43	1.31	c	3°
U - 6	1.14	d	4°
U - 39	1.13	d	5°
U - 68	1.12	d	6°
U - 28	1.09	de	7°
U - 31	0.97	e	8°
U - 36	0.95	e	9°
U - 35	0.94	e	10°

Tratamientos unidos por la misma letra en columna no existe significación estadística.

Del Cuadro 59, se infiere lo siguiente:

- Que el clon U - 12, alcanzó el mayor ancho de semilla seca superando estadísticamente a los demás clones.
- Que el clon U - 35, tuvo el menor ancho de semilla seca, sin ser estadísticamente inferior a los clones U - 36, U - 31 y U - 28; ocupando el último lugar.

CUADRO 60. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter ancho de semilla seca de cacao a nivel de colección Internacional.

Clon	Ancho de semilla seca (g)	Significación	Orden de mérito
ICS - 6	1.66	a	1°
ICS - 39	1.62	a	2°
ICS - 95	1.41	b	3°
UF - 613	1.37	b	4°
IMC - 67	1.24	c	5°
P - 7	1.21	c	6°

Tratamientos unidos por la misma letra en columna no existe significación estadística.

Del Cuadro 60, se infiere lo siguiente:

- Que el clon ICS - 6, alcanzó el mayor ancho de semilla seca sin superar estadísticamente al clon ICS - 39; pero si a los demás clones.
- Que el clon P - 7, tuvo el menor ancho de semilla seca, sin ser estadísticamente inferior al clon IMC - 67; ocupando el último lugar.

CUADRO 61. Análisis de variancia para grosor promedio de semilla seca de 3 colecciones de cacao: Huallaga, Ucayali e Internacional.

Fuente de variación	GL	Cuadrado Medio	
Colecciones	29	0.3881	**
Nacionales	23	0.3966	**
Huallaga	12	0.4803	**
Ucayali	10	0.3161	**
Huallaga vs. Ucayali	1	0.1960	ns
Internacionales	5	0.1931	**
Nacional vs. Internacional	1	1.1678	**
Error	570	0.0808	
Total	599		

$$\text{C.V} = 36.1\%$$

ns : No existe significación estadística.

** : Significación estadística al 1 % de probabilidad

Del análisis de variancia para grosor promedio de semilla seca mostrado en el Cuadro 61, se deduce lo siguiente:

- Existen diferencias estadísticas altamente significativas entre colecciones; así como entre dentro de, colecciones nacionales; y el contraste de Nacional versus Internacional.
- Existe diferencia estadísticamente significativa dentro de la colección Internacional y diferencia estadística no significativa para el contraste Huallaga versus Ucayali.
- El coeficiente de variación nos indica un estimado muy variable.

CUADRO 62. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter grosor de semilla seca de cacao a nivel de colecciones.

Clon	Grosor de semilla seca (g)	Significación	Orden de mérito
H - 12	1.26	a	1°
ICS - 39	1.03	b	2°
ICS - 95	0.96	bc	3°
U - 26	0.91	bcd	4°
U - 43	0.87	bcde	5°
U - 68	0.86	bcde	6°
H - 41	0.86	bcde	7°
U - 32	0.86	bcde	8°
ICS - 6	0.84	bcdef	9°
H - 32	0.84	bcdef	10°
IMC - 67	0.83	bcdef	11°
H - 17	0.80	cdefg	12°
P - 7	0.80	cdefg	13°
U - 28	0.79	cdefg	14°
UF - 613	0.79	cdefg	15°
U - 12	0.77	cdefg	16°
H - 35	0.75	cdefgh	17°
H - 34	0.75	cdefgh	18°
H - 40	0.73	defgh	19°
H - 31	0.73	defgh	20°
U - 39	0.72	defgh	21°
H - 9	0.71	defgh	22°
H - 36	0.71	defgh	23°
H - 47	0.71	defgh	24°
H - 45	0.68	efgh	25°
H - 38	0.66	efgh	26°
U - 31	0.62	fgh	27°
U - 6	0.62	fgh	28°
U - 35	0.60	gh	29°
U - 36	0.55	h	30°

Tratamientos unidos por la misma letra en columna no existe significación estadística.

Del Cuadro 62, se deduce lo siguiente:

- Que el clon H -12, alcanzó el mayor grosor de semilla seca, superando estadísticamente a los demás clones.

- Que el clon U - 36, tuvo el menor grosor de semilla seca, sin ser estadísticamente inferior a los clones U - 35, U - 6, U 31, H - 38, H - 45, H - 47, H - 36, H - 9, U - 39, H - 31, H - 40, H - 34 y H - 35, ocupando el último lugar.

CUADRO 63. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter grosor de semilla seca de cacao a nivel de colección Nacional.

Clon	Grosor de semilla seca (g)	Significación	Orden de mérito
H - 12	1.26	a	1°
U - 26	0.91	b	2°
U - 43	0.87	bc	3°
U - 68	0.86	bcd	4°
H - 41	0.86	bcd	5°
U - 32	0.86	bcd	6°
H - 32	0.84	bcde	7°
H - 17	0.80	bcde	8°
U - 28	0.79	bcdef	9°
U - 12	0.77	bcdef	10°
H - 35	0.75	bcdef	11°
H - 34	0.75	bcdef	12°
H - 40	0.73	bcdef	13°
H - 31	0.73	bcdef	14°
U - 39	0.72	bcdef	15°
H - 9	0.71	bcdef	16°
H - 36	0.71	bcdef	17°
H - 47	0.71	bcdef	18°
H - 45	0.68	bcdef	19°
H - 38	0.66	cdef	20°
U - 31	0.62	def	21°
U - 6	0.62	def	22°
U - 35	0.60	ef	23°
U - 36	0.55	f	24°

Tratamientos unidos por la misma letra en columna no existe significación estadística.

Del Cuadro 63, se infiere lo siguiente:

- Que el clon H - 12, alcanzó el mayor grosor de semilla seca, superando estadísticamente a los demás clones.

- Que el clon U - 36, tuvo el menor grosor de semilla seca, sin ser estadísticamente inferior a los clones U - 35, U - 6, U - 31, H - 38, H - 45, H - 47, H - 36, H - 9, U - 39, H - 31, H - 40, H - 34, H - 35, U - 12 y U - 28; ocupando el último lugar.

CUADRO 64. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter grosor de semilla seca de cacao a nivel de colección Nacional - Huallaga.

Clon	Grosor de semilla seca (g)	Significación	Orden de mérito
H - 12	1.26	a	1°
H - 41	0.86	b	2°
H - 32	0.83	b	3°
H - 17	0.80	b	4°
H - 35	0.75	b	5°
H - 34	0.75	b	6°
H - 40	0.73	b	7°
H - 31	0.73	b	8°
H - 9	0.71	b	9°
H - 36	0.71	b	10°
H - 47	0.71	b	11°
H - 45	0.68	b	12°
H - 38	0.66	b	13°

Tratamientos unidos por la misma letra en columna no existe significación estadística.

Del Cuadro 64, se deduce lo siguiente:

- Que el clon H - 12, alcanzó el mayor grosor de semilla seca, superando estadísticamente a los demás clones.
- Que el clon H - 38, tuvo el menor grosor de semilla seca, sin ser estadísticamente inferior a los clones H - 45, H - 47, H - 36, H - 9, H - 31, H - 40, H - 34, H - 35, H - 17, H - 32 y H - 41, ocupando el último lugar.

CUADRO 65. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter grosor de semilla seca de cacao a nivel de colección Nacional - Ucayali.

Clon	Grosor de semilla seca (g)	Significación	Orden de mérito
U - 26	0.90	a	1°
U - 43	0.87	a b	2°
U - 68	0.86	a b	3°
U - 32	0.85	a b	4°
U - 28	0.79	b c	5°
U - 12	0.77	c	6°
U - 39	0.72	c	7°
U - 31	0.62	d	8°
U - 6	0.62	d	9°
U - 35	0.60	d	10°
U - 36	0.50	d	11°

Tratamientos unidos por la misma letra en columna no existe significación estadística.

Del Cuadro 65, se infiere lo siguiente:

- Que el clon U - 26, alcanzó el mayor grosor de semilla seca, sin superar estadísticamente a los clones U - 43, U - 68 y U - 32; pero si a los demás clones.
- Que el clon U - 36, tuvo el menor grosor de semilla seca, sin ser estadísticamente inferior a los clones U - 35, U - 6 y U - 31; ocupando el último lugar.

CUADRO 66. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter grosor de semilla seca de cacao a nivel de colección Internacional.

Clon	Grosor de semilla seca (g)	Significación	Orden de mérito
ICS - 39	1.03	a	1°
ICS - 95	0.96	a	2°
ICS - 6	0.84	b	3°
IMC - 67	0.83	b	4°
P - 7	0.80	b	5°
UF - 613	0.79	b	6°

Tratamientos unidos por la misma letra en columna no existe significación estadística.

Del Cuadro 66, se deduce lo siguiente:

- Que el clon ICS - 39, alcanzó el mayor grosor de semilla seca sin superar estadísticamente al clon ICS - 95; pero si a los demás clones.
- Que el clon UF - 613, tuvo el menor grosor de semilla seca, sin ser estadísticamente inferior a los clones P - 7, IMC - 67 y ICS - 6; ocupando el último lugar.

4.2.3 De los caracteres biométricos de la flor

CUADRO 67. Análisis de variancia para número de óvulos por ovario de 3 colecciones de cacao: Huallaga, Ucayali e Internacional.

Fuente de variación	GL	Cuadrado Medio	
Colecciones	29	278.823	**
Nacionales	23	284.591	**
Huallaga	12	189.913	**
Ucayali	10	180.073	**
Huallaga vs. Ucayali	1	2465.911	**
Internacionales	5	308.000	**
Nacional vs. Internacional	1	0.281	ns
Error	570	5.967	
Total	599		

$$C.V = 5.30\%$$

ns : No existe significación estadística.

