



Scientia Agropecuaria

Sitio en internet: www.sci-agropecu.unitru.edu.pe

Facultad de Ciencias
Agropecuarias

Universidad Nacional de
Trujillo

Análisis de correlación y heredabilidad en el mejoramiento genético del camu-camu

Correlation and heritability Analysis in the genetic improvement of camu-camu

Mario Pinedo Panduro*

Investigador del Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana –IIAP, Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA e Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana; INPA: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazonia.

Recibido 12 enero 2012; aceptado 30 marzo 2012

Resumen

En Perú y Brasil se han efectuado entre los años 2002 y 2011, estudios de correlación y heredabilidad en la búsqueda de herramientas para el mejoramiento genético del camu-camu. Se pretende con este trabajo, sistematizar la información lograda que apunte a la consolidación de criterios para la selección de plantas superiores. Se estudiaron colecciones básicas, comparativos de clones y de progenies existentes en el INIA, IIAP e INPA. La longitud de peciolo (LP), presenta una heredabilidad media (en el sentido amplio) de $h^2g=0.42$ e índices de correlación de $r^2=0.37$ con rendimiento de fruta y $r^2=0.54$ con peso de fruta. El Número de Ramas Basales (NRB) también muestra niveles de heredabilidad media (en el sentido estricto): $h^2a=0.45$ y $h^2g=0.33$ en el sentido amplio. NRB a su vez correlaciona significativamente con rendimiento de fruta (RF) ($r^2=0.43$), peso de fruta (PF) ($r^2=0.38$) y con ácido ascórbico (AA) ($r^2=-0.30$). Los valores de pH y sólidos solubles (grados Brix) de la pulpa, presentaron una correlación alta con AA ($r^2=0.85$ y $r^2=0.94$, respectivamente). A la luz de la información de correlación y heredabilidad, subrayamos que los parámetros “número de ramas basales”, “longitud de peciolo” y “peso de frutos” además de presentar una correlación relativamente alta con “rendimiento de fruta” tienen también un nivel intermedio de heredabilidad, lo que las cataloga como herramientas de importancia para la selección de plantas superiores de camu-camu.

Palabras clave: *Myrciaria dubia*, selección genética, colecciones básicas, clon.

Abstract

In Peru and Brazil have been made between 2002 and 2011, correlation and heritability in search of tools for genetic improvement of camu-camu. We studied basic collections, comparative and progeny clones exist in the INIA, IIAP and INPA. The length of petiole (LP), has a half heritability (in the broad sense) of $h^2g = 0.42$ and correlation coefficients of $r^2 = 0.37$ with fruit yield and $r^2 = 0.54$ with fruit weight. Basal branch number (NRB) also shows levels of heritability average (in the strict sense): $h^2a = 0.45$ and $h^2g = 0.33$ in the broad sense. NRB in turn significantly correlated with fruit yield (RF) ($r^2 = 0.43$), fruit weight (FW) ($r^2 = 0.38$) and ascorbic acid (AA) ($r^2 = -0.30$). The values of pH and soluble solids (degrees Brix) of the pulp showed a high correlation with AA ($r^2 = 0.85$ and $r^2 = 0.94$ respectively). In light of the information correlation and heritability, we emphasize that the parameters "number of basal branches", "petiole length" and "fruit weight" and present a relatively high correlation with "yield fruit" also have a level intermediate heritability, which qualify them as important tools for the selection of superior plants camu-camu.

Keywords: *Myrciaria dubia*, genetic selection, basic collections, clone.

1. Introducción

La evaluación de material genético acumula abundante información referente a la respuesta genética y ambiental

expresada en la planta. Para el caso del camu-camu, el trabajo de mejoramiento genético se viene desarrollando desde hace más de tres décadas en dos áreas amazónicas de dos Países: Perú y Brasil.

