

Artículo Original

## Comparativo de rendimiento de cuatro ecotipos de *Solanum sessiliflorum* Dunal, en la localidad de Zungarococha, Iquitos

[Comparative of fruit's yield of four ecotypes of *Solanum sessiliflorum* Dunal, in Zungarococha, Iquitos]

Angelo F. Samanamud Curto\*, José F. Ramírez Chung

Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Facultad de Agronomía, Samanez Ocampo N° 185, Iquitos, Perú

\*e-mail de contacto: afsamanamudc@gmail.com

### Resumen

Desde el punto de vista de producción de cocona, conocer un ecotipo de buen rendimiento de frutos por planta es de mucha utilidad porque permite establecer un ecotipo ideal para iniciar un proyecto comercial. Se planteó el siguiente objetivo: Determinar cuál o cuáles de los cuatro ecotipos de *Solanum sessiliflorum* Dunal presentan los mayores rendimientos de frutos, en la localidad de Zungarococha. Se utilizó el Diseño de Bloque Completo al Azar, con 4 tratamientos (04 ecotipos de cocona) y 4 repeticiones. Las variables que se estudiaron fueron: rendimiento de fruto (Tm/Ha), rendimiento de fruto (g/planta), peso de fruto (g/fruto), número de frutos/planta, largo de fruto (cm/fruto), diámetro de fruto (cm/fruto), altura de planta (m/planta), y diámetro de tallo (cm/planta). Se pudo observar que, para rendimiento de fruto, los ecotipos de fruto grande A y D son los que generaron mayor rendimiento (16,32 y 13,11 tm/ha respectivamente) en comparación con los ecotipos de frutos chicos B y C (8,54 y 6,64 Tm/Ha respectivamente), mostrando diferencias altamente significativas, muy a pesar de que estos últimos producen gran cantidad de frutos por planta (27,71 y 28,04 frutos para C y B respectivamente) contrastando con ecotipos de fruto grande (11,68 y 9,21 frutos para A y D respectivamente), siendo estas diferencias altamente significativas. De acuerdo a estos resultados, se concluye, que para rendimiento por unidad por superficie, los ecotipos con mayores rendimientos con un menor número de frutos por planta en las condiciones agroecológicas donde se trabajó fueron los ecotipos A y D.

**Palabras clave:** rendimiento; cocona; frutal amazónico; producción comercial

### Abstract

From the point of view of production of the Cocona, knowing an ecotype with the bigger fruit's yield for plant will be very useful because it will allow establishing an ideal ecotype to initiate a commercial project. It presented the following objective: Determining which one or which ones of the 4 ecotypes of *Solanum sessiliflorum* Dunal present the bigger fruit's yield, at locality of Zungarococha. It's used the Randomized complete-block design, with 4 treatments (04 ecotypes of cocona) and 4 repetitions. The variables that were studied were: the yield of fruit (Tm/Ha), yield of fruit (g/plants), weight of fruit (g/fruit), number of fruits plant, length of fruit (cm/fruit), diameter of fruit (cm/fruit), height of plant (m/plants), diameter of stem (cm/plants). It's could observe that, for yield, the ecotypes of big fruit A and D they are them that the B and C generate bigger yield (16.32 and 13.11 tm/ha respectively) as compared with the ecotypes of small fruits (8.54 and 6.64 tm/ha respectively), and that besides they show highly significant differences, very to sorrow that these last they produce great quantity of fruits (27.71 and 28.04 fruits for C and B respectively) contrasting with ecotypes of big fruit (11.68 and 9.21 fruits stops to A and D respectively), having also highly significant differences. According to results, it's concluded, than for the yield in unit for surface the ecotypes that were more efficacious to produce bigger weights in minor number of fruits then and within the same conditions agroecological were the ecotypes A and D.

**Keywords:** fruit's yield; cocona; amazon fruit; commercial production

## INTRODUCCIÓN

La cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal), es un cultivo que se encuentra dentro de las especies en condición de estado semisilvestre en la Amazonía peruana, con un acervo genético de incalculable valor, y con un amplio campo para su mejoramiento genético (Carbajal y Balcázar, 2004). Este cultivo presenta una gran variedad de ecotipos; los cuales no han tenido un estudio específico en cuanto a caracterización, fenología, rendimiento, calidad de fruto etc. datos muy importantes que nos servirían de base para seleccionar los mejores ecotipos tendientes a su tecnificación (Carbajal y Balcázar, 2004).

Los principales problemas en la producción de este cultivo se reducen a la falta de una tecnología de cultivo apropiada y conocida por los agricultores, lo cual hace que los productores lo siembren en pequeñas áreas debido a que las instituciones dedicadas a la investigación tampoco han desarrollado un paquete tecnológico para ser transmitido a los productores. A pesar que la Loreto es una de las regiones con producción de cocona en el país, su promedio de rendimiento por fruto y unidad de superficie aun es baja, debido entre otros factores a un manejo agronómico inadecuado así como a la falta de conocimiento acerca de que ecotipos producen los mayores rendimientos. Desde el punto de vista de producción, conocer un ecotipo con buen rendimiento por unidad de superficie será de mucha utilidad porque nos permitirá obtener un ecotipo ideal para poder iniciar un proyecto comercial.

De acuerdo a lo mencionado anteriormente, en el presente trabajo de investigación se planteó el siguiente objetivo: determinar cuál o cuáles de los cuatro ecotipos estudiados de *Solanum sessiliflorum* Dunal presentan los mayores rendimientos de frutos, en condiciones de clima y suelo de la localidad de Zungarococha, en el año 2013.