** : Significación estadística al 1 % de probabilidad.

Del análisis de variancia para el número de óvulos por ovario, mostrado en el Cuadro 67, se deduce lo siguiente:

- Existen diferencias estadísticas altamente significativas entre colecciones, así como, entre las colecciones nacionales y el contraste Huallaga versus Ucayali.
- Existen diferencias estadísticas altamente significativas dentro de la colección Internacional y diferencia estadística no significativa para el contraste Nacional versus Internacional.
- El coeficiente de variación nos indica un estimado excelente.

CUADRO 68. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter número de óvulos por ovario de cacao a nivel de colecciones.

Clon	Número de óvulos por ovario	Significación	Orden de mérito
IMC - 67	64.0	a	1°
H - 31	62.0	ab	2°
H - 12	60.0	bc	3°
H - 32	59.0	bc	4°
H - 34	58.0	cd	5°
H - 35	55.0	de	6°
H - 41	54.0	ef	7°
H - 47	54.0	ef	8°
U - 32	54.0	ef	9°
H - 9	53.0	efg	10°
U - 12	51.0	fgh	11°
P - 7	50.0	ghi	12°
H - 36	50.0	ghi	13°
U - 36	50.0	ghi	14°
H - 40	49.0	hi	15°
H - 38	48.0	hij	16°
U - 26	48.0	ij	17°
ICS - 6	48.0	ij	18°
H - 45	47.0	ij	19°
ICS - 39	45.0	jk	20°
UF - 613	45.0	jk	21°
U - 39	43.0	kl	22°
U - 68	43.0	klm	23°
ICS - 95	42.0	klm	24°
U - 31	41.0	lmn	25°
H - 17	40.0	mn	26°
U - 43	40.0	mn	27°
U - 28	40.0	mn	28°
U - 6	38.0	no	29°
U - 35	35.0	o	30°

Tratamientos unidos por la misma letra en columna no existe significación estadística.

Del Cuadro 68, se puede inferir lo siguiente:

- Que el clon IMC - 67, alcanzó el mayor número de óvulos por ovario, sin superar estadísticamente al clon H - 31; pero si a los demás clones.
- Que el clon U - 35, tuvo el menor número de óvulos por ovario, sin ser estadísticamente inferior al clon U - 6, ocupando el último lugar.

CUADRO 69. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter número de óvulos por ovario de cacao a nivel de colección Nacional.

Clon	Número de óvulos por ovario	Significación	Orden de mérito
H - 31	62.0	a	1°
H - 12	60.0	ab	2°
H - 32	59.0	abc	3°
H - 34	58.0	bc	4°
H - 35	55.0	cd	5°
U - 32	54.0	de	6°
H - 47	54.0	de	7°
H - 41	54.0	de	8°
H - 9	53.0	def	9°
U - 12	51.0	efg	10°
H - 36	50.0	fgh	11°
U - 36	50.0	fgh	12°
H - 40	49.0	gh	13°
U - 26	48.0	gh	14°
H - 38	48.0	gh	15°
H - 45	47.0	h	16°
U - 39	43.0	i	17°
U - 68	43.0	ij	18°
U - 31	41.0	ijk	19°
H - 17	40.0	jk	20°
U - 43	40.0	jk	21°
U - 28	40.0	jk	22°
U - 6	38.0	kl	23°
U - 35	35.0	l	24°

Tratamientos unidos por la misma letra en columna no existe significación estadística.

Del Cuadro 69, se puede deducir lo siguiente:

- Que el clon H - 31, alcanzó el mayor número de óvulos por ovario, sin superar estadísticamente a los clones H - 12, y H - 32; pero si a los demás clones.
- Que el clon U - 35, tuvo el menor número de óvulos por ovario, sin ser estadísticamente inferior al clon U - 6, ocupando el último lugar.

CUADRO 70. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter número de óvulos por ovario de cacao a nivel de colección Nacional - Huallaga.

Clon	Número de óvulos por ovario	Significación	Orden de mérito
H - 31	62.0	a	1°
H - 12	60.0	ab	2°
H - 32	59.0	abc	3°
H - 34	58.0	bc	4°
H - 35	55.0	cd	5°
H - 41	54.0	d	6°
H - 47	54.0	d	7°
H - 9	53.0	de	8°
H - 36	50.0	ef	9°
H - 40	49.0	ef	10°
H - 38	48.0	f	11°
H - 45	47.0	f	12°
H - 17	40.0	f	13°

Tratamientos unidos por la misma letra en columna no existe significación estadística.

Del Cuadro 70, se infiere lo siguiente:

- Que el clon H - 31, alcanzó el mayor número de óvulos por ovario, sin superar estadísticamente a los clones H - 12, y H - 32; pero si a los demás clones.
- Que el clon H - 17, tuvo el menor número de óvulos por ovario, ocupando el último lugar.

CUADRO 71. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter número de óvulos por ovario de cacao a nivel de colección Nacional - Ucayali.

Clon	Número de óvulos por ovario	Significación	Orden de mérito
U - 32	54.0	a	1°
U - 12	51.0	b	2°
U - 36	50.0	b	3°
U - 26	48.0	b	4°
U - 39	43.0	c	5°
U - 68	43.0	c d	6°
U - 31	41.0	c d e	7°
U - 43	40.0	d e	8°
U - 28	40.0	d e	9°
U - 6	38.0	e	10°
U - 35	35.0	f	11°

Tratamientos unidos por la misma letra en columna no existe significación estadística.

Del Cuadro 71, se infiere lo siguiente:

- Que el clon U - 32, alcanzó el mayor número de óvulos por ovario superando estadísticamente a los demás clones.
- Que el clon U - 35, tuvo el menor número de óvulos por ovario, ocupando el último lugar.

CUADRO 72. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter número de óvulos por ovario de cacao a nivel de colección Internacional.

Clon	Número de óvulos por ovario	Significación	Orden de mérito
IMC - 67	64.0	a	1°
P - 7	50.0	b	2°
ICS - 6	48.0	b	3°
ICS - 39	45.0	c	4°
UF - 613	45.0	c	5°
ICS - 95	42.0	d	6°

Tratamientos unidos por la misma letra en columna no existe significación estadística.

Del Cuadro 72, se deduce lo siguiente:

- Que el clon IMC - 67, alcanzó el mayor número de óvulos por ovario, superando estadísticamente a los demás clones.
- Que el clon ICS - 95, tuvo el menor número de óvulos por ovario, ocupando el último lugar.

4.3 DE LA HEREDABILIDAD

4.3.1 Caracteres biométricos de la mazorca

CUADRO 73. Heredabilidad de 6 caracteres biométricos de mazorca en 30 clones de cacao de las colecciones: Huallaga, Ucayali e Internacional.

Carácter	Heredabilidad % (H)			
	Huallaga	Ucayali	Internacional	\bar{X}
Peso de mazorca	82.0	91.6	96.1	89.9
Longitud de mazorca	83.2	95.2	93.1	90.5
Diámetro de mazorca	94.0	78.1	93.0	88.4
Nº de semillas por mazorca	80.3	82.0	75.4	79.2
Peso de cáscara	82.4	99.1	95.7	92.4
Grosor máximo de cáscara	90.0	91.0	75.3	85.4

Del Cuadro 73, se deduce lo siguiente:

- En general los valores de heredabilidad para los 6 caracteres biométricos de mazorca resultaron ser muy elevados y similares en las 3 colecciones a excepción del número de semillas por mazorca que tuvieron menos elevados.
- Los valores de heredabilidad del peso de cáscara, longitud y peso de mazorca, obtuvieron los valores más altos, con relación a los otros caracteres.

4.3.2 De los caracteres biométricos de la semilla.

CUADRO 74. Heredabilidad de 4 caracteres biométricos de semilla en 30 clones de cacao de las colecciones: Huallaga, Ucayali e Internacional.

Carácter	Heredabilidad % (H)			\bar{X}
	Huallaga	Ucayali	Internacional	
Peso de semilla seca	84.9	95.1	98.9	92.9
Longitud de semilla seca	89.4	89.1	69.4	82.6
Ancho de semilla seca	79.8	98.7	96.2	91.6
Grosor de semilla seca	83.2	73.8	58.2	71.7

Del Cuadro 74, se deduce lo siguiente:

- En general los valores de heredabilidad para los caracteres biométricos de la semilla son muy elevados con excepción de longitud y espesor de semilla seca que tuvieron valores menos elevados en las 3 colecciones.
- Los valores de heredabilidad más elevados, resultaron ser el peso y ancho de semilla.

4.3.3 De los caracteres biométricos de la flor

CUADRO 75. Heredabilidad del número de óvulos por ovario en 30 clones de cacao de las colecciones: Huallaga, Ucayali e Internacional.

Carácter	Heredabilidad % (H)			
	Huallaga	Ucayali	Internacional	\bar{X}
Nº de óvulos por ovario	96.9	96.8	98.1	97.3

Del Cuadro 75, se deduce lo siguiente:

- En general los valores de heredabilidad para el número de óvulos por ovario resultaron ser muy elevados y muy similares en las 3 colecciones.

V. DISCUSIÓN

5.1 DE LA VARIABILIDAD FENOTÍPICA

5.1.1 Caracteres biométricos de la mazorca

Los resultados mostrados en el Cuadro 4 permiten deducir que el grado de dispersión o rango del carácter peso de mazorca fue más amplio en los clones de la colección Internacional comparado al de las demás colecciones (Huallaga y Ucayali). En cambio, para los caracteres: longitud y diámetro de mazorca; peso y grosor de cáscara; número de semillas por mazorca e índice de mazorca, el rango resultó ser más amplio en los clones de la colección Ucayali.

