

POSIBLE RELACION DEL SEXO CON ALGUNAS CARACTERISTICAS  
MORFOLOGICAS Y AGRONOMICAS DE LA PAPAYA

*Carica papaya* L.

Yolanda Rojas T.\*  
Robinson Ramos R.\*  
Raúl Salazar C. \*\*

COMPENDIO

Se relacionó el sexo de plantas dioicas de papaya obtenidas de cruces controlados, con algunas características morfológicas y agronómicas. No se encontraron diferencias significativas en épocas tempranas de prefloración con base en las características evaluadas entre plantas hembras y machos. Al podar la raíz principal de plantas dioicas en el momento del trasplante y descopar el ápice 50 días después del trasplante, la proporción de sexos fue de 1:1.

ABSTRACT

The sex of dioecious plants of papaya was related, they were obtained from controlled crossing, with some morphologic and agronomic characteristics. No significant differences were found in the early time of pre-bloom with base in the evaluated characteristics between females and males. In some other essays the main root was cut the very moment of the transplantation to dioecious plants and the shoot was topped 50 days later; the proportion of sexes was of 1:1.

---

\* Estudiante de pre-grado. Universidad Nacional de Colombia. Palmira

\*\* Instituto Colombiano Agropecuario-ICA. A.A. 233. Palmira

## 1. INTRODUCCION

La papaya (*Carica papaya* L.) es una especie poligama con plantas unisexuales y bisexuales. Las plantas unisexuales femeninas producen flores pistiladas y estaminadas los machos; las hermafroditas producen diferentes tipos de flor (Nakasone y Laoureux, 4).

Una de las hipótesis sobre la determinación del sexo considera un sólo locus con tres alelos. Se designa como "m" al gameto femenino, " $M_1$ " al masculino y " $M_2$ " el hermafrodita; por lo tanto, las plantas femeninas genéticamente son "mm", las masculinas " $M_1m$ " y las hermafroditas " $M_2m$ ". Se supone que m,  $M_1$  y  $M_2$  son alelos múltiples. Los genotipos " $M_1M_2$ " y " $M_2M_2$ " son letales, lo cual explica el efecto pleiotrópico de  $M_1$  y  $M_2$ , siendo dominantes con respecto a la determinación del sexo y recesivos respecto a la viabilidad (Hofmeyr, 1; Storey, 6).

Cruzando entre si las tres formas sexuales se obtienen ocho combinaciones posibles, tres de las cuales no producen machos (Cuadro 1). Aunque el tipo básico sexual se determina genotípicamente ciertas plantas machos y hermafroditas presentan reversión del sexo en grado variable (Torres, 7).

Como el sexo no se puede determinar hasta la floración, el cultivador de papaya siembra de tres a cinco plantas por sitio y elimina la mayoría de los machos cuando se inicia la floración, lo cual implica costos adicionales y dificulta la planeación del cultivo. La investigación fitoquímica ha demostrado que el contenido de fenoles en las hojas se puede utilizar para separar machos de hembras en estado de prefloración, siendo efectivas las pruebas de azul de Prusia y fenoles totales para predecir el sexo de las plántulas (Jindal y Singh, 3). Sin embargo, el uso de algunos caracteres vegetativos (forma y tamaño de hojas, ángulo de orientación del pecíolo, longitud y grosor de la base del pecíolo) no han arrojado resultados satisfactorios como indicadores de sexualidad en prefloración (Jindal y Singh, 2).

Con el presente trabajo se pretende estudiar la existencia de relación entre la morfología y el sexo de la planta y la posibilidad de determinarla antes de la floración. Por otro lado, se somete a comprobación experimental algunas de las creencias populares (que las plantas machos florecen primero, que las semillas de la parte media del fruto producen mayor porcentaje de hembras, que la poda de la raíz principal al momento del trasplante o el descope antes de la floración aumentan el porcentaje de plantas femeninas) sobre la relación del sexo en papaya.



Relación de los sexos resultante del cruce y autofecundación de las formas sexuales de la papaya

Polinización	Relación resultante		
	Hembras mm	Hermafroditas M <sub>2</sub> m	Macho M <sub>1</sub> m
1. Hembra x macho	1	0	1
2. Hembra x hermafrodita	1	1	0
3. Hermafrodita autofecundado	1	2	0
4. Hermafrodita x hermafrodita	1	2	0
5. Hermafrodita x macho	1	1	1
6. Macho autofecundado	1	0	2
7. Macho x macho	1	0	2
8. Macho x hermafrodita	1	1	1

## 2. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

En el Instituto Colombiano Agropecuario - ICA de Palmira se realizaron tres ensayos usando dos líneas dioicas de papaya (C-95 y C-98), seleccionadas por su tolerancia mediana a la virosis, precocidad, alta producción, porte bajo y excelente calidad de frutos.