## MATERIALES Y METODOS

### Lugar experimental

La investigación se llevó a cabo en el campo experimental del fundo Zungarococha de propiedad de la facultad de agronomía de la UNAP, al sur de la ciudad de Iquitos (Lat. 03° 50' 02.1" S. Long. 73° 22' 13.8" O. Alt. 122,4

m.s.n.m). El campo experimental se encuentra considerado como bosque tropical húmedo. Presentando una temperatura promedio máximo anual de 31,6 °C. Presentando también una precipitación fluvial total de 3 161,6 mm y una precipitación media de 263,46 mm. El suelo es considerado ultisol, con una textura franco arenosa, lo cual indica que el suelo es muy suelto, permeable, oxidable y muy lixiviable, debido a su alta concentración de arena de 60 %, un pH ácido de 4,92 Moles de H<sup>+</sup>/Lt de solución. La concentración de materia orgánica es de 1,79 %. En relación al fósforo disponible, presenta una concentración de 14,1 ppm. El potasio disponible es de 41 ppm. La Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC), es de 11,52 meq/100g de suelo. La concentración del elemento calcio es de 4,53 meq/100 g de suelo. En relación al magnesio, su concentración es de 0,90 meq/100 g de suelo. La concentración de potasio en la superficie adsorbente de los coloides del suelo es de 0,72 meq/100 g de suelo.

### Diseño experimental

En el trabajo experimental se utilizó el Diseño de Bloque Completo al Azar, con 4 tratamientos y 4 repeticiones. Los tratamientos fueron 4 ecotipos distintos de cocona. Ecotipo A: forma cilíndrico-cónica; tamaño grande, de 8,30 cm de largo y 6,20 cm de diámetro; espesor de pulpa 1,4 cm; con 4 lóculos; de color anaranjado. Ecotipo B: forma globular; tamaño chico, de 3,60 cm de largo y 3,80 cm de diámetro; espesor de pulpa 4 mm; con 4 lóculos; de color amarillo. Ecotipo C: forma ovalado; tamaño chico, de 3,30 cm de largo y 3,60 cm de diámetro; espesor de pulpa 2 mm; con 4 lóculos; de color rojo. Ecotipo D: forma atomatado; tamaño grande, de 6,00 cm de largo y 7,10 cm de diámetro; espesor de pulpa 1 cm; con 4 lóculos; de color anaranjado. Todos los ecotipos fueron colectados de los alrededores de la ciudad de Iquitos. Cada unidad experimental tuvo un área de 20 m<sup>2</sup> y dentro de ésta, la parcela útil fue de 6 m<sup>2</sup> con 6 plantas evaluadas. El área total fue de 400 m<sup>2</sup>.

### Manejo Agronómico

Las semillas elegidas para el experimento fueron obtenidas de frutos con buenas características. Luego se les desinfectó con Homal en una dosis de 0,5 mL /100 g de semilla. El sustrato para el almácigo se preparó

mezclando suelo negro, arena y gallinaza en una proporción 3:1:1, completando el peso de ½ Kg de sustrato en cada bolsa. Se desinfectó posteriormente con fungicida Cupravit a razón de 5 g por m<sup>2</sup> de suelo. El vivero se ubicó muy cerca de la parcela experimental, al que se le instaló un tinglado con material de la zona. El 21 de abril del año 2013 se inició la siembra en los almácigos. Para el 27 de abril se culminó la limpieza del campo experimental y posteriormente se hizo un abonamiento de fondo con 450 kg de gallinaza de postura para el 28 de mayo se preparó el suelo de forma mecanizada con tractor, realizando una pasada de arado de disco profundo; para facilitar la penetración de raíces, seguidamente se pasó el arado de rastra en cruce para que el suelo quede bien mullido, lo cual favoreció las labores de trasplante y prendimiento de las plantas. Se pasó el rastrillo manual, con la finalidad de nivelar y desterronar el suelo, a fin de obtener un suelo sin presencia de pozas que acumulen agua de lluvia. Trasplante al terreno definitivo se realizó el 16 de junio, o sea, a los 2 meses, cuando las plantas tuvieron una altura de 25 cm, un número de 4 hojas y 1 cm de diámetro de tallo. Para lo cual se realizó una selección del material a ser trasplantado a fin de obtener material uniforme; Como también para eliminar plantas débiles que fueron afectadas por plagas y enfermedades. Antes de depositar la planta en el hoyo se mezcló la tierra sacada del hoyo con 1 Kg de gallinaza de postura. También se le aplicó 200 g de ceniza a cada hoyo. Debido a la presencia de plagas como: diabroticas, grillos, hormigas y chinches; y a la susceptibilidad de las solanáceas como el *S. sessiliflorum* a enfermedades como la antracnosis y alternaria; se procedió a usar químicos que ayuden al combate como el insecticida (Tamaron 600 g de I.A./L y el fungicida Cupravit 500 g de I.A./kg). La cosecha se realizó al inicio de la madurez de cosecha de los frutos y por ecotipo. Se hizo de manera progresiva tomando los datos respectivos para los análisis estadísticos de cada planta seleccionada para la evaluación. Los frutos iniciaron su maduración aproximadamente a los 107 días de haber efectuado el trasplante al campo definitivo. La cosecha se realizó por espacio de 10 semanas, iniciándose el 29 de septiembre y culminando el 8 de diciembre. Realizándose en ese lapso de tiempo un total de 23 cosechas.