Aún cuando se reporta la amplia diversidad genética de cacao de tipo Forastero Amazónico, tanto a nivel morfológico (10, 12, 33) como molecular (30), evaluado a través de marcadores moleculares (RFLP y RAPD_S), respecto al cacao de tipo Trinitario de relativa o poca diversidad genética; la mayor diversidad genética exhibida en los clones Internacionales, se puede explicar según su acervo génico *per se* y a la mezcla de clones Forasteros y Trinitarios que en conjunto expresan marcadas diferencias fenotípicas.

Los clones Internacionales destacaron por su mayor peso, longitud y diámetro de mazorca; peso de cáscara e índice de mazorca. En cambio, los clones Huallaga destacaron por su mayor número de semillas y, los clones Ucayali, por su

menor grosor de cáscara. Es importante señalar que la variabilidad de la población local donde se colectaron algunos de los clones Ucayali, es poco conocida; sin embargo, dado su sistema de reproducción sexual y su mecanismo de polinización cruzada natural es lógico predecir que mantienen su variabilidad genética.

Con excepción de los clones Internacionales: IMC-67 y P-7 (de tipo Forastero Amazónico), la superioridad demostrada por esta colección (que incluye además clones Trinitarios) para los caracteres arriba mencionados, se puede explicar por el mayor grado de heterosis exhibida como consecuencia de su origen genético (progenie derivada de cruces: Criollo x Forastero) y, en menor magnitud, por los clones Huallaga (progenie derivada de cruces: Trinitario x Forastero, principalmente).

Por su parte, los clones Ucayali, son sólo segregantes de poblaciones de tipo Forasteros Alto Amazónicos, que si bien muestran cierto grado de heterosis (a causa de su heterocigocidad), ésta no es tan marcada como la que exhiben los clones Trinitarios de la colección Internacional y los clones Huallaga.

Estos resultados se ven corroborados por otros investigadores, que consideran al peso y longitud de mazorca; peso de cáscara y número de semillas por mazorca, como caracteres muy variables debido a la influencia de los factores ambientales y la época de cosecha en estrecha interacción con el genotipo (33, 34,37)

La mayor variación exhibida por el número de semillas por mazorca en los clones Ucayali se podría explicar por el distinto origen geográfico en que fueron colectados, su constitución genética *per se* y el efecto ambiental. Se ha señalado que el número de semillas por mazorca es el carácter más variable del cacao, pero que es heredable y muestra diferencias entre clones. Además, es dependiente del número de óvulos y del resultado de la polinización (15).

El bajo índice de mazorca (IM) obtenido por los clones Internacionales (IM = 15.8) está muy cercano al valor ideal, mas no así el valor obtenido por los clones Ucayali (IM = 32.5) que fue alto y muy similar al valor determinado para los clones brasileños de las series SIC y SIAL que están por encima de 30 (31).

En los clones Internacionales y en particular, los clones *Trinitarios* que mostraron un bajo índice de mazorca, se explica porque estos clones fueron seleccionados por su mayor peso(tamaño) de mazorca y peso de semilla (índice de semilla: IS), a través de una intensa presión de selección y monitoreo por muchos años de evaluación de su productividad.

En cambio, los clones Huallaga se colectaron de poblaciones derivadas de cruces entre *Trinitarios x Forasteros*, con poca presión de selección, sin registros y monitoreo de sus componentes comprometidos con la productividad. En inferior condición están los clones Ucayali que fueron colectados principalmente por su elevada resistencia a la “escoba de bruja” y no por sus atributos productivos; i.e., por su bajo índice de mazorca.

Hace pocos años en Tingo María, también se reportó un amplio rango de valores de IM , para parte de la colección Ucayali, la misma que osciló de 21 para el clon U-26 hasta 61 para el clon U-20 (25). Por su parte, en Trinidad al evaluarse un mayor número de clones de distinto origen genético, se encontró un rango de variación un poco mayor para este parámetro, el mismo que osciló de 14.9 para el clon UF-11 a 56.0 para el clon PA-171, teniendo los clones EET-59 y UF-12 además del clon UF-11, los más bajos IM, incluyéndose dentro de esta categoría el clon ICS-1 con un IM = 19.7 (4).

Valores de índice de mazorca, muy bajos (8-9 mazorcas/kg de cacao seco), han sido reportados por Freeman en Trinidad para los clones TSH, los cuales poseen un potencial de rendimiento mayor de 2 t/ha (22). Es obvio que el carácter índice de mazorca es controlado genéticamente, sobretodo por la acción de genes aditivos y muy poco por genes dominantes o epistáticos. Esta aseveración se sustenta en los valores altos de heredabilidad ($H = 86\%$ y $h^2 = 77\%$); así como en la alta significación estadística que alcanzaron los efectos de HCG y HCE (34).

Se ha reportado que un bajo índice de mazorca es deseable puesto que está normalmente asociado con tamaño grande de la semilla y es un indicador de buen potencial de rendimiento(40). En cambio, si éste fuese alto, conllevaría a un aumento en el número de horas-hombre necesarios para transportar y quebrar las mazorcas (34). Finalmente, si al índice de mazorca, lo evaluamos conjuntamente

con el número de mazorcas por árbol, se tendría un dato muy útil para el fitomejorador del cacao (31).

5.1.2 Caracteres biométricos de la semilla

Los resultados que se muestran en el Cuadro 5, permiten deducir que el rango de dispersión del peso de semilla o índice de semilla (IS), fue más amplio en los clones Internacionales, seguido de los clones Ucayali y finalmente, de los clones Huallaga. Esta inferencia se ve corroborada por los elevados coeficientes de variación exhibidos.

Al igual que el peso de mazorca, el peso de semilla es un carácter muy variable que depende de factores genéticos y ambientales. En otras palabras, el peso de la semilla depende del tipo genético u origen y la acción del medio ambiente que interactúa con el genotipo (34). De lo anterior podemos presumir que esta variabilidad sea también una cualidad inherente de cada clon, pero en grado menor, tal como se ha reportado (15).

La mayor variabilidad exhibida por este carácter en los clones Internacionales, se explica por la mayor proporción de clones *Trinitarios* en comparación con los clones *Forasteros Alto Amazónicos*. Otros investigadores también coinciden en que el peso (tamaño) de la semilla es extremadamente variable tendiendo a ser mayor en los clones *Trinitarios* comparados a los clones

Forasteros. Reportan que este carácter osciló de 2.13 g para el clon UF-667 (Trinitario) a 0.67 g para el clon SCA-6 (*Forastero Alto Amazónico*) (9).

Reportes de resultados obtenidos para peso de semilla y otros caracteres en Indonesia en 15 clones *Trinitarios*, también corroboran la amplia variación de este carácter, oscilando de 1.08 g. para el clon ICS-32 hasta 1.7 g. para el clon ICS-60; sobresaliendo los clones ICS-1, ICS-6 e ICS-95 por su mayor peso (tamaño) de semilla (21).

En Costa Rica, se ha encontrado valores de peso de semilla seca muy superiores (2.4 y 2.28 g para los clones UF-11 y RIM-76 respectivamente) y valores inferiores (0.6 g. para los clones SCA-6 y CC-266) (15), con respecto a los valores nuestros, lo que estaría revelando que este carácter no solo depende del origen genético de cada clon (genotipo), sino también de las condiciones ambientales y de manejo a la que están expuestas.

En cambio, otros investigadores encontraron valores promedio de peso de semilla muy similares a los reportados en este estudio, oscilando de 0.51 g. para el clon PA-171 a 1.77 g. para el clon UF-11 (4), lo que también estaría corroborando la gran variabilidad de este carácter. Cabe señalar que estos clones combinan un bajo índice de semilla con alto índice de mazorca (clon PA-171) y alto índice de semilla con bajo índice de mazorca (clon UF-11).

5.1.3 Carácter biométrico de la flor

Los resultados mostrados en el Cuadro 6, permiten señalar que el número de óvulos por ovario es un carácter muy estable pues presenta baja variabilidad dentro y entre colecciones, bien sean estas Nacionales o Internacionales. A conclusiones similares llegaron otros investigadores respecto a este carácter (27, 33).

La ligera superioridad exhibida por los clones Huallaga en cuanto al número promedio de óvulos por ovario comparado a los clones Internacionales, se puede explicar por un lado, por el origen del tipo genético (*Forasteros x Trinitarios*), y por otro, la carencia de efecto alguno de los factores ambientales. Por esta razón, este carácter se usa como descriptor en la identificación de cultivares de cacao (27).

Hace más de 3 décadas, se reportaron que los promedios más altos en número de óvulos por ovario corresponden a los clones del tipo *Forasteros*, mientras que los más bajos a los clones del tipo *Criollo* (17, 27). Estos resultados se ven corroborados en parte, puesto que los clones IMC-67 y P-7 (*Forasteros Alto Amazónicos*), poseen valores muy altos y altos; mientras que los clones H-31, H-12, H-32 y H-34 (progenie derivada de *Forasteros x Trinitarios*) mostraron valores muy elevados en comparación con los clones Ucayali.

Los menores valores en promedio de número de óvulos por ovario de los clones Ucayali, no estarían invalidando la teoría señalada por Esquivel y Soria, puesto que sólo se trata de una muestra muy pequeña y no representativa del tipo de cacao Forasteros Alto Amazónicos (17).

5.2 DE LOS CARACTERES BIOMÉTRICOS

5.2.1 Caracteres biométricos de la mazorca

Con relación al peso de mazorca, la alta significación estadística obtenida en todas las fuentes de variación estudiadas (Cuadro 7), nos permiten señalar que estas diferencias pueden ser atribuidas a tanto al origen genético (dentro y entre colecciones), como a los factores de naturaleza ambiental que de modo permanente están interactuando con el genotipo de cada clon.

La prueba de Duncan (Cuadro 8), muestra que a nivel de colecciones los clones Trinitarios : IMC-67, ICS-6 y luego los clones ICS-39 y UF-613 junto con el clon H-35, tuvieron los mayores valores de peso de mazorca, siendo muy superiores estadísticamente al resto de los clones. Con excepción del clon local H-35, la superioridad demostrada por los clones *Trinitarios* se puede explicar por el mayor grado de heterosis exhibida como consecuencia del origen genético y, la plasticidad ambiental que poseen.