* Autor para correspondencia
Email: mpinedo@iiap.org.pe (M. Pinedo)

Entre otros muchos parámetros, en varios estudios se calcularon índices de correlación y heredabilidad. En 13 progenies procedentes de las zonas de Roraima, Rondonia y Amazonas (Brasil), Abtibol (2002) encontró correlación negativa entre los parámetros “precipitación pluvial” y “floración”. Asimismo, encontró correlación positiva entre los parámetros “vitamina C”, “pH” y “sólidos solubles”; entre “diámetro de fruto” y “longitud de frutos”; y entre “producción de frutos”, “peso de pulpa”, “peso de semilla” y “numero de frutos”. Sobre 12 progenies procedentes del rio Uatuma (Brasil), se encontró correlación positiva entre los parámetros diámetro y largo de hoja, rendimiento de fruta y producción de pulpa, rendimiento de fruta y peso de semillas, peso de pulpa y peso de semilla, peso de pulpa y cantidad de frutos, peso de semilla y cantidad de frutos, pH y numero de semillas por fruto. Se encontró correlación negativa entre contenido de vitamina C y numero de semillas por fruto Malveira (2002). En el INIA e IIAP en Perú, se efectuaron varios estudios de heredabilidad sobre dos grupos de clones y uno de progenies. Resultaron destacables los niveles de heredabilidad del numero de ramas basales (Pinedo, 2009) y longitud de peciolo (Pinedo, 2010).

En el presente documento, se sistematizan los resultados de los ensayos tanto de correlación como de heredabilidad, a fin de poder clarificar conclusiones que orienten el proceso de selección y mejoramiento del camu-camu.

2. Materiales y métodos

Los estudios se efectuaron en parcelas de evaluación de germoplasma de tres instituciones gubernamentales: Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana (IIAP) e Instituto Nacional de Pesquisas da Amazonia (INPA).

Las colecciones básicas o pruebas genéticas están instaladas tanto en áreas de tierra firme como en áreas inundables. En las colecciones básicas, la distribución en la parcela de las plantas no se ajustó a un modelo estadístico y fueron instaladas tanto en hileras como al azar, y con número variable (10 a 20) de plantas por familia. Las pruebas genéticas en estudio son comparativos de progenies y de clones con 1 a 9 plantas por unidad experimental, arreglados en diseño de Bloque Completo Aleatorizado con 3 a 4 repeticiones. Los principales parámetros evaluados son: Altura de planta, diámetro de copa, numero de ramas basales, diámetro basal de tallo, longitud de hoja, longitud de peciolo, rendimiento de fruta, numero de flores, numero de frutos cosechados, numero de semillas, peso de fruto, grados brix, pH y contenido de ácido ascórbico.

Los análisis de correlación fueron aplicados mediante el Programa SPSS-15 y los índices de heredabilidad fueron calculados aplicando el Programa SELEGEN – REML / BLUP (Sistema Estadístico e Seleção Genética Computadorizada) (De Vilela, 2007). Para el caso de clones con una planta por parcela se aplicó el modelo N° 30 ($y=Xr+Za+Zd+e$) donde “y” es el vector de los datos, “r” es el vector de los efectos de repetición (asumidos como fijos) sumados a la media general, “a” es el vector de los efectos genéticos aditivos (asumidos como aleatorios), “d” es el vector de los efectos genéticos de dominancia (asumidos como aleatorios) y “e” es el vector de errores o residuos (aleatorios). Las letras mayúsculas representan las matrices de incidencia para los referidos efectos. Para el análisis de clones con varias plantas por parcela se aplicó el modelo N° 47 ($y=Xr+Za+Zd+Wp+e$), donde “p” es el vector de los efectos de parcelas (asumidos como aleatorios). Para el caso de progenies se aplicó el modelo N° 93 ($y=Xr+Za+Wp+e$).