## **Evaluaciones:**

### *Rendimiento de fruto (tm, kg, g)*

A través de un total de 23 cosechas realizadas (16 cosechas para los ecotipos 1 y 3, 15 cosechas para los ecotipos 2 y 4), durante 10 semanas, que inició el 29 de septiembre y culminaron el 8 de diciembre, se procedió a pesar todos los frutos cosechados por planta, la mismas que fueron expresadas en kilogramos. La cosecha se determinó como finalizada luego de cortarse la producción normal constante de los frutos; para esto se observó el intervalo de tiempo que existía entre los frutos que habían entrado al inicio de maduración con los demás frutos que recién habían sido fecundados o que aún no habían sido fecundados, dando un intervalo de tiempo bastante amplio como mayor al de dos semanas. Luego de obtener los pesos de cada fruto evaluado en cada planta y de cada tratamiento, se prosiguió a determinar: a) peso de fruto (g/fruto), b) rendimiento total/parcela (Kg/6m<sup>2</sup>); también se determinó, c) rendimiento de frutos (Tm/Ha), d) Rendimiento de fruto (g/planta).

### *Número total de frutos*

Se realizó contando el número de frutos que fueron cosechados a lo largo de las 10 semanas que duro la cosecha (del 29 de septiembre al 8 de diciembre). Los frutos están expresados en el total de frutos cosechados en cada tratamiento.

### *Largo y Diámetro de fruto (cm)*

A cada fruto se le tomó la medida del largo, la cual se realizó midiendo con una regla la distancia que posee el fruto de polo a polo y se calculó el promedio. De la misma manera, se hizo la medida del diámetro, la cual se realizó midiendo con una regla la distancia diametral que posee el fruto.

### *Altura de la planta y Diámetro del tallo (cm)*

Se tomó esta medida el día 22 de agosto a solo 12 días del inicio de la floración que comenzó el 10 de agosto. La altura de la planta se determinó a partir del cuello de la planta hasta el ápice de la planta, para lo cual se utilizó una regla graduada de 2.5 metros y se calculó el promedio. De la misma manera se hizo la medida del diámetro del tallo, midiéndose primero, sobre la base de la planta, la circunferencia del tallo con ayuda de una cinta

métrica. La circunferencia del tallo está relacionada al doble valor de pi multiplicado por el radio o a la mitad del diámetro. De esta relación matemática obtenemos por despeje la medida del diámetro.

### Análisis estadístico

Para los análisis estadísticos univariados y multivariado se utilizó el Software Infostat versión libre. Con los datos originales se procedió a realizar, primero, el análisis descriptivo de los 4 ecotipos. Por otro lado, A fin de determinar significancia o alta significancia estadística entre los ecotipos de cocona estudiados en todas las variables, se procedió a realizar el "análisis de variancia de Fisher" (ANVA), pero previamente se realizó la "prueba de hipótesis de Normalidad de Shapiro-Wilks modificado" para los datos de todas las variables estudiadas utilizando las discrepancias entre los valores observados y los esperados y que de acuerdo a los resultados de la prueba todas las variables cumplían con dicho requisito otorgando por lo tanto validez a los análisis de variancia respectivo. Así mismo, se realizó la "prueba de Tuckey" para conocer en qué ecotipos se hallan diferencias estadísticas significativas y, además de eso se realizó la "prueba de contrastes ortogonales" para conocer de manera específica los efectos de los tratamientos puestos en grupos de contraste. Finalmente, se realizó el análisis

multivariado; tomando en consideración que las nueve variables estudiadas son cuantitativas se procedió a su transformación en un conjunto de variables independientes no correlacionadas llamadas Componentes Principales a fin de obtener información en diferentes proporciones correspondientes a las variables originales. Esta transformación sirvió para conocer las relaciones existentes entre las variables cuantitativas, las semejanzas entre los cuatro ecotipos, así como las relaciones entre las variables cuantitativas con los ecotipos de cocona estudiados mediante un gráfico bidimensional o Biplot, En el que se presenta los datos correspondientes a los ejes o componentes principales, los auto valores y su proporción de variancia acumulada en relación a la variabilidad total así como los auto vectores respectivos.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estadística descriptiva:

En las tablas 1, 2, 3 y 4 se presentan los resultados del análisis estadístico descriptivo de todas las variables agronómicas de los cuatro ecotipos (A, B, C y D) de cocona (*S. sessiliflorum*).

En las figuras 1, 2, 3 y 4 se muestran las imágenes externa e interna de los cuatro ecotipos de cocona.