Los clones Huallaga que también estarían exhibiendo un buen grado de heterosis, a diferencia de los clones Ucayalí, sufrieron cierta presión de selección

por tamaño y peso de la mazorca; más no así los clones Ucayali, quienes no fueron colectados por las dimensiones de su mazorca; es más, su grado de adaptación a las condiciones agroecológicas del Alto Huallaga, no le serían muy favorables.

A nivel de colecciones Nacionales (Cuadro 9), destacó el clon U-28 de la colección Ucayali y los clones H-40 y H-35 de la colección Huallaga, debido básicamente a su constitución genotípica que se expresó en mayor grado de heterosis, pero sin dejar de lado, los factores del entorno.

A nivel de colección Huallaga (Cuadro 10), destacaron los clones H-35 y H-40; a nivel de colección Ucayali (Cuadro 11), los clones U-26 y U-28 y, a nivel de colección Internacional (Cuadro 12), los clones IMC-67 e ICS-6, siendo estadísticamente muy superiores a los demás clones.

Numerosos estudios realizados en clones Huallaga, Ucayali e Internacionales en Tingo María (2, 25, 20) y clon UF – 613 en Costa Rica (34); muestran valores no coincidentes con los encontrados en el presente estudio; pero estos clones bajo las condiciones agroecológicas y de manejo, estarían aproximándose a su tamaño normal y reproduciendo su alta heredabilidad.

Con respecto a la longitud de mazorca, el análisis de variancia (Cuadro 13) también mostró alta significación estadística en todas las fuentes de variación, lo cual supone la existencia de diferencias fenotípicas dentro de Colecciones a nivel

Nacional e Internacional; así como, entre colecciones Nacionales y, Nacionales vs. Internacional.

La prueba de Duncan (Cuadro 14), para longitud de mazorca con excepción del clon IMC-67 (Forastero Alto Amazónico), muestra nuevamente que los clones Trinitarios ICS-39, ICS-6 e ICS-95, alcanzaron los valores más altos superando estadísticamente a los demás clones (Nacionales e Internacionales). Al igual que para el peso de mazorca, la superioridad mostrada se debería a su mayor grado de heterosis exhibida. Estos clones podrían ser utilizados en plantaciones comerciales o servir como progenitores para planes de cruzamiento en donde se busque incrementar el número de semillas por mazorca y por ende su productividad.

La alta correlación existente entre la longitud y peso de mazorca, tal como lo reportan varios investigadores (16, 39) nos permiten inferir que estos 2 caracteres estarían controlados por genes ligados y que un aumento en la longitud determinaría un aumento en el peso de la mazorca.

A nivel de colecciones Nacionales (Cuadro 15), destacó el clon U-28 de la colección Ucayali y, los clones H-40 y H-35 de la colección Huallaga, los mismos que fueron superiores estadísticamente a los demás clones. A nivel de colección Huallaga (Cuadro 16), sobresalieron los clones H - 40 y H - 35; a nivel de colección Ucayali (Cuadro 17), el clon U-28 y, a nivel de colección Internacional (Cuadro 18), los clones ICS - 39, IMC - 67, ICS - 6 e ICS - 95, superando

estadísticamente al resto de los clones. El comportamiento mostrado por los clones sobresalientes, se puede atribuir a su mayor grado de heterosis y potencial de rendimiento.

Los valores de longitud de mazorca encontrados en los clones Ucayali, Huallaga e Internacionales no distan mucho de aquellos reportados en Tingo María para las 3 colecciones, y en Costa Rica para clones internacionales (2, 20, 25, 34). Estos resultados bajo las condiciones agroecológicas y de manejo, nos estarían indicando la expresión de la alta heredabilidad de este carácter.

En cuanto al diámetro de mazorca, los resultados del análisis de variancia (Cuadro 19), revelan también que existen diferencias fenotípicas altamente significativas dentro de Colecciones a nivel Nacional e Internacional; así como, entre colecciones Nacionales y, Nacionales vs. Internacional. Estas diferencias también pueden ser atribuidas al origen genético y la influencia ambiental.

La prueba de Duncan (Cuadro 20) para diámetro de mazorca, muestra que el clon IMC-67 (Forastero Alto Amazónico) y el clon ICS-6 (Trinitario), alcanzaron los mayores valores superando estadísticamente a los demás clones. Le siguen los clones UF-613 (Trinitario) y el 11-35 (progenie del cruce Trinitario x Forastero). Los clones IMC-67 e ICS-6 puede resultar promisorios como progenitores en programas de mejoramiento que busquen incrementar el peso de la semilla (30).

De modo análogo a la longitud de mazorca, el diámetro de mazorca por tener una correlación alta con el peso de la mazorca (16, 39), supondría la existencia de ligamiento entre estos genes que se transmitirían en bloque y que al aumentar el diámetro de mazorca, también incrementaría el peso de la misma.

A nivel de colecciones Nacionales (Cuadro 21), destacaron los clones Huallaga: H-35, H-38, H-17, H-12 y H-34 y, el clon U-26 de la colección Ucayali. A nivel de colección Huallaga (Cuadro 22), destacaron los clones: H-35, H-38, H-17, H-12, H-34 y H-40; a nivel de colección Ucayali (Cuadro 23), el clon U-26 y, a nivel de colección Internacional (Cuadro 24), los clones IMC-67 e ICS-6. Esta superioridad posiblemente se debería a su mayor grado de heterosis y su potencial de rendimiento.

Los valores de diámetro de mazorca encontrados resultaron muy similares a aquellos reportados para los clones Internacionales; cercanos a los reportados para los clones Huallaga e igual a los reportados para los clones Ucayali (20, 2, 25)

Con respecto al número de semilla por mazorca (Cuadro 25), se tuvo alta significación estadística para casi todas las fuentes de variación estudiadas. Esto se interpreta como la existencia de diferencias fenotípicas dentro de Colecciones a nivel Nacional e Internacional; así como entre colecciones Nacionales y ninguna diferencia para el contraste Nacional vs. Internacional. Estas diferencias son

explicadas por el origen genético y sobretodo por la significativa influencia ambiental.

La prueba de Duncan (Cuadro 26) para el número de semillas por mazorca a nivel de Colecciones, no muestra diferencia estadística entre los clones Huallaga: H-40, H-34, H-36 y H-31 con los clones Internacionales: IMC-67 e ICS-6; pero sí superan estadísticamente a los demás clones.

El número de semillas por mazorca es un carácter muy variable entre y dentro de clones. Sin embargo, se reporta también como un carácter de heredabilidad alta, que depende del número de óvulos por ovario y el resultado de la polinización cruzada natural (15). Dada su inestabilidad al medio ambiente, algunos investigadores sugieren utilizar el numero de óvulos por ovario en lugar del número de semillas por mazorca como criterio de selección.(27).

Investigaciones realizadas en la Amazonía brasileña, también apoyan la existencia de diversidad y variabilidad genética en los clones de cacao del tipo Forastero del Bajo Amazonas. Así, se reporta que entre las series SIC y SIAL, los clones SIAL resultaron superiores a los clones SIC, en peso de mazorca y peso de semillas, pero inferiores en número de semillas por mazorca.

La producción de cacao seco por mazorca es principalmente dependiente del número de semillas por mazorca y también del peso promedio de la

semilla. Entre estos caracteres existe una estrecha correlación, positiva y altamente significativa (16). Por su parte, sólo encontró correlación positiva y significativa entre el número de semillas y peso de semilla fresca. Agrega además, que los efectos directos e indirectos del número de semillas sobre el peso de la mazorca fueron insignificantes (39).

A nivel de colecciones Nacionales (Cuadro 27), destacaron los clones: H-40, H-34, H-36, H-35 y H-31 de la colección Huallaga y el clon U-36 de la colección Ucayali. A nivel de colección Huallaga (Cuadro 28), sobresalieron los clones: H-40, H-34, H-36, H-35 y H-31; a nivel de colección Ucayali (Cuadro 29), los clones: U-36, U-12, U-35 y U-28 y, a nivel Internacional (Cuadro 30), los clones: IMC-67 e ICS-6.

Los valores de números de semillas por mazorca encontrados en el presente estudio, resultaron ser coincidentes con aquellos encontrados en trabajos anteriores para los clones Ucayali; en cambio, fueron cercanos a aquellos reportados para los clones Huallaga y muy similares a los reportados para los clones Internacionales (25, 2, 20)

Con relación al peso de cáscara, los resultados del análisis de variancia (Cuadro 31), indican diferencias fenotípicas altamente significativas dentro de Colecciones a nivel Nacional e Internacional; así como, entre colecciones

Nacionales y, Nacionales vs. Internacional. Estas diferencias pueden ser atribuidas al origen genético y la influencia ambiental.

La prueba de Duncan (Cuadro 32), para peso de cáscara a nivel de Colecciones, muestra que los clones IMC-67 e ICS-6, alcanzaron los más altos valores superando a los demás clones de las 3 colecciones estudiadas.

El peso de cáscara también es un carácter variable que está muy asociado fenotípicamente con el peso de mazorca. Reportes de investigaciones locales y foráneas, coinciden en señalar que entre el peso de mazorca y sus componentes: longitud, diámetro de mazorca y peso de cáscara, existe una correlación alta, positiva y altamente significativa; así como, entre ellos mismos (10, 25, 31, 32, 39). Asimismo, se considera al peso de cáscara como el componente de mayor contribución directa en el peso de mazorca y de manera indirecta a través de los otros componentes (39).

Estudios realizados en Turrialba (Costa Rica), reportan que para el carácter peso de cáscara, los clones UF-613 (Trinitario) y SCA-6 (Forastero Alto Amazónico), exhibieron los máximos y mínimos valores de Habilidad Combinatoria General. El clon UF-613 destacó por su mayor peso de cáscara en este estudio.