3. Resultados y discusión

En la Tabla 1 se presentan los resultados obtenidos en análisis de correlación de parámetros vegetativos, reproductivos y químicos con tres parámetros importantes por su valor comercial: rendimiento de fruta, peso de fruto y contenido de ácido ascórbico. Entre los parámetros de órganos vegetativos correlacionados (con signo positivo) con el “rendimiento de fruta”, destacan: “altura de planta”, “diámetro de copa”, “numero de ramas basales”, “diámetro basal promedio”, “diámetro basal total” y “longitud de peciolo” Pinedo (2007); Oliva (2002); Pinedo, (2010). Entre los parámetros destacables de órganos reproductivos por su correlación positiva con el rendimiento de fruta se consideran principales los siguientes: “Numero promedio de semillas” ($r^2=0.352$; Pinedo, 2011), “Peso promedio de fruto” ($r^2=0.472$; Pinedo, 2011). Sin embargo, para el caso de esta última variable han informado de valores negativos de correlación ($r^2=-0.294$; Pinedo, 2007; $r^2= -0.334$; Malveira, 2002). Estos resultados contradictorios podrían explicarse porque el material genético evaluado procede de poblaciones geográficamente distantes.

Es importante recalcar que no existe un valor de heredabilidad único para un determinado carácter de una determinada especie, ya que este varía a menudo entre poblaciones y entre ambientes.

Resulta también interesante el hallazgo de correlación positiva media entre “rendimiento de fruta” y “contenido de ácido ascórbico” ($r^2=0.259$; Pinedo, 2011). Así como la correlación del “rendimiento de fruta” con “peso promedio de fruto”. En estos casos tendríamos ligados parámetros de alto interés comercial como son “rendimiento de fruta”, “contenido de ácido ascórbico” y “peso promedio de fruto”.

Los parámetros de “diámetro basal total”, “ancho de hoja” y “longitud de peciolo”, guardan un nivel medio de correlación con el “contenido de ácido ascórbico”, con

valores de $r^2=0.207$, $r^2=0.464$ y $r^2=0.521$ respectivamente (Tabla 1) (Pinedo, 2011). En cuanto a órganos reproductivos, encontramos que el “número total de semillas” presenta una correlación tanto positiva ($r^2=0.377$; Abtibol, 2002) como negativa ($r^2=-0.640$; Malveira, 2002), evidenciando una vez más la contradicción de resultados del índice de correlación en material genético diferente.

El “contenido de ácido ascórbico” resulta correlacionado positivamente con “peso de frutos” ($r^2=0.259$; Pinedo, 2011) (Tabla 1). Respecto a los parámetros químicos, Abtibol (2002) encontró niveles muy altos de correlación de grados brix ($r^2=0.940$) y pH ($r^2=0.851$) con el nivel de ácido ascórbico.

En la Tabla 2 se presenta un resumen de análisis de heredabilidad efectuados entre los años 2006-2011 sobre dos grupos de 5 y 37 clones y un grupo de 108 progenies propagadas por vía sexual. De modo que los índices de heredabilidad para el caso de los clones fueron calculados en el sentido amplio ($h^2g=H^2$) y para las progenies en el sentido estricto (o de varianza genética aditiva).

De Vilela (2002), propone una clasificación de las magnitudes de heredabilidad en sentido estricto (h^2a) de la siguiente manera: Baja= $0.01 \leq h^2a \leq 0.15$; Media o Moderada= $0.15 < h^2a < 0.50$ Alta= $h^2a > 0.50$. Según esta clasificación, los niveles de heredabilidad para todos los parámetros evaluados en este estudio no alcanzan un nivel alto.

Los parámetros con mayor nivel de heredabilidad son: “Numero de ramas basales” ($h^2a=0.450$) y “Longitud de peciolo” ($h^2g=0.425$), ambos clasificados de nivel Media o Moderada. Asimismo los parámetros de interés “Rendimiento de frutos” y “Peso de frutos”, presentan niveles de heredabilidad de clasificación Media o Moderada ($h^2g=0.264$ y $h^2g=0.287$, respectivamente; Pinedo, 2010).

Tabla 1Correlación (r^2) entre parámetros vegetativos, reproductivos y químicos del camu-camu.