**Tabla 1.** Análisis estadístico descriptivo del ecotipo A de cocona

Ecotipo	Variable	n	Media	D.E.	C.V.	Min	Max
A	Altura de planta	4	0,79	0,16	20,36	0,67	1,03
A	Diámetro de tallo	4	2,75	0,46	16,58	2,32	3,37
A	Largo de fruto	4	8,33	0,18	2,16	8,07	8,47
A	Diámetro de fruto	4	6,29	0,16	2,62	6,11	6,51
A	Número de frutos por planta	4	11,68	3,37	28,86	9,00	16,33
A	Peso total de frutos por planta	4	1813,33	587,88	32,42	1406,20	2673,93
A	Peso promedio de un fruto	4	154,68	10,71	6,92	142,00	163,71
A	Rendimiento de fruto en Tm/Ha	4	16,32	7,58	46,50	9,79	26,74

#### Característica externa. Ecotipo A

Color: Anaranjado  
Largo: 8.30 cm  
Diámetro: 6.20 cm  
Forma: Cilíndrico-cónico  
Superficie: Lisa



#### Característica interna. Ecotipo A

Color de pulpa: Amarillo pálido  
Espesor de pulpa: 1.4 cm  
Número de lóculos: 4  
Consistencia de la pulpa: compacta

**Figura 1.** Ecotipo A (muestra) de cocona. Imagen externa e interna

**Tabla 2.** Análisis estadístico descriptivo ecotipo B

Ecotipo	Variable	N	Media	D.E.	C.V.	Min	Max
B	Altura de planta	4	1,15	0,15	13,13	0,98	1,34
B	Diámetro de tallo	4	3,29	0,40	12,28	2,86	3,77
B	Largo de fruto	4	3,75	0,22	5,97	3,61	4,08
B	Diámetro de fruto	4	3,97	0,22	5,54	3,80	4,28
B	Número de frutos por planta	4	27,71	1,75	6,32	26,17	30,17
B	Peso total de frutos por planta	4	854,45	175,5	20,54	701,50	1106,30
B	Peso promedio de un fruto	4	30,85	6,19	20,06	26,81	39,99
B	Rendimiento de fruto en Tm/Ha	4	8,54	1,86	20,54	7,01	11,06

**Característica externa. Ecotipo B**

Color: Amarillo  
 Largo: 3.60  
 Diámetro: 3.80  
 Forma: Globular  
 Superficie: Lisa

**Característica interna. Ecotipo B**

Color de pulpa: Amarillo pálido  
 Espesor de pulpa: 4 mm  
 Número de lóculos: 4  
 Consistencia de la pulpa: compacta

**Figura 2.** Ecotipo B (muestra) de cocona. Imagen externa e interna.**Tabla 3.** Análisis estadístico descriptivo ecotipo C

Ecotipo	Variable	n	Media	D.E.	C.V.	Min	Max
C	Altura de planta	4	1,08	0,10	8,98	0,94	1,15
C	Diámetro de tallo	4	2,84	0,43	15,16	2,45	3,44
C	Largo de fruto	4	3,36	0,13	3,80	3,26	3,54
C	Diámetro de fruto	4	3,71	0,18	4,91	3,57	3,98
C	Número de frutos por planta	4	28,04	3,66	13,04	23,00	31,33
C	Peso total de frutos por planta	4	691,67	68,61	9,92	601,27	753,00
C	Peso promedio de un fruto	4	24,90	3,27	13,14	21,60	29,41
C	Rendimiento de fruto en Tm/Ha	4	6,64	0,95	14,34	5,64	7,53

**Característica externa. Ecotipo C**

Color: Rojo  
 Largo: 3.30  
 Diámetro: 3.60  
 Forma: Ovalado  
 Superficie: Lisa

**Característica interna. Ecotipo C**

Color de pulpa: Amarillo  
 Espesor de pulpa: 2 mm  
 Número de lóculos: 4  
 Consistencia de la pulpa: compacta

**Figura 3.** Ecotipo C (muestra) de cocona. Imagen externa e Interna.

**Tabla 4.** Análisis estadístico descriptivo ecotipo D

Ecotipo	Variable	n	Media	D.E.	C.V.	Min	Max
D	Altura de planta	4	0,97	0,14	14,91	0,84	1,17
D	Diámetro de tallo	4	2,98	0,47	15,83	2,47	3,42
D	Largo de fruto	4	5,98	0,12	2,03	5,81	6,10
D	Diámetro de fruto	4	7,18	0,22	3,00	6,95	7,42
D	Número de frutos por planta	4	9,21	2,94	31,91	5,00	11,83
D	Peso total de frutos por planta	4	1311,12	458,05	34,94	640,33	1672,50
D	Peso promedio de un fruto	4	140,68	9,57	6,81	128,07	151,35
D	Rendimiento de fruto en Tm/Ha	4	13,11	4,58	34,92	6,40	16,73

**Característica externa. Ecotipo D**

Color: Marrón

Largo: 6.0

Diámetro: 7.1

Forma: Atomatado

Superficie: Lisa

**Característica interna. Ecotipo D**

Color de pulpa: Amarillo

Espesor de pulpa: 1 cm

Número de lóculos: 4

Consistencia de la pulpa: compacta

**Figura 4.** Ecotipo D (muestra) de cocona. Imagen externa e interna.

De acuerdo a las tablas 1, 2, 3 y 4 del análisis descriptivo de los cuatro ecotipos de cocona, se puede observar inicialmente el grado de variabilidad fenotípica existente en todas las características estudiadas sea entre ecotipos a nivel de medias aritméticas, desviaciones estándar o dentro de cada ecotipo entre valores mínimos y máximos por cada variable descrita, lo cual nos estaría indicando de manera preliminar el nivel de variabilidad genética existente dentro y entre los ecotipos estudiados, constituyéndose en información importante y necesaria para futuros trabajos de mejoramiento genético en este cultivo.