A nivel de colecciones Nacionales (Cuadro 33), destacó el clon H-35 de la colección Huallaga y el clon U-26 de la colección Ucayali. A nivel de colección Huallaga (Cuadro 34), sobresalió el clon H - 35; a nivel de colección Ucayali

(Cuadro 35), destacaron los clones: U-26 y U-28 y, a nivel de colección Internacional (Cuadro 36), los clones: IMC-67, ICS-6 y UF-613.

Los valores de peso de cáscara de los clones Internacionales son cercanos a aquellos encontrados anteriormente para estos clones (20). En cambio, no existe información sobre este carácter en los estudios realizados para los clones Ucayali y Huallaga respectivamente (2, 25).

Finalmente, con relación al grosor máximo de cáscara, los resultados del análisis de variancia (Cuadro 37), al igual que para el peso de mazorca muestra también la misma interpretación estadística. Así, se observa diferencias fenotípicas altamente significativas dentro de colecciones a nivel Nacional e Internacional; así como, entre colecciones Nacionales y, Nacionales vs. Internacional. De esto se infiere que las diferencias encontradas se deben a su origen genético y al efecto de los factores ambientales.

La prueba de Duncan (Cuadro 38) para este carácter a nivel de Colecciones, muestra que los clones : H-35 e ICS-6 de la colección Huallaga e Internacional, poseen los mayores valores superando estadísticamente a los demás clones. Se ha señalado que el grosor de cáscara es un carácter menos variable que el peso de cáscara y depende del tipo genético y el genotipo (que difiere de clon a clon). Además, resulta claro que responde en menor o mayor grado a las influencias favorables o desfavorables del medio ambiente.

Investigadores brasileños han reportado que cáscaras más gruesas y pesadas están asociadas genéticamente con un menor número de semillas y con un mayor peso de semillas (31). Esta información resulta importante para propósitos de selección clonal o selección recurrente para incrementar la productividad.

Estudios de relaciones causa-efecto mediante Coeficientes de ruta, demostraron que la influencia directa del grosor de cáscara sobre el peso de mazorca, es muy insignificante; sin embargo, tiene un efecto indirecto muy significativo vía peso de cáscara. Esto último, estaría explicando y convalidando el elevado coeficiente de correlación entre estos 2 caracteres (39).

A nivel de colecciones Nacionales (Cuadro 39), destacó el clon H-35 de la colección Huallaga. A nivel de colección Huallaga (Cuadro 40), el clon H-35; a nivel de colección Ucayali (Cuadro 41), los clones: U-31, U-26, U-28, U-36, U-39 y U-32 y, a nivel de colección Internacional (Cuadro 42), los clones: ICS-6 e IMC-67.

Los valores de grosor de cáscara de los clones Internacionales, son muy similares a aquellos reportados anteriormente, así como para los clones Huallaga y algo diferentes a los reportados para los clones Ucayali (20, 2, 25).

5.2.2 Caracteres biométricos de la semilla

Los resultados del análisis de variancia para peso de semilla (Cuadro 43), muestra diferencias fenotípicas altamente significativas dentro de colecciones a

nivel Nacional e Internacional; así como, entre colecciones Nacionales y, Nacionales vs. Internacional. De esto se infiere que las diferencias encontradas no son sino expresión de la constitución genética de cada clon que a su vez depende de su origen genético y su interacción con el medio ambiente.

La prueba de Duncan (Cuadro 44;), para este carácter a nivel de colecciones, muestra que el clon Trinitario: ICS-39 que tuvo el mayor valor, superó estadísticamente a los demás clones. Le siguen otros 2 clones Trinitarios: el ICS-6 y el UF-613, con valores muy cercanos al clon ICS-39, pero superiores estadísticamente al resto de los clones.

El mayor peso de la semilla se puede atribuir al grado de heterosis que exhiben los clones Trinitarios (derivados del cruce: Criollo x Forastero). Estos clones fueron seleccionados en Trinidad por su bajo índice de mazorca, alto índice de semilla y otros caracteres comprometidos con la productividad (12, 22). Esta hipótesis es también válida para algunos clones Huallaga (derivados del cruce Forastero x Trinitario).

A nivel de colecciones Nacionales (Cuadro 45), destacó el clon U-26 con un tamaño (peso) grande de semilla que superó estadísticamente a los demás clones. Sin embargo, también destacaron los clones Huallaga: H-35, H-32, H-40, H-34, H-32, H-38, H-47 y el clon U-12 de la colección Ucayali; con un tamaño de semilla medio, de acuerdo a las escalas de valoración reportadas (3, 36).

A nivel de colección Huallaga (Cuadro 46), sobresalieron los clones: H-35, H-32, H-40, H-34 y H-38, con tamaño (peso) de semilla medio. A nivel de colección Ucayali (Cuadro 47), destacó el clon U-26 con tamaño de semilla grande y, los clones U-32 y U-12 con tamaño de semilla medio. Y, a nivel de colección Internacional (Cuadro 48), destacó el clon ICS-39 con tamaño de semilla grande siguiéndole los clones: ICS-6 y UF-613 con semillas también de tamaño similar.

Evaluaciones de peso de semilla realizadas en Tingo María en clones de las colecciones: Internacional , Huallaga y Ucayali, dejaron entrever la evidente superioridad de los clones Internacionales (particularmente los clones *Trinitarios* con evidente manifestación de su vigor híbrido o heterosis), sobre los clones nacionales (2, 20, 25).

Algunos investigadores han señalado que si queremos aumentar el peso de la semilla, debemos seleccionar clones con mazorcas de mayor diámetro y, si nuestro objetivo de mejoramiento es aumentar el número de semillas por mazorca, debemos seleccionar los clones de mayor longitud de mazorca (31). Concordamos con estas proposiciones y de los resultados obtenidos podemos proponer a los clones ICS-6 y UF-613 para el primer objetivo y, a los clones: IMC-67 y UF-613 para el segundo objetivo.

Actualmente los programas de mejora genética del cacao utilizan el peso (tamaño) de la semilla como un criterio importante de selección por

rendimiento. Sin embargo, como sucede en algunos países de tradición cacaotera, deben combinar la productividad con la resistencia a “pudrición parda de la mazorca”. Dado el ligamiento que existe entre el peso de semilla y la resistencia a esta enfermedad todo esfuerzo en reducir la susceptibilidad a esta enfermedad podría conllevar a una sustancial reducción del tamaño (peso) de la semilla (18).

Los resultados obtenidos del análisis de variancia (Cuadro 49), para longitud de semilla, muestra al igual que para el peso de semilla, que existen diferencias fenotípicas altamente significativas dentro de colecciones a nivel Nacional e Internacional; así como, entre colecciones Nacionales y, Nacionales vs. Internacional. La explicación se sustenta en el origen genético de la colección, genotipo de cada clon y la influencia ambiental.

La prueba de Duncan (Cuadro 50), para este carácter a nivel de colecciones, muestra nuevamente que los clones Trinitarios: ICS-6, ICS-95, UF-613 e ICS-39, alcanzaron los mayores valores superando estadísticamente a los demás clones.

Las mayores dimensiones de longitud de semilla se debería principalmente a la heterosis exhibida como consecuencia de su origen genético (cruce: Criollo x Forastero), interviniendo progenitores lejanamente emparentados (de distinto origen geográfico). Esta condición no es exclusiva para este cruce ya que se ha observado manifestación también de heterosis en cruces: Forastero x

Trinitario, tal como se ha comprobado en la progenie híbrida obtenida del cruce: P-7 x UF-613 con relación a la longitud y grosor de la semilla (26).

A nivel de colecciones Nacionales (Cuadro 51), con excepción de los clones U-26 y U-12 de la colección Ucayali, los clones H-36, H-40, H-41, H-9 y H-35 de la colección Huallaga, estarían exhibiendo también heterosis toda vez que son progenie derivada de cruces entre progenitores *Trinitario x Forastero* o entre *Forastero x Forastero* de difícil identificación.

A nivel de colección Huallaga (Cuadro 52), destacaron los clones: H-36, H-40, H-41, H-9, H-35 y H-47. A nivel de colección Ucayali (Cuadro 53), sobresalieron los clones: U-26 y U-12 cuya manifestación heterótica posiblemente se deba a la configuración alélica originada por la hibridación entre poblaciones *Forasteros Alto Amazónicos* lejanamente emparentados y por la selección natural. Y, a nivel de colección Internacional (Cuadro 54), destacó el clon ICS-6 que alcanzó el mayor valor, pero sin superar estadísticamente a sus homólogos *Trinitarios* y al clon *Forastero P-7*.

Los valores encontrados de longitud de semilla en los clones de la colección Internacional, son casi coincidentes con aquellos reportados anteriormente en Tingo María para clones Internacionales, similares a aquellos reportados para clones Huallaga y, muy similares a aquellos reportados para clones Ucayali (2, 20, 25).

Los resultados encontrados en el análisis de variancia (Cuadro 55), para el diámetro de semilla, muestran diferencias fenotípicas altamente significativas dentro de colecciones a nivel Nacional e Internacional; así como, entre colecciones Nacionales y, Nacionales vs. Internacional. De esto se deduce que las diferencias encontradas son reflejo del origen genético de cada colección, del genotipo de cada clon y la acción modificadora del medio ambiente.

La prueba de Duncan (Cuadro 56) para este carácter a nivel de colecciones, muestra que el clon U-12 superó estadísticamente a los demás clones, inclusive a los Trinitarios: ICS-6 e ICS-39 que poseían los mayores pesos y longitudes de semilla. El clon U-12 y los clones ICS-6 e ICS-39 se podrían constituir como progenitores muy valiosos para planes de cruzamiento o programas de selección recurrente exitosos toda vez que estos caracteres son altamente heredables.