En el ensayo 1, se evaluaron aspectos morfológicos y agronómicos de semillas provenientes de diferentes partes del fruto, para determinar si era posible relacionar estas características con el sexo de la planta; además, se determinó el porcentaje de machos y hembras obtenidas de un cruzamiento conocido. El fruto se dividió, según su cavidad seminal, en tercios iguales, los cuales se designaron como ápice "A" (zona más lejana del pedúnculo), medio "M" y base "B" (zona más cercana al pedúnculo), para indicar la posición de la semilla en el fruto.

En el Ensayo 2, se pretendió estudiar la relación de características morfológicas y agronómicas de plantas obtenidas de cruzamientos controlados de dos líneas (dos plantas por línea, tres frutos por planta y la posición de la semilla en el fruto) con el sexo de las plantas. De cada tercio del fruto se transplantaron al campo 30 plantas por tratamiento.

En el Ensayo 3, se pretendió estudiar el efecto del descope y poda de la raíz principal en plantas de papaya, sobre la morfología y la expresión sexual.

## 3. RESULTADOS Y DISCUSION

### 3.1. Ensayo 1.

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre plantas hembras y machos obtenidas del total de semillas de un fruto, en los días de siembra de la semilla a germinación, altura y número de hojas emitidas por planta.

Se encontraron diferencias significativas entre machos y hembras provenientes de las semillas de la parte media del fruto, respecto al número de hojas de los 47 a 54 días (Cuadro 2) y a la altura de los 47 a los 90 días después de la siembra (Cuadro 3).

No se encontraron diferencias significativas en la relación de plantas hembras y machos en el total de las semillas sembradas, ni en cada una de las partes en que se dividió el fruto. El porcentaje de plantas hembras y machos fue muy próximo al 50 o/o (Cuadro 4) resultado esperado porque



Cuadro 2

Número de hojas totales por planta de papaya línea ICA C-95 según el sexo y procedencia de las semillas en el fruto

Días después de la siembra	Localización de las semillas en el fruto					
	Apice		Medio		Base	
	Hembras	Machos	Hembras	Machos	Hembras	Machos
25	1.17	1.05	2.50	2.38	2.44	2.59
33	1.93	1.97	3.77	3.59	3.49	3.70
40	3.60	3.52	4.82	4.67	4.49	4.61
47	4.33	4.35	6.07 <sup>a</sup>	5.77 <sup>b</sup>	5.50	5.57
54	5.07	5.21	7.14 <sup>a</sup>	6.75 <sup>b</sup>	6.11	6.26
61	6.33	6.37	8.15	7.72	7.07	7.15

Promedios con letras diferentes presentan diferencias significativas al 5 o/o.

Cuadro 3

Altura (cm) de plantas de papaya línea ICA C-95, según su sexo y procedencia de la semilla en el fruto

Días después de la siembra	Localización de las semillas en el fruto					
	A p i c e		M e d i o		B a s e	
	Hembras	Machos	Hembras	Machos	Hembras	Machos
25	1.20	1.10	3.09	2.89	3.39	3.46
33	2.73	2.56	3.86	3.67	4.48	4.58
40	3.64	3.41	4.65	4.42	5.17	5.36
47	4.35	4.20	5.70 <sup>a</sup>	5.28 <sup>b</sup>	5.91	6.05
54	4.95	4.91	6.73 <sup>a</sup>	6.13 <sup>b</sup>	6.69	6.93
61	5.38	5.40	7.79 <sup>a</sup>	6.97 <sup>b</sup>	7.41	7.55
90	10.30	9.86	14.38 <sup>a</sup>	12.93 <sup>b</sup>	12.88	13.25
120	27.04	26.99	46.04	42.43	40.79	40.38
150	51.10	52.80	93.89	88.55	90.20	87.47

Promedios con letras diferentes presentan diferencias significativas al 5 o/o.