Puntualmente podemos observar por ejemplo, que para rendimiento de fruto en Tm/ha, peso total de frutos por planta, peso promedio de un fruto, peso total de frutos por parcela, diámetro de frutos, y largo de fruto, los promedios así como los valores mínimos y máximos fueron mayores en los ecotipos A y D en comparación con los ecotipos B y C. Sin embargo, para número de frutos por planta, la media y los valores máximos y mínimos fueron mayores en los ecotipos B y C en comparación con los ecotipos A y D. Esto corrobora con lo mencionado por Carbajal y Balcázar, (1996) en el sentido de que la cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal), presenta una gran

diversidad y variabilidad genética en aspectos fenotípicos como número de locus en los frutos, pulpa de cocona, tamaño, forma, producción, número de frutos, etc.; esta variabilidad es debido a su forma de polinización el cual tiene una estructura genética heterogénea heterocigoto, característica de las poblaciones alógamas. Así mismo mencionan, que esta diversidad genética permite contar con material muy variable para establecer Programas de Mejoramiento Genético y para el logro de ideotipos de acuerdo a los requerimientos agronómicos y de las necesidades de la agroindustria. Igualmente Silva Filho *et al.* (1999), manifiesta que posiblemente su variabilidad morfológica se deba al proceso de selección indígena. De la misma manera, Pahlen (1977) y Silva Filho *et al.* (1989), indican que la cocona es muy variable en cuanto a tamaño, forma, peso, contenido químico, etc.

**Análisis de variancia**

En la tabla 5 y 6, de los cuadrados medios del análisis de variancia de la variables estudiadas, se observa de acuerdo a la prueba de P-valor, diferencias altamente significativas entre los ecotipos estudiados, para altura de planta, largo de fruto, diámetro de fruto, número de



fruto, peso de fruto por planta, peso de un fruto, diferencias significativas para rendimiento de fruto en T/ha, en cambio para diámetro de tallo, se encontró efectos estadísticamente iguales.

### Prueba de Tuckey

A fin de determinar cuál o cuáles son los ecotipos que muestran efectos estadísticos significativos o altamente significativos en el conjunto de variables estudiadas, se procedió a realizar la prueba de comparación múltiple de Tuckey.

En las tablas 7 y 8 se presenta en resumen el orden de mérito, promedios y los resultados de la prueba de comparación múltiple de Tuckey para las ocho variables cuantitativas estudiadas, donde se puede observar que el ecotipo A ocupa el primer lugar en orden de mérito en la variables largo de fruto, peso de frutos por planta, peso de un fruto, y rendimiento en Tn/ha mostrado superioridad estadística a los ecotipos B y C en largo de fruto, peso de fruto por planta y peso de un fruto, mas no en rendimiento en Tm/Ha con respecto al ecotipo B, en cambio con el ecotipo D no es superior estadísticamente, a excepción de largo de fruto. Para altura de planta y diámetro de tallo destaca en primer lugar el ecotipo B siendo solo superior estadísticamente al ecotipo A en caso de altura de planta y a ninguno de los ecotipos restantes en diámetro de tallo. Para diámetro de fruto ocupó el primer lugar el ecotipo D siendo superior estadísticamente significativa a los ecotipos A, B y C. En cambio para número de frutos el

ecotipo C ocupó el primer lugar siendo superior estadísticamente a los ecotipos A y D mas no el ecotipo B. Estos resultados encontrados a nivel de análisis de variancia y de la respectiva prueba de significancia de tuckey, en condiciones de clima y suelo de zungarococha – Iquitos, nos están indicando efectos genotípicos diferentes, por parte de los cuatro ecotipos de cocona, sobre las variables estudiadas, las cuales es debido a composiciones genéticas distintas, a pesar de tener las mismas estructuras genéticas debido a su forma de polinización cruzada Al respecto, Calzada (1980), sostiene que en los alrededores de Iquitos, es fácil de reconocer hasta 11 ecotipos de cocona, las cuales, algunas fueron estudiadas en la Universidad Nacional Agraria – La Molina. En cuanto a comparativos de rendimiento, Carbajal y Balcázar (2004) presentan registros de producción de siete variedades de cocona en Iquitos, en la cual mencionan que obtuvieron 62 700 a 187 850 frutos por hectárea, en condiciones de monocultivo, que totalizan rendimientos de 6 a 16,7 Tm/Ha. Así mismo, Ramírez (1996) evaluó ocho ecotipos de cocona en condiciones de clima y suelo de Iquitos, encontrando que el ecotipo 3 de fruto amarillo oscuro, ovoide, de largo 5,5 cm y diámetro 5,5 cm, resultó con la mayor producción de fruto con 3,13 Tm/Ha, en cambio el ecotipo 2 de fruto amarillo, ovoide, 5,5 cm de largo, 4,6 cm de diámetro resultó con la mayor cantidad de frutos por planta, 7 frutos en total.