Glendinning (1963), indica que los árboles de cacao difieren en largo y diámetro de semilla, pero no en espesor. Agrega además, que el largo y el diámetro de semilla están estrechamente asociados mientras que el espesor tiende a declinar (26).

Otro reporte de investigación señala que el diámetro de semilla está alta y significativamente correlacionado con el peso de semilla e igualmente, con la longitud y espesor de ésta. Es más, su efecto directo es alto y significativo sobre el

peso total de la semilla (39). De todo esto se puede inferir de que si necesitáramos seleccionar semillas de mayor peso, debemos elegir aquellas de mayor diámetro.

A nivel de colecciones Nacionales (Cuadro 57), el clon U-12 ocupó el primer lugar superando estadísticamente a todos los demás clones. Le siguió el clon U-26 por su mayor diámetro, superando a los demás clones nacionales (Huallaga o Ucayali).

A nivel de colección Huallaga (Cuadro 58), destacaron los clones H-32, H-47, H-12, H-40 y H-34, aunque con valores muy inferiores a los clones Ucayali (U-12 y U-26) e inferiores a los clones Internacionales (ICS-6 e ICS-39). A nivel de colección Ucayali (Cuadro 59), sobresalieron los clones: U-12, U-26 ocupando el 1° y 2° lugar respectivamente. Y, a nivel de colección Internacional (Cuadro 60), destacaron los clones ICS-6 e ICS-39.

Los valores encontrados para diámetro de semilla en los clones de la colección Internacional, resultaron ser casi coincidentes con aquellos reportados anteriormente en Tingo María, muy similares a aquellos reportados para clones Huallaga y, similares a aquellos reportados para clones Ucayali (20, 2, 25).

Los resultados obtenidos del análisis de variancia (Cuadro 61), para espesor de semilla, muestra diferencias fenotípicas altamente significativas dentro de colecciones a nivel Nacional e Internacional; así como, entre colecciones

Nacionales y, Nacionales Vs. Internacional. Las causas también pueden ser atribuidas al origen genético de las colecciones, el genotipo de cada clon y la influencia modificadora del medio ambiente.

La prueba de Duncan (Cuadro 62), para este carácter a nivel de colecciones, muestra que el clon H-12 de la colección Huallaga, fue estadísticamente superior a los demás clones. El 20 lugar lo ocupó el clon ICS-39 de la colección Internacional, seguido por los clones: ICS-95, U-26, U-43, U-68, H-41, U-32, ICS-6, H-32 e IMC-67, pero sin diferencias estadísticas significativas.

La mayor dimensión del espesor de semilla del clon H-12 se podría atribuir en parte a su vigor híbrido o heterosis y por otro, a su origen geográfico. Este clon habría resultado de una combinación alélica aleatoria entre progenitores Forastero x Trinitario. De igual modo, el clon ICS-39 por su heterosis (expresión del cruce Criollo x Forastero) y, los clones U-26, U-43 y U-68 que provienen de poblaciones híbridas en proceso de domesticación bajo la acción de la selección natural principalmente.

A nivel de colecciones Nacionales (Cuadro 63), destacó el clon H-12 quien superó estadísticamente a los demás clones. Le siguen los clones U-26 y U-43 de la colección Ucayali, sin diferencias estadísticas, pero que mostraron valores intermedios de espesor de semilla, entre otros clones.

A nivel de colección Huallaga (Cuadro 64), sobresalió pues el clon H-12 superando estadísticamente a todos sus demás homólogos. A nivel de colección Ucayali (Cuadro 65), destacaron los clones: U-26, U-43, U-68 y U-32. Y, a nivel de colección Internacional (Cuadro 66), destacaron los clones ICS-39 e ICS-95 superando estadísticamente al resto de esa colección.

Los valores encontrados para espesor de semilla en los clones de la colección Internacional, resultaron ser casi coincidentes con aquellos reportados anteriormente en Tingo María, similares a aquellos reportados para clones Huallaga y Ucayali (2, 20, 25)

5.2.3 Carácter biométrico de la flor

Los resultados mostrados en el análisis de variancia para número de óvulos por ovario (Cuadro 67), nos permite inferir que las diferencias fenotípicas altamente significativas existentes dentro y entre colecciones, sean nacionales o internacional, tienen su explicación principalmente en su origen genético, el genotipo particular de cada clon y muy poco por la acción modificadora del medio ambiente. Se trataría pues de un carácter muy estable y de heredabilidad alta.

La prueba de Duncan (Cuadro 68), a nivel de colecciones, muestra que el clon IMC-67 (Forastero Alto Amazónico) y el clon H-31 (progenie derivada del cruce: Forastero x Trinitario), tuvieron los más altos números de óvulos por ovario superando estadísticamente a todos los clones de las demás colecciones. Le siguen

en orden de mérito los clones: H-12, H-32 y H-34 cuyo número de óvulos por ovario superan los 51.5, siendo clasificados como clones con alto número de óvulos (27).

Los resultados obtenidos en este estudio más aquellos reportados por la literatura, nos permiten señalar que el número de óvulos por ovario, por su elevada estabilidad y heredabilidad, debe ser usado como criterio de selección para rendimiento en vez del número de semillas por mazorca que es muy inestable y difícil de cuantificar (27).

Soria y Esquivel (1969), sostienen una acción de dominancia de genes a favor de número bajo de óvulos por ovario sobre números altos. Esta hipótesis explicaría el porqué los clones Trinitarios (que participan en mayor proporción en la colección Internacional), tuvieron los menores promedios que sus similares de la colección Huallaga (27).

Una posible explicación de lo anterior es el hecho de que los clones Huallaga (derivados del cruce: Forastero x Trinitario), que se estaría asemejando a una retrocruza, habrían recuperado los valores altos de número de óvulos por ovario, situándose muy cerca de sus progenitores Forasteros. Es muy posible que los clones: H-31, H-12, H-32 y H-34, aparte de algunas similitudes morfológicas, sean parte de la progenie de algún cruce entre el clon IMC-67 con un clon Trinitario, cuya identificación sería muy difícil de precisar.

Otros investigadores también corroboran la baja variabilidad de este carácter y reiteran que los más altos números de óvulos por ovario, fueron para los clones *Forasteros Alto Amazónicos* : IMC-67 y P-7 y, los más bajos, para los clones *Trinitarios*: UF-709 y UF-677 (15).

A nivel de colecciones Nacionales (Cuadro 69), destacaron los clones: H-31, H-12 y H-32 que superaron estadísticamente a los demás clones. Le sigue en importancia, el clon: H-34, que junto con los primeros clones son clasificados como clones de alto número de óvulos por ovario. A nivel de colección Huallaga (Cuadro 70), los clones ya mencionados fueron los más sobresalientes.

A nivel de colección Ucayali (Cuadro 71), destacó el clon U-32 quien superó estadísticamente a los demás clones. Le siguen los clones U-12, U-36 y U-26 cuyos números de óvulos por ovario corresponden a un nivel medio. También existen clones Ucayali con número de óvulos por ovario iguales o inferiores a 45 que corresponden a un nivel bajo. Y, a nivel de colección Internacional (Cuadro 72), destacó el clon IMC-67 (*Forastero Alto Amazónico*), que superó estadísticamente a todos los demás clones. Con excepción de los clones: ICS-95, UF-613 e ICS-39 que mostraron bajo número de óvulos por ovario, los clones ICS-6 y P-7, tuvieron valores medios para este carácter.

Los valores encontrados para número de óvulos por ovario en la colección Internacional, Huallaga y Ucayali, resultaron ser muy similares a aquellos reportados anteriormente en Tingo María (2, 20, 25).

5.3 DE LA HEREDABILIDAD

5.3.1 Caracteres biométricos de la mazorca

Con relación al peso de mazorca, se obtuvieron valores muy elevados de la heredabilidad en sentido amplio (H), en las 3 colecciones: Internacional, Huallaga y Ucayali (Cuadro 73), lo cual estaría demostrando la alta heredabilidad de este carácter.

Sabemos que estos valores de H, están sobreestimados, debido a que este parámetro genético ha sido estimado en base a un ensayo y tanto la variancia genética total como la variancia aditiva, estarán sobreestimadas por los efectos de la interacción genético-ambiental. Por esta razón, la estimación de la heredabilidad en sentido restringido (h^2), resulta más útil puesto que los efectos genéticos no aditivos son disipados por la recombinación de los genes parentales (29).

La heredabilidad promedio en las 3 colecciones (H = 90%), resultó ser elevada, correspondiendo solo un 10% al efecto ambiental en la expresión de este carácter. Los clones Internacionales tuvieron el valor más elevado de heredabilidad (H = 96.1%), ciertamente en virtud de haber presentado la mayor variabilidad en este carácter.

Estos valores son muy similares a los encontrados en Costa Rica, mostrando una heredabilidad (H), de 87% y una heredabilidad (h^2), de 63% (34). Varios investigadores han señalado que el peso de mazorca es un carácter

controlado por genes principalmente aditivos, siendo la influencia ambiental pequeña (34, 31). Por esta razón, resultaría confiable la práctica de la selección.

En Brasil, se obtuvieron valores de heredabilidad (H), también muy elevados; siendo éstos de 91.8 y 92.5% para los clones SIC y SIAL respectivamente. Ellos justifican en parte la magnitud de estos valores por haber utilizado el promedio de muchas mazorcas por clon y la eliminación de los tipos extremos (31).

Con respecto a la longitud de mazorca, al igual que para el peso de mazorca, los valores de heredabilidad (H), resultaron muy elevados en las 3 colecciones: Internacional, Huallaga y Ucayali, confirmándose la alta heredabilidad de este carácter.

Aun cuando estos valores estén sobreestimados, los clones Ucayali, tuvieron el mayor valor ($H = 95.2\%$), en razón de haber presentado la mayor variabilidad genética para este carácter.