PARÁMETROS	RENDIMIENTO DE FRUTA (g/pl)		PESO DE FRUTO (g)		ACIDO ASCÓRBICO (mg/100g)	
Parámetros de la planta y órganos vegetativos (tallo y hoja)						
Altura de Planta	0.142(*)	Pinedo (2007)	0.001	Pinedo (2007)		
	0.62(**)	Oliva (2002)				
Diámetro de copa	0.247(**)	Pinedo (2007)	0.031	Pinedo (2007)		
	0.73(**)	Oliva (2002)				
Numero de ramas basales	-0.035	Pinedo (2007)	0.063	Pinedo (2007)	-0.30	Pinedo (2010)
	0.430	Pinedo (2010)	0.385	Pinedo (2010)	-0.013	Pinedo (2010)
			-0.048	Pinedo (2010)		
Diámetro basal promedio	0.355	Pinedo (2010)	0.018	Pinedo (2010)	0.243	Pinedo (2010)
	0.63(**)	Oliva (2002)	0.171(*)	Pinedo (2010)	0.107	Pinedo (2010)
	-0.31	Pinedo (2010)				
Diámetro basal total	0.309(**)	Pinedo (2010)	0.051	Pinedo (2010)	0.207(*)	Pinedo (2011)
Longitud de hoja	0.020	Pinedo (2010)	0.171	Pinedo (2010)	0.055	Pinedo (2010)
	0.045	Pinedo (2010)	-0.002	Pinedo (2010)	0.075	Pinedo (2010)
Ancho de hoja	-0.110	Pinedo (2010)	0.073	Pinedo (2010)	0.088	Pinedo (2010)
	0.031	Pinedo (2010)	-0.054	Pinedo (2010)	0.464(**)	Pinedo (2011)
Longitud de peciolo	0.37	Pinedo (2010)	0.543	Pinedo (2010)	0.053	Pinedo (2010)
	0.150	Pinedo (2010)	-0.13	Pinedo (2010)	0.521(**)	Pinedo (2011)
Parámetros de órganos reproductivos (flor y fruta)						
Rendimiento fruta			-0.294(**)	Pinedo (2007)	-0.047	Pinedo (2010)
			0.161	Pinedo (2010)	0.362	Malveira (2002)
			0.472(**)	Pinedo (2011)	-0.265	Abtibol (2002)
				0.228(**)	Pinedo (2011)	
Número de flores	0.059	Pinedo (2011)	-0.17	Pinedo (2011)	-0.032	Pinedo (2011)
	0.044	Pinedo (2010)	0.131	Pinedo (2010)	0.152	Pinedo (2011)
Número frutos verdes	0.179(*)	Pinedo (2011)	-0.15	Pinedo (2011)	-0.066	Pinedo (2011)
	-0.002	Pinedo (2011)	0.053	Pinedo (2011)	0.111	Pinedo (2011)
	0.981	Malveira (2002)			0.274	Malveira (2002)
	0.993(**)	Abtibol (2002)			-0.243	Abtibol (2002)
Número de frutos cosechados	0.933(**)	Pinedo (2007)	-0.299(**)	Pinedo (2007)	-0.04	Pinedo (2010)
	0.992	Pinedo (2010)	0.038	Pinedo (2010)		
	0.947(**)	Pinedo (2011)			0.169(*)	Pinedo (2011)
Número total semillas	0.420(**)	Pinedo (2007)	-0.118	Pinedo (2007)	0.377	Abtibol (2002)
	0.347(**)	Pinedo (2011)	0.647(**)	Pinedo (2011)	0.262(**)	Pinedo (2011)
	-0.315	Abtibol (2002)			-0.64	Malveira (2002)
Promedio semillas	0.352(**)	Pinedo (2011)	0.663(**)	Pinedo (2011)	0.261(**)	Pinedo (2011)
Peso de cascara	0.357(**)	Pinedo (2007)	-0.064	Pinedo (2007)		
Peso de pulpa	0.296(**)	Pinedo (2007)	0.047	Pinedo (2007)	0.290	Malveira (2002)
	0.990(**)	Malveira (2002)				
Peso de semilla	0.318(**)	Pinedo (2007)	-0.12	Pinedo (2007)	0.366	Malveira (2002)
	0.976(**)	Malveira (2002)			0.255	Abtibol (2002)
	0.990(**)	Abtibol (2002)				
Diámetro del fruto	-0.334	Malveira (2002)			-0.417	Malveira (2002)
	-0.453	Abtibol (2002)			-0.302	Abtibol (2002)
Longitud del fruto	-0.311	Malveira (2002)			-0.360	Malveira (2002)
	-0.433	Abtibol (2002)			-0.299	Abtibol (2002)
% cascara	0.393(**)	Pinedo (2011)	0.623(**)	Pinedo (2011)	0.123	Pinedo (2011)
% semilla	0.380(**)	Pinedo (2011)	0.646(**)	Pinedo (2011)	0.197(*)	Pinedo (2011)
% pulpa	0.445(**)	Pinedo (2011)	0.641(**)	Pinedo (2011)	0.208(*)	Pinedo (2011)
	-0.294(**)	Pinedo (2007)			-0.032	Pinedo (2010)
	0.161	Pinedo (2010)			0.259(**)	Pinedo (2011)
	0.472(**)	Pinedo (2011)				
	-0.334	Malveira (2002)				
Parámetros de análisis químico de la pulpa de la fruta						
Grados Brix	0.064	Pinedo (2007)	-0.223(*)	Pinedo (2007)	0.149	Malveira (2002)
	-0.190	Malveira (2002)			0.940(**)	Abtibol (2002)
	-0.339	Abtibol (2002)				
pH	-0.082	Pinedo (2007)	-0.006	Pinedo (2007)	-0.200	Malveira (2002)
	0.320	Malveira (2002)			0.851(**)	Abtibol (2002)
	-0.364	Abtibol (2002)				
Ácido ascórbico	0.228(**)	Pinedo (2011)	0.259(**)	Pinedo (2011)		