**Tabla 5.** Cuadrados medios del análisis de variancia de las variables estudiadas en cuatro ecotipos de cocona (*S. sessiliflorum*)

F.V.	G.L.	Cuadrados Medios			
		Altura de planta	Diámetro de tallo	Largo de fruto	Diámetro de fruto
Modelo	6	0,08	0,38	10,56	5,94
Repetición	3	0,05*	0,54*	0,06	0,12**
Ecotipos	3	0,10**	0,22	21,05**	1,75**
Error	9	0,01	0,08	0,02	0,01
Total	15				
C.V.		9,18 %	9,46%	2,24%	1,91%

(\*\*,\*) P-valor

**Tabla 6.** Cuadrados medios del análisis de variancia de las variables estudiadas en cuatro ecotipos de cocona (*S. sessiliflorum*)

F.V.	G.L.	CUADRADOS MEDIOS			
		Número de frutos	Peso de fruto por planta	Peso de un fruto	Rendimiento de fruto en Tm/Ha
Modelo	6	3,01	637456,57	9708,73	504,77
Repetición	3	0,16	258736,01	125,18	316,77
Ecotipos	3	5,86**	1016177,12**	19292,28**	692,77*
Error	9	0,17	110722,13	43,40	142,00
Total	15				
C.V.		9,64%	28,5%	7,51%	35,62%

(\*\*,\*) P-valor

**Tabla 7.** Resumen de la prueba de Tuckey para las variables estudiadas en cuatro ecotipos de cocona (*S. sessiliflorum*)

Altura de planta			Diámetro de tallo			Largo de fruto			Diámetro de fruto		
Ecot.	$\bar{X}$	sig.	Ecot.	$\bar{X}$	sig.	Ecot.	$\bar{X}$	sig.	Ecot.	$\bar{X}$	sig.
B	1,15	a	A	8,33	a	B	3,29	a	D	7,18	a
C	1,08	a	D	5,98	b	D	2,98	a	A	6,29	b
D	0,97	a b	B	3,75	c	C	2,84	a	B	3,97	c
A	0,79	b	C	3,36	d	A	2,75	a	C	3,71	d

**Tabla 8.** Resumen de la prueba de Tuckey para las variables estudiadas en cuatro ecotipos de cocona (*S. sessiliflorum*)

Número de frutos			Peso de frutos por planta			Peso de un fruto			Rendimiento Tm/Ha		
Ecot.	$\bar{X}$	sig.	Ecot.	$\bar{X}$	sig.	Ecot.	$\bar{X}$	sig.	Ecot.	$\bar{X}$	sig.
C	28,04	a	A	1813,3	a	A	154,68	a	A	16,32	a
B	27,71	a	D	1311,1	a b	D	140,68	a	D	13,11	a b
A	11,68	b	B	854,5	b	B	30,85	b	B	8,54	a b
D	9,21	b	C	691,7	b	C	24,90	b	C	6,69	b

**Prueba de Contrastes Ortogonales:**

Con la finalidad de detectar si existen diferencias estadísticas significativas entre los ecotipos de cocona de acuerdo al tamaño de fruto donde los ecotipos A y D son de fruto grande versus los ecotipos B y C de fruto chico, se procedió a realizar la prueba de contrastes ortogonales en todas las variables estudiadas para el cual se descompuso la suma de cuadrados de tratamientos o ecotipos en tres grupos de comparación: entre ecotipos de frutos grandes versus ecotipos de frutos chicos (AD vs BC), entre ecotipos de frutos grandes (A vs D) y entre ecotipos de frutos chicos (B y C) cuyos resultados se presentan en las tablas 9 y 10.

En dichas tablas, se puede observar de acuerdo a los resultados de la prueba de P-valor, que

para el primer grupo de comparación (AD vs BC) existen diferencias altamente significativas para altura de planta, largo y diámetro de fruto. Número de frutos, peso de fruto por planta, peso de un fruto, peso de frutos por parcela y rendimiento de fruto en tm/ha, siendo superiores en promedio los ecotipos de fruto grande A y D mas no para diámetro de tallo. Para el segundo grupo de comparación (A vs D) se encontraron diferencias altamente significativas en largo y diámetro de fruto siendo superior el ecotipo A para largo de fruto y el ecotipo D para diámetro de fruto y diferencias significativas en altura de planta y peso de un fruto, siendo superior el ecotipo B en altura de planta y el ecotipo A en peso de un fruto. Para el tercer grupo de comparación (B y C) solo se encontraron diferencias altamente



significativas para las variables largo y diámetro de fruto siendo superior para ambas variables el ecotipo B. Es importante observar que, para rendimiento de fruto por unidad de superficie, los ecotipos de fruto grande A y D son los que generan mayor rendimiento (16.32 y 13.11 tm/ha respectivamente) en comparación con los ecotipos de frutos chicos B y C (8,54 y 6,64 tm/ha respectivamente) a pesar de que estos últimos producen gran cantidad de frutos (28,04 y 27,71 frutos por planta) contrastando con ecotipos de fruto grande A y D (11,68 y 9,21 frutos por planta). Todo lo antes mencionado concuerda con lo descrito por el Ministerio de Agricultura que indica que el número de frutos de los ecotipos está relacionado inversamente con el tamaño y peso de los mismos (MINAG, 2007). Asimismo se observa también que el mayor rendimiento de frutos está asociado a ecotipos de frutos grande al estar relacionado directamente con las dimensiones largo y diámetro de los frutos, ya que los ecotipos que tienen los mayores largos y diámetros (ecotipos A y D) son precisamente aquellos que poseen los rendimientos más altos, así como también, el peso de frutos por parcela, el peso de frutos por planta y el peso promedio de un fruto también están relacionados a los ecotipos de frutos grandes. Todo lo antes mencionado concuerda con lo descrito por Silva Filho (1998), quien expresó que las poblaciones con frutos de mayor tamaño están más avanzadas en el proceso de domesticación. Igualmente Kerr y Clement (1980) demostraron que los indios del Amazonas Occidental manejaron la selección de frutos grandes durante el proceso de domesticación.