La heredabilidad promedio en las 3 colecciones ($H = 90.5\%$), resultó ser elevada, correspondiéndole sólo un 9.5% al efecto ambiental en la expresión de este carácter. Este valor es muy similar a aquel reportado en Costa Rica, en encontrando valor de $H = 90\%$ y un valor de $h^2 = 73\%$, demostrando que en su mayor parte, la variable está determinada por genes de acción aditiva (34).

En Brasil, también obtuvieron valores de H, muy elevados para este carácter, siendo de 96.1% y 98.6% para las series SIC y SIAL respectivamente, exponiendo los mismos argumentos para el caso del peso de mazorca (31).

Los valores de la heredabilidad (H) para diámetro de mazorca, resultaron en promedio similares a los de la longitud de ésta, siendo los clones Huallaga, los que alcanzaron el mayor valor (H = 94.0%).

La heredabilidad promedio en las 3 colecciones (H = 88.4%), resultó muy similar a aquel estimado en Costa Rica, reportando valores de H = 90% y un valor de $h^2 = 70\%$, verificándose el predominio del efecto aditivo de los genes que gobiernan este carácter (34).

En un trabajo de investigación en clones SIC y SIAL, se encontraron valores similares de H, para diámetro de mazorca, siendo estos de 81.8 y 82.8%, respectivamente, argumentando las mismas razones que para el caso del peso de mazorca (31).

Con relación al grosor de cáscara, los valores de la H, resultaron también elevados en las 3 colecciones: Internacional, Huallaga y Ucayali, siendo los clones Ucayali los que obtuvieron el mayor valor (H = 91%), demostrándose la alta heredabilidad de este carácter.

La heredabilidad promedio en las 3 colecciones (H = 85.4%), resultó ser superior al valor (H = 78%) y $h^2 = 35\%$ encontrados en Costa Rica e inferior a los

valores reportados para los clones de las series SIC ($H = 95.2\%$) y SIAL ($H = 98.2\%$) en Brasil (34, 31).

El valor de h^2 , fue de 35%, presentando el grosor de cáscara un valor de variancia dominante dos veces superior al valor de la variancia ambiental y algo superior a la variancia aditiva, lo cual estaría reflejando que este carácter es controlado genéticamente y en mayor grado, por la acción de genes de dominancia o epistáticos (34).

Con respecto al peso de cáscara, los valores de H , también fueron elevados en las 3 colecciones: Internacional, Huallaga y Ucayali, siendo los clones Ucayali, los que alcanzaron el mayor valor ($H = 99.1\%$), verificándose igualmente su alta heredabilidad. La heredabilidad promedio en las 3 colecciones ($H = 92.4\%$), resultó ser superior al valor $H = 85.6\%$ y $h^2 = 57.8\%$ (34); superior al valor $H = 78.2\%$ para los clones SIC e inferior al valor $H = 90.2\%$ para los clones SIAL (31).

De la partición de los componentes de la variancia genética, se constató que la variancia aditiva fue el doble de la variancia dominante y cuatro veces mayor que la variancia ambiental, lo que estaría demostrando la influencia del genotipo interviniendo en mayor grado, los genes aditivos (34).

En cuanto al número de semillas por mazorca, los valores de H , resultaron elevados pero en grado menor en las 3 colecciones: Internacional, Huallaga y Ucayali, siendo los clones Ucayali los que alcanzaron el mayor valor ($H = 82.0\%$).

La heredabilidad promedio en las 3 colecciones ($H = 79\%$), resultó ligeramente inferior al valor $H = 82\%$ y $h^2 = 64\%$ (34), superior al valor $H = 70.4\%$ para los clones SIC e inferior al valor $H = 96.2\%$ para los clones SIAL (31).

Al hacer la partición de los componentes de la heredabilidad (h^2), se encontró que la variancia aditiva fue 3.5 veces mayor que la variancia dominante y la variancia ambiental, lo que estaría reflejando una fuerte influencia genética, principalmente por la acción de genes aditivos en la expresión de este carácter (34).

5.3.2 Caracteres biométricos de la semilla

Los valores de heredabilidad (H), para el peso de semilla (Cuadro 74), resultaron muy elevados en las 3 colecciones: Internacional, Huallaga y Ucayali, siendo mayor en los clones Internacionales y corroborándose los reportes de alta heredabilidad de este carácter (8).

La heredabilidad promedio en las 3 colecciones ($H = 92.9\%$), resultó coincidente con los encontrados en Costa Rica, reportando valores de $H = 93\%$ y un valor de $h^2 = 79\%$, confirmándose que el control genético es en su mayoría por genes aditivos y en parte por genes dominantes y epistáticos (34).

En Brasil, en un estudio de clones SIC y SIAL, se reportan valores de $H = 86.9\%$ y $H = 86.5\%$, respectivamente (31). Estos valores que son también elevados, reflejan la expresión de la variancia aditiva y no aditiva para este carácter.

El peso de semilla y el número de semillas por mazorca, son caracteres altamente heredables, su participación con el índice de mazorca, podría ser muy útil a los fitomejoradores (4).

En Costa Rica, para el carácter peso de semilla, se reportan un valor de $H = 73.9\%$ y un valor de $h^2 = 28.4\%$. En Brasil, se reportan valores de $H = 71.2\%$ y un valor de $h^2 = 22.7\%$ para este carácter (18).

Los valores de heredabilidad (H), para longitud de semilla, resultaron también elevados en las 3 colecciones: Internacional, Huallaga y Ucayali, siendo mayor en los clones Huallaga y Ucayali, confirmándose la alta heredabilidad de este carácter.

La heredabilidad promedio en las 3 colecciones ($H = 82.6\%$), resultó muy superior a aquel estudiado en Costa Rica, reportando un valor de $H = 54.5\%$ y un valor de $h^2 = 16.4\%$ y, similar al valor reportado para los clones SIC ($H = 85.4\%$) e inferior a los clones SIAL ($H = 90.0\%$). Estos resultados estarían corroborando la mayor participación del componente (efecto) genético respecto al componente (efecto) ambientales (26, 34).

Los valores de la heredabilidad (H), para el diámetro de semilla, resultaron también ser muy elevados en las 3 colecciones: Internacional, Huallaga y Ucayali, siendo mayores en los clones Ucayali e Internacional, lo que estaría demostrando la alta heredabilidad de este carácter.

La heredabilidad promedio en las 3 colecciones ($H = 91.6\%$), resultó ser superior a aquel estimado por en Costa Rica, reportando un valor de $H = 84.7\%$ y un valor de $h^2 = 19.1\%$ y, similares a los valores reportados para clones SIC ($H = 90\%$) y clones SIAL ($H = 93.3\%$). Estos valores altos confirman la mayor contribución genética respecto a la ambiental en la expresión de este carácter (26, 31).

Finalmente, los valores de la heredabilidad (H), para el espesor de semilla, resultaron ser menos elevados en relación a los caracteres anteriormente descritos, destacando por su mayor valor los clones Huallaga.

La heredabilidad promedio en las 3 colecciones ($H = 71.7\%$), resultó ser superior a aquel estimado en Costa Rica, cuyos valores reportados fueron de $H = 64.5\%$ y $h^2 = 20.6\%$ e inferior a los valores reportados en Brasil para clones SIC ($H = 83.3\%$) y clones SIAL ($H = 78.9\%$). Merecidamente, estos valores altos estarían demostrando el predominio genético sobre el ambiental en la expresión de este carácter (34, 31).

A modo de conclusión, se puede decir que los valores de heredabilidad (H), para peso, longitud, diámetro y espesor de semilla; se deberían a su mayor variabilidad que depende principalmente de sus efectos genéticos y muy poco de los efectos ambientales.

5.3.3 Carácter biométrico de la flor

Los valores de la heredabilidad (11), para el número de óvulos por ovario (Cuadro 75), resultaron ser muy elevados y similares en las 3 colecciones: Internacional, Huallaga y Ucayali, siendo mayor en los clones Internacionales. Este comportamiento estaría demostrando su estabilidad como carácter cuantitativo.

La heredabilidad promedio en las 3 colecciones ($H = 97.3\%$), resultó ser superior a aquel obtenido por López *et al.* (27) en Turrialba ($H = 91\%$) y muy superior al obtenido en La Lola ($H = 79.4\%$). Estos valores altos estarían demostrando la estabilidad de este carácter, que es poco influenciado por el ambiente (14).

La variación en el número de óvulos por ovario de Turrialba a La Lola, se debe al efecto ambiental diferente para ambos lugares y que la proporción de la variancia aditiva en ambas localidades, en relación a la variancia no aditiva, reafirma la naturaleza cuantitativa de la herencia de este carácter (27).

VI. CONCLUSIONES

1. Los caracteres biométricos de mazorca: peso, longitud, diámetro, número de semillas, peso y grosor de cáscara, mostraron amplia variabilidad fenotípica entre y dentro de colecciones a nivel nacional e internacional.
2. Los caracteres biométricos de semilla: peso, longitud, ancho y grosor, también exhibieron variabilidad, entre y dentro de colecciones, pero de menor magnitud que los caracteres de mazorca.
3. Existen diferencias estadísticas altamente significativas dentro de colecciones, a nivel nacional e internacional; así como, entre colecciones nacionales y, nacionales vs. internacionales, para todos los caracteres biométricos de mazorca, semilla y flor.
4. Los clones Internacionales: IMC-67, ICS-6 e ICS-39; los clones Huallaga: H-35, H-34 y H-40 y, los clones Ucayali: U-26 y U-12, destacaron por sus buenos atributos de mazorca, semilla y flor, mereciendo ser seleccionados por su buen potencial de rendimiento.
5. Los valores de heredabilidad en sentido amplio (H), para todos los caracteres de mazorca, semilla y flor, resultaron ser muy elevados.