(*) Estadísticamente Significativo; (**) Estadísticamente Altamente significativo.

Tabla 2Niveles de h^2 para 14 parámetros (vegetativos, reproductivos y químicos) del camu-camu.

PARÁMETRO	h^2	REFERENCIA	ENSAYO	TIPO DE HEREDABILIDAD
Diámetro basal total	0.161±0.093	Pinedo (2006)	comp.37 clones	$h^2g=H^2$ en sentido amplio
	0.240	Pinedo (2009)	comp.108 prog.	h^2a en sentido estricto
Diámetro basal promedio	0.236±0.113	Pinedo (2006)	comp.37 clones	$h^2g=H^2$ en sentido amplio
	0.004±0.040	Pinedo (2010)	comp. 5 clones	$h^2g=H^2$ en sentido amplio
Numero ramas basales	0.217±0.108	Pinedo (2006)	comp 37 clones	$h^2g=H^2$ en sentido amplio
	0.450(**)	Pinedo (2009)	comp. 108 prog.	h^2a en sentido estricto
	0.334±0.366	Pinedo (2010)	comp. 5 clones	$h^2g=H^2$ en sentido amplio
Altura de planta	0.123±0.081	Pinedo (2006)	comp. 37 clones	$h^2g=H^2$ en sentido amplio
	0.2	Pinedo (2009)	comp.108 prog.	h^2a en sentido estricto
Diámetro de copa	0.197±0.103	Pinedo (2006)	comp. 37 clones	$h^2g=H^2$ en sentido amplio
	0.300(*)	Pinedo (2009)	comp. 108 prog.	h^2a en sentido estricto
Numero de ramillas	0.169±0.096	Pinedo (2006)	comp. 37 clones	$h^2g=H^2$ en sentido amplio
Numero de flores	0.128±0.083	Pinedo (2006)	comp. 37 clones	$h^2g=H^2$ en sentido amplio
Numero de frutos	0.171±0.262	Pinedo (2010)	comp. 5 clones	$h^2g=H^2$ en sentido amplio
Peso de frutos	0.287±0.339	Pinedo (2010)	comp. 5 clones	$h^2g=H^2$ en sentido amplio
Rendimiento de frutos	0.264±0.325	Pinedo (2010)	comp. 5 clones	$h^2g=H^2$ en sentido amplio
Acido ascórbico	0.0025±0.032	Pinedo (2010)	comp. 5 clones	$h^2g=H^2$ en sentido amplio
Longitud de hoja	0.134±0.231	Pinedo (2010)	comp. 5 clones	$h^2g=H^2$ en sentido amplio
	0.008±0.021	Paredes (2011)	comp. 37 clones	$h^2g=H^2$ en sentido amplio
Ancho de hoja	0.062±0.158	Pinedo (2010)	comp. 5 clones	$h^2g=H^2$ en sentido amplio
	0.326±0.133	Paredes (2011)	comp. 37 clones	$h^2g=H^2$ en sentido amplio
Longitud de peciolo	0.425±0.412	Pinedo (2010)	comp. 5 clones	$h^2g=H^2$ en sentido amplio
	0.008±0.021	Paredes (2011)	comp. 37 clones	$h^2g=H^2$ en sentido amplio