### **Análisis multivariado de componentes principales:**

De acuerdo a la tabla 11 se puede observar en relación a los auto valores, que de los nueve componentes principales, los componentes 1 y 2 son los que concentran de manera significativa la mayor variabilidad en el conjunto o total observado con 0,86 y 0,10 respectivamente y que en el acumulado representa el 0,96 o el 96% de la variabilidad o varianza total. Analizando a nivel de auto vectores se puede observar la contribución de cada una de las variables cuantitativas dentro de los componentes principales 1 y 2, que en el caso del componente 1, a excepción del

diámetro de tallo, la contribución es casi en igual proporción entre todas las variables cuantitativas, variando solamente el sentido de la contribución, caracterizando en el mismo sentido las variables largo de fruto, diámetro de fruto, peso de frutos por planta, peso de un fruto, peso de fruto por parcela y rendimiento de fruto en toneladas por hectárea. En sentido contrario caracterizan altura de planta, diámetro de tallo y número de frutos por planta. Para el componente principal 2 la contribución a la caracterización no es proporcionado entre todas las variables cuantitativas, siendo diámetro de tallo la de mayor contribución, seguida de diámetro de fruto y altura de planta, caracterizando ambas en el mismo sentido, en cambio largo de fruto y número de frutos por planta caracterizan en sentido contrario.

En la figura 5 se puede observar en primera instancia que el porcentaje de variabilidad total explicado por el BIPLLOT correspondiente a los componentes principales 1 y 2 es más del mínimo exigido, lo que nos sirve para reafirmarnos en que el Análisis de Componentes Principales utilizado para este estudio es suficiente como para representar de manera confiable las relaciones entre los ecotipos de cocona y las variables cuantitativas estudiadas. Analizando los Componentes Principales 1 y 2, se puede observar casi de manera general que los cuatro ecotipos muestran inercias proporcionadas con respecto al punto cero, pero por su posición en el gráfico, los ecotipos de frutos chicos B y C se encuentran en el lado izquierdo y a la misma distancia, indicándonos similitudes en su variabilidad. Por su parte los ecotipos de frutos grandes A y D se encuentran en el lado derecho del gráfico siendo más distante con respecto al eje cero y más inerte el ecotipo A en relación al ecotipo D, pero por su posición ambos ecotipos son similares en su variabilidad. De igual manera, en general todas las variables cuantitativas estudiadas, muestran inercias proporcionadas, siendo similares en su variabilidad y por estar ocupando la misma posición dentro del gráfico las variables diámetro de fruto, rendimiento de fruto en toneladas por hectárea, peso de un fruto, peso de fruto por parcela, peso de frutos por planta, y largo de fruto y de la misma manera altura de planta, número de frutos por planta y diámetro de tallo siendo entre estos tres la de

mayor inercia el diámetro de tallo. Es importante señalar, según los ángulos que forman los vectores, las variables diámetro de fruto, peso de un fruto, peso de frutos por parcela, peso de frutos por planta, largo de fruto con el rendimiento de frutos en toneladas por hectárea muestran correlaciones positivas existiendo alta significancia entre el rendimiento en toneladas por hectárea con peso de un fruto y peso de frutos por parcela, siendo altos sus valores en los ecotipos de fruto grande A y D mas no en los ecotipos de fruto

chico B y C. Así mismo existen correlaciones inversas o negativas entre estas variables con altura de planta y número de frutos por planta siendo sus valores altos en los ecotipos de frutos chicos B y C mas no en los ecotipos de fruto grande A y D respectivamente. De las contribuciones y las relaciones encontradas entre variables y entre los cuatro ecotipos estudiados nos servirá de base en la construcción de Índices de selección para futuros trabajos de mejoramiento genético en este cultivo.

**Tabla 9.** Cuadrados medios de la prueba de contrastes ortogonales para todas las variables estudiados en 04 ecotipos de cocona (*S. sessiliflorum* Dunal)

ECOTIP.	G.L.	CUADRADOS MEDIOS			
		Altura de planta	Diámetro de tallo	Largo de fruto	Diámetro de fruto
AD vs BC	1	0,22**	0,16	51,80**	33,55**
A vs D	1	0,06*	0,11	11,05**	1,57**
B vs C	1	0,01	0,40	0,31**	0,13**
Total	3	0,10	0,22	21,05	11,75

(\*\*,\*) P-valor

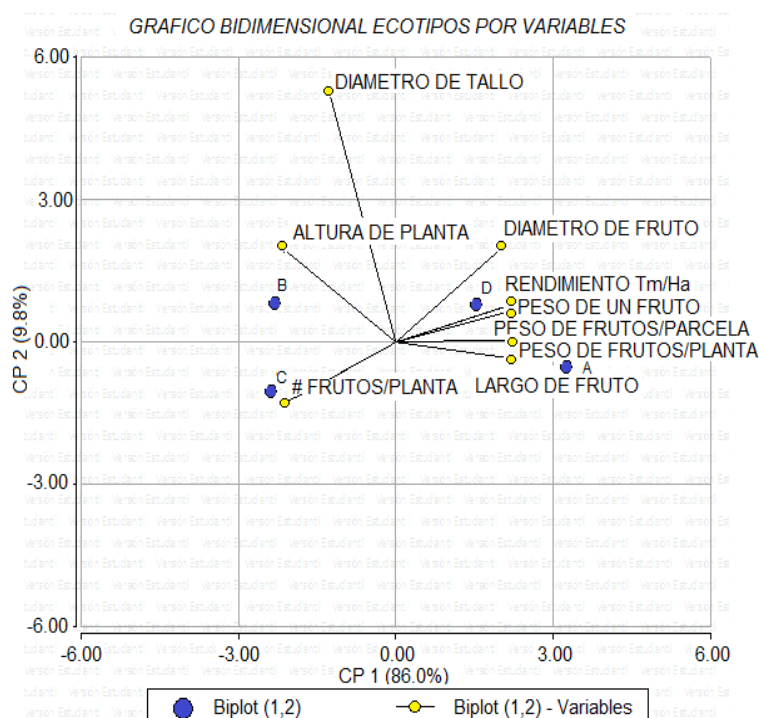
**Tabla 10.** Cuadrados medios de la prueba de contrastes ortogonales para todas las variables estudiados en 04 ecotipos de cocona (*S. sessiliflorum* Dunal).