VII. RECOMENDACIONES

1. Promocionar y apoyar el desarrollo de plantaciones policlonales en el Alto Huallaga, utilizando los clones más destacados, mientras no se tengan híbridos superiores o clones más productivos (clones élite).
2. Estudiar además de las correlaciones fenotípicas, correlaciones genéticas y ambientales para los caracteres más comprometidos con la productividad; asimismo, además de los componentes de la variancia genética que posibiliten estimar la heredabilidad en sentido restringido (h^2).
3. Construir índices de selección multicarácter sobre la base de los caracteres de mazorca, semilla o flor que más contribuyen al rendimiento, de modo que orienten mejor los programas de mejoramiento genético del cacao.
4. Propiciar la realización de ensayos clonales en red en diferentes zonas cacaoteras a fin de determinar la interacción genotipo-ambiente y evaluar la plasticidad ambiental de los mejores clones.

VIII. RESUMEN

El ensayo se realizó en el Banco de Germoplasma de Cacao de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, entre los meses de Abril a Setiembre de 1995 con el objeto de caracterizar la variabilidad fenotípica y estimar la heredabilidad de los componentes comprometidos con el rendimiento; así como, la selección de genotipos de buen potencial de rendimiento de las colecciones de cacao de distinto origen.

El material genético estudiado consistió de 13 clones de la colección Huallaga (H-9, H-12, H-17, H-31, H-32, H-34, H-35, H-36, H-38, H-40, H-41, H-45, y H-47), 11 clones de la colección Ucayali (U-6, U-12, U-26, U-28, U-31, U-32, U-35, U-36, U-39, U-43 y U-68), y 6 clones de la colección Internacional (ICS-6, ICS-39, ICS-95, IMC-67, P-7 y UF-613).

Los caracteres biométricos de mazorca (peso, longitud, diámetro, número de semillas por mazorca, peso y grosor de cáscara), de semilla (peso, longitud, diámetro y espesor) y de flor (número de óvulos por ovario), por cada clon y en cada colección fueron determinados sus valores de tendencia central y de dispersión para evaluar su variabilidad, tomando una muestra de 20 mazorcas por clon y 5 semillas por mazorca de cada una de las mazorcas.

El análisis estadístico se realizó a través de un programada computarizado (SAS), y la estimación de la heredabilidad en el sentido amplio (H), se hizo con una

calculadora manual, previa estimación de las variancias genotípicas y fenotípicas. Complementariamente, se realizó la Prueba de Duncan para cada una de las variables de mazorca, semilla y flor en cada una de las colecciones, sean éstas nacionales o internacionales.

El análisis de los resultados obtenidos mostró una amplia variabilidad de los caracteres biométricos de mazorca en cada una de las colecciones estudiadas y también en los caracteres biométricos de semilla, pero de menor magnitud. En cambio, el número de óvulos por ovario, mostró una baja variabilidad. Los valores de heredabilidad para los caracteres biométricos de mazorca, semilla y flor, resultaron muy elevados. Los clones: IMC-67, ICS-6; H-35, H-34; U-26, U-12, entre otros merecen ser seleccionados para siembra comercial o como progenitores para mejoramiento genético futuro.

IX. BIBLIOGRAFIA

1. ALLARD, R.W. 1970. Population structure and sampling methods. In: Frankel, O. y E. Bennett (eds). Genetic Resources in Plants. IBPGR, Handbook N° 11. Blackwell Scien. Publ. Oxford. Londres. Pp: 97-107.
2. BARTRA, T. 1993. Caracterización botánico-agronómico *ex situ* de 20 clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) recolectados en la cuenca del rio Huallaga. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María – Perú. 95 p.
3. BATISTA, L. 1987. Evaluación fenotípica de árboles locales para clones de altos rendimientos. En: 10° Conferencia Internacional de Investigación en Cacao. República Dominicana, 1987. Procc. 10 th. Int. Inv. Cacao. Pp: 593-598.
4. BEKELE, F.; IWARO, D. y BIDAISEE, D. 1996. Evaluation of some economic characters of germplasm from the International Cocoa Genebank, Trinidad. In: Cocoa Research Unit., WIU, Trinidad. Pp: 19-33.
5. BENNETT, E. 1970. Adaptation in wild and cultivated population. In: Frankel, O. y E. Bennett (eds). Genetic Resources in Plants. IBPGR, Handbook N° 11. Blackwell Scien. Publ. Oxford. Londres. Pp: 115-129.

6. BRADEAU, J. 1981. El Cacao. Técnicas agrícolas y producciones tropicales. I.F.C.C., México. Pp: 8-12.
7. CAICEDO, A. 1990. Ecofisiología del cacaotero en relación con el manejo cultural. En: Curso de actualización en cacao. San Vicente de Chocurf., 1987. Pp: 1-7.
8. CILAS, C. 1991. Estimation de quelques parametres génétiques pour différents plans de croisements chez le cacaoyer. *Café, Cacao - Thé*, 35 (1): 3-12.
9. CILAS, C.; DUCHEMIN, C y LOTODE, R. 1989. L'amelioration genetique de la qualité du cacao: etude de la granulometrie. *Café, Cacao - Thé*, 33 (1): 3-8.
10. DE CASTRO, C. y BARTLEY, G. 1983. Caracterizao do recursos genéticos do cacaueiro. Folha, fruto e semente de selecoes de Bahía das series SIC e SIAL. *Theobroma*, 13(3): 263-273.
11. ENRIQUEZ, G. 1983. Colecciones de cacao Criollo en la parte Sur de Centroamérica. Ponencia presentada en la reunión del IBPGR. Miami, Florida. s/p.
12. ----- . 1985. Curso sobre el cultivo del cacao. Turrialba. CATIE, Costa Rica. 240 p.
13. ----- . 1991. Descripción y evaluación de recursos genéticos. Fundagro Quito, Ecuador. 85 p.

21. HARRIS, S. y NAPITUPULU, L. 1992. Evaluasi produksi dan komponennya pada beberapa klon kakao tipe trinitario di kebun aek Pancur. Perkebunam. Bulletin, 23 (3): 155 - 166. Indonesia (English Abst.).
22. KENNEDY, A.; LOCKWOOD, G.; MOSSU, G.; SIMMONDS, N. y TAN, G. 1987. Cocoa breeding: past, present and future. Cocoa Grower's Bulletin, 38. May. Pp: 5 - 22.
23. LACHENAUD, P. 1994. Variations in the number of beans per pod in *Theobroma cacao* L. In Ivory Coast. I. The rol of pollen. Jour. Hort. Sci. 69 (6): 1123 - 1129.
24. LEON, J. 1987. Fundamentos biológicos de los cultivos tropicales. 2 ed. IICA. San José, Costa Rica. 455 p.
25. LOPEZ, H. 1993. Caracterización agronómico-botánica *ex situ* de 20 clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) recolectados de las cuencas de los rios Ucayali y Urubamba. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María - Perú. 103 p.
26. LOPEZ, O. y ENRIQUEZ, G. 1987 Herencia del peso seco y de la forma de semilla de cacao. En: 10° Conferencia Internacional de Investigación en Cacao. Procc. 10° Conf. Int. Inv. Cacao. República Dominicana. Pp: 691 - 694.
27. LÓPEZ, O.; ENRIQUEZ, G. y SORIA, J. 1985. Metodología para el recuento del número de óvulos por ovario en cacao (*Theobroma cacao* L.). Rev. Cacaotero Colombiano. N° 31. Pp: 30 - 35.

28. LÓPEZ, O.; ENRIQUEZ, G. y SORIA, J. 1988. Herencia del número de óvulos por ovario en *Theobroma cacao* L. Turrialba, Costa Rica. 38(3): 163 - 167.
29. NAKAHODO, J. 1991. Diseños de experimentos genéticos. En: XIII Curso corto sobre mejoramiento genético del maíz. IICA-BID-PROCIANDINO. Quito, Ecuador. Pp: 73 - 97.
30. PAULIN, D. y ESKES, A. 1995. Le cacaoyer: stratégies de selection. Plantations, recherche, developpement. Vol. 2, N° 5, Nov.-Dec. San José, Costa Rica. 72 p.
31. PEREIRA, M.; CARLETTO, G. y TEXEIRA DE CASTRO, G. 1987. Variabilidad de genética das características de fruto e semente en *Theobroma cacao* L. clones SIC e SIAL. *Theobroma*. Costa Rica. 17(4): 209 - 218.
32. PIÑAN, A. 1993. Caracterización botánica-agronómica *ex situ* de 12 clones Internacionales de cacao (*Theobroma cacao* L.). Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 96 p.
33. POUND, J. 1933. Criteria and methods of selection in cacao. In: St. Augustine, trinidad. Imperial College of Tropical Agriculture. Annual Report on cacao research for 1932. St. Augustine. Pp: 27 - 29.
34. RAMIREZ, L. y ENRIQUEZ, G. 1984 Herencia de algunas características del fruto del cacao. En: 10° Conferencia Internacional de Investigación en Cacao. Procc. 10° Conf. Int. Inv. Cacao. República Dominicana. Pp: 587 - 591.

35. ROJAS, F. 1972. Estudio de la influencia genética de algunos cultivares de cacao en el rendimiento de sus cruzas. Turrialba, Costa Rica. 55 p.
36. SORIA, J. 1966. Obtención de clones de cacao por el método de índices de selección. Turrialba, Costa Rica. 16 (2): 119 – 124.
37. SORIA, J.; OCAMPO, J. y PAEZ, G. 1974. Parental influence of several cacao clones on the yield performance of their progenies. Turrialba, Costa Rica. 24 (1): 58 – 65.
38. STRICKBERGER, M. 1988. Genética. 2 ed., Omega S.A. Barcelona – España. Pp: 278 - 283.
39. VASQUEZ, H. 1998. Análisis de correlaciones fenotípicas y por Coeficientes de Sendero en caracteres de mazorca, semilla y flor de cacao. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 102 p.
40. WOOD, G. y LASS, R. 1988. Cocoa. 4 ed. Longman. Singapore Publishers, Singapore. 620 p.