$h^2g=H^2$ = Heredabilidad en sentido amplio: Proporción entre la varianza genética y la varianza fenotípica. Es la suma del valor genotípico aditivo, el de dominancia y el de epistasis.

h^2a = Heredabilidad en sentido estricto: Es el cociente entre la varianza genética aditiva sobre la varianza fenotípica (Ramírez y Egaña, 2003).

Los parámetros que estando correlacionados con el rendimiento de fruta, tienen además un nivel relativamente alto de heredabilidad son: “número de ramas basales”, “longitud de peciolo” y “peso de frutos”. Sin embargo para el caso del parámetro “Peso de frutos”, la correlación puede ser positiva o negativa. El parámetro “longitud de peciolo” presenta también un gran potencial para selección de frutos de alto peso por su buen nivel de correlación y heredabilidad. La heredabilidad del carácter “contenido de ácido ascórbico” se mostró muy bajo ($h^2g=0.0025$; Pinedo, 2010). Este resultado, confirma una influencia significativa de los factores ambientales sobre el nivel de ácido ascórbico de la pulpa, lo cual fue observado por Yuyama *et al.* (2002), quien para una misma planta en su ambiente natural registro valores muy diferentes de ácido ascórbico de un año a otro en aparente correlación con el

nivel de inundación del río. La inundación del río está asociada al nivel de sedimentación y este a su vez a niveles de nutrientes del suelo. También Pinedo *et al.* (2010), encontró una diferencia importante entre niveles de ácido ascórbico según la hora de cosecha, lo que sería indicativo de una correlación entre la evapotranspiración y el contenido del ácido en la pulpa.

4. Conclusiones

Los parámetros principales que en el presente estudio correlacionaron con mayor consistencia y en nivel intermedio con “rendimiento de fruta” son: “altura de planta”, “diámetro de copa”, “numero de ramas basales”, “diámetro basal promedio”, “longitud de peciolo”, “número total de semillas” y “peso de frutos”. Con “peso de fruta”, correlacionaron en nivel intermedio principalmente los parámetros: “longitud de peciolo”, “rendimiento de fruta”, “número total de

semillas”, “grados Brix” y “contenido de ácido ascórbico”

El “contenido de ácido ascórbico” mostro correlación de nivel intermedio con: “numero de ramas basales”, “diámetro basal promedio”, “ancho de hoja”, “longitud de peciolo”, “rendimiento de fruta”, “número total de semillas”, “peso de frutos”. En nivel alto de correlación con “ácido ascórbico” se mostraron los parámetros “grados Brix” y “pH”

Los análisis efectuados permiten identificar a los parámetros “numero de ramas basales” y “longitud de peciolo” como los de más consistencia en su nivel de heredabilidad. En segundo término se señalan a los parámetros: “diámetro de copa”, “peso de fruto” y “rendimiento de fruto”.