F.V.	G.L.	CUADRADOS MEDIOS			
		Número de frutos	Peso de fruto por planta	Peso de un fruto	Rendimiento de fruto en Tm/Ha
AD vs BC	1	17,27**	2491101,9**	57414,15**	1825,04**
A vs D	1	0,31	504434,79	391,72*	187,11
B vs C	1	1,2 E-03	52994,6	70,98	65,55
Total	3	5,86	1016177,12	19292,28	692,77

(\*\*,\*) P-valor

**Tabla 11.** Multivariado de componentes principales

Autovalores		Proporción	Prop Acum	Autovectores		
Lambda	Valor			Variables	e1	e2
1	7,74	0,86	0,86	Altura de planta	-0,34	0,31
2	0,88	0,10	0,96	Diámetro de tallo	-0,20	0,85
3	0,38	0,04	1,00	Largo de fruto	0,35	-0,06
4	0,00	0,00	1,00	Diámetro de fruto	0,32	0,32
5	0,00	0,00	1,00	Número de frutos/planta	-0,34	-0,21
6	0,00	0,00	1,00	Peso de frutos/planta	0,35	0,01
7	0,00	0,00	1,00	Peso de un fruto	0,35	0,12
8	0,00	0,00	1,00	Peso de fruto/parcela	0,35	0,10
9	0,00	0,00	1,00	Rendimiento Tm/Ha	0,35	0,12



**Figura 5.** Gráfico bidimensional de 04 ecotipos y 09 variables cuantitativas de cocona (*S. sessiliflorum*).

## CONCLUSIONES

Tomando en cuenta la variabilidad genética observada en todas las variables estudiadas y en las condiciones de clima y suelo en las que se trabajó, los ecotipos de cocona A y D (fruto grande) son los que mostraron mayor rendimiento de frutos expresados en toneladas métricas por hectárea con respecto a los ecotipos B y C (fruto chico). Se observó que, de acuerdo a la descomposición ortogonal, a

pesar de tener menor número de frutos por planta, fueron superiores estadísticamente en largo, diámetro y peso de fruto; mostrando ambos grupos de ecotipos inercias proporcionadas y similares en su variabilidad en las características estudiadas. Constituyendo, estos resultados, en información relevante para futuros trabajos de mejoramiento genético en este cultivo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Calzada, B. J. (1980) *Frutales Nativos*, Universidad Nacional Agraria – La Molina. Lima – Perú. p. 146 – 147.
- Carbajal, C. y Balcázar, L. (2004) *Cultivo de Cocona*. Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana IIAP. Tingo María – Perú. pp. 54

- Carbajal, C. y Balcázar, L. (1996) *Determinación de algunos parámetros para la evaluación fenotípica de características de planta de cocona (Solanum topiro HBK) en Tropicultura*. Vol. VIII. Ed. UNAS. Tingo María. pp. 40.

- Kerr, W.E. y Clement, C.R. (1980) Prácticas agrícolas con consecuencias genéticas que posibilitaron a los indios del Amazonas una mejor adaptación a las condiciones regionales. *Acta Amazónica*, 10 (2), 251-261.

- Ministerio de Agricultura - MINAG, Perú. (2007) *Recursos naturales: recursos maderables* [en línea] Disponible en: [http://www.portalagrario.gob.pe/rnn\\_cocona.shtml](http://www.portalagrario.gob.pe/rnn_cocona.shtml) [Consultado 11 febrero 2014]

- Pahlen, A.V. (1977) Cubiu (*Solanum topiro* Humbl. & Bonpl.) una fruteira da amazonia. *Acta Amazónica*, 7 (3), 301-307.

- Ramírez, M. (1996) *Comparativo de rendimiento de frutos de ocho Biotipos de cocona (Solanum sessiliflorum dun)*. Tesis para optar el título de Ingeniero agrónomo. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Iquitos, Perú.

- Silva Filho, D.F., Clement, C.R. y Noda, H. (1989) Variación fenotípica en frutos de doce introducciones de cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal) evaluadas en Manaus, Amazonas, Brasil. *Acta Amazónica*, 19, 9-18.
- Silva Filho, D.F. (1998) *Cocona (Solanum sessiliflorum Dunal): cultivo y utilización*. Manaus: Tratado de Cooperación Amazónica, 1ra Ed. Venezuela. 100 pp.
- Silva Filho, D.F., Andrade, J.S., Clement, C.R., Machado, F.M. y Hishi, N. (1999) Correlações fenotípicas, genéticas e ambientais entre descritores morfológicos e químicos em frutos de cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal) da Amazônia. *Acta Amazónica*, 29 (4), 503-511.