Los parámetros que combinan un nivel interesante de correlación con caracteres prioritarios y con un nivel intermedio de heredabilidad son: “numero de ramas basales”, “longitud de peciolo” y “peso de frutos”. El parámetro “longitud de peciolo” podría además servir para selección de frutos de alto peso por su buen nivel de correlación y heredabilidad.

El parámetro de alto interés comercial “contenido de ácido ascórbico” mostro un nivel de heredabilidad muy bajo ($h^2g=0.0025$).

Referencias bibliográficas

Abtibol, C.J.G. 2002. Estudos fenológicos e seleção de matrizes em quatro procedencias de camu-camu silvestre (*Myrciaria dubia* (H.B.K.)McVaugh) da região amazônica, para uso em sistemas agroflorestais. Universidade Federal Do Amazonas-UFAM. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazonia-INPA. 60 p.

De Vilela, D.M.R. 2002. Genética Biométrica e Estadística no Melhoramento de Plantas Perennes. Embrapa Informacao Tecnológica. Brasilia, DF. 975 p.

De Vilela, D.M.R. 2007. SELEGEN-REM/BLUP: Sistema Estatístico e Selecao Genetica Computadorizada via Modelos Lineares Mistos. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria. Embrapa Florestas. Ministerio da Agricultura e do Abastecimento. 360 p.

Malveira, S.C. 2002. Caracterização fenológica, agronômica e nutricional de 12 acessos de camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh) provenientes do rio uatuma para fins agroflorestais. Universidade Federal Do Amazonas-UFAM. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia-INPA. 60 p.

Oliva, C.C. 2002. Evaluación de la productividad del camu-camu (*Myrciaria dubia* H.B.K.). Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. 102 p.

Paredes, D.E. 2011. Comparativo de 37 clones de camu-camu Arbustivo *Myrciaria dubia* (H.B.K) Mc Vaugh, en Loreto en el sexto año de su instalación. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. 113 p.

Pinedo, P.M. 2006. Comparativo de clones de camu-camu en San Miguel; Informe de avance al segundo año del establecimiento. Programa de Ecosistemas Terrestres. Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana.

Pinedo, P.M.; Guillen, L.I. 2007. Evaluación y mantenimiento de germoplasma de camu-camu colectado en poblaciones naturales. Programa de Ecosistemas Terrestres. Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana. 50 p.

Pinedo, P.M.; Bardales, L.R. 2009. Comparativo de 108 progenies precoces de camu-camu; Informe técnico a los 29 meses de la plantación. Programa Manejo Integral del Bosque y Servicios Ambientales. 22 p.

Pinedo, F.S. 2010. Ensayo clonal de cinco (05) genotipos promisorios de camu-camu *Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc.Vaugh: Efecto sobre su rendimiento y características agronómicas, en suelos no inundables del campo experimental El Dorado km 25 carretera Iquitos-Nauta, 2009. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Escuela de Post Grado. Tesis Ms. Des. Agr. Sost. 96 p.

Pinedo, P.M.; Delgado, V.C.; Farroñay, P.R.; Castillo, T.D. Del; Iman, C.S.; Villacres, V.J.; Fachin, M.L.; Oliva, C.C.; Abanto, R.C.; Bardales, L.R.Vega, V.R. 2010. Camu camu (*Myrciaria dubia*, Myrtaceae); Aportes para su aprovechamiento sostenible en la Amazonia Peruana. Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana-IIAP. 135 p.

Ramírez, L.; Egaña, B. 2003. Guía de conceptos de genética cuantitativa. Departamento de Producción Agraria. Universidad Pública de Navarra. 21 p.

Yuyama, K.; Aguiar, J.P.L.; Yuyama, L.K.O. 2002. Camu-camu: Um fruto fantástico como fonte de vitamina C. Acta Amazonica 32(1): 169-174.