Cuadro 4

Porcentaje y proporción de plantas hembras y machos obtenidas de semillas localizadas en diferentes partes del fruto de la línea ICA C - 95

<u>Tratamientos</u>	<u>Porcentaje</u>		<u>Relación</u>
	<u>Hembras</u>	<u>Machos</u>	
Apice	44.3	55.7	1:1.25
Medio	44.8	55.2	1:1.23
Base	48.0	52.0	1:1.08
Total	45.9	54.9	1:1.17



la relación de sexos del cruce de plantas hembras por machos es de 1 : 1 (Torres, 7).

### 3.2. Ensayo 2.

Al estudiar el porcentaje de plantas hembras y machos obtenidas de cada tercio del fruto, sin tener en cuenta el número de frutos ni de plantas, la relación entre hembras y machos en las dos líneas es muy cercana a 1 : 1, (Cuadro 5) resultado que coincide con el Ensayo 1, en el cual no se encontró relación del sexo con la parte del fruto. Se reafirma que la proporción del sexo no depende de la posición de la semilla en el fruto, sino que es la expresión de la genética de dicho carácter ligada estrechamente con el tipo de cruce realizado entre los padres.

El porcentaje de semillas contenidas en cada parte del fruto fue muy variable, conteniendo el tercio medio el mayor porcentaje, seguido por la parte apical.

No hay variación en el peso promedio de las semillas tanto entre las partes como por planta y por línea.

Al evaluar la altura de plantas y el número de hojas en etapas tempranas de prefloración, no se encontraron diferencias significativas entre plantas hembras y machos en el total de plantas de las dos líneas evaluadas, a pesar de haberse encontrado diferencias significativas en alguno de los tercios del fruto (Cuadro 6), pero estas diferencias fueron aisladas y poco consistentes como para permitir caracterizar plantas hembras y machos.

Al momento de floración en las dos líneas, se presentaron diferencias significativas entre plantas hembras y machos provenientes de semillas obtenidas en todos y cada uno de los tercios del fruto en las variables altura de planta, número de hojas totales a floración, altura de floración, número de nudos a floración y días a floración (Cuadro 7), pero a esta altura del cultivo las diferencias significativas son de poca utilidad práctica, ya que lo que se pretendía era determinar el sexo de la planta en etapas tempranas de prefloración.

### 3.3. Ensayo 3.

La arquitectura típica de la planta se modificó al descoparla, debido a la activación de yemas axilares, originando la emisión de brotes laterales en un número no mayor a tres ni inferior a dos. De estos el mayor desarrollo lo tuvieron los más próximos a la parte apical de la planta.



Cuadro 5

Porcentaje total de plantas hembras (H) y machos (M) obtenidas de cada tercio del fruto de las líneas ICA C-95 e ICA C - 98

Líneas	Partes del fruto						Promedio	
	Apice		Medio		Base			
	H	M	H	M	H	M	H	M
ICA C-98	52.0	48.0	52.8	47.2	52.4	47.6	52.4	47.6
ICA C-95	46.7	53.2	52.3	47.7	47.3	52.7	48.7	51.3
Promedio	49.3	50.6	52.5	47.4	49.8	50.6	50.5	49.5

Promedio de las variables evaluadas en etapas de siembra a floración en las líneas ICA C-98 e ICA C-95

Variables	Líneas ICA	Partes del fruto						Promedio de líneas	
		Apice		Medio		Base		H	M
		H	M	H	M	H	M		
Altura planta a los 45 días (cm)	C-98	7.26 <sup>b</sup>	6.75 <sup>a</sup>	7.26	7.44	7.76	7.60	7.42	7.26
	C-95	9.85	9.40	10.75	10.16	9.88	10.23	10.16	9.93
Altura planta a los 70 días (cm)	C-98	10.56 <sup>b</sup>	9.50 <sup>a</sup>	10.44	10.62	11.22	11.13	10.74	10.42
	C-95	14.90	14.57	15.70	15.47	15.23	15.30	15.27	15.12
Altura planta a los 90 días (cm)	C-98	17.50 <sup>b</sup>	16.17 <sup>a</sup>	17.10	16.72	19.05 <sup>b</sup>	17.98 <sup>a</sup>	17.88 <sup>b</sup>	16.95 <sup>a</sup>
	C-95	21.75	22.60	24.24 <sup>b</sup>	23.33 <sup>a</sup>	22.06	22.27	22.68	22.73
Altura planta a los 120 días (cm)	C-98	36.82 <sup>b</sup>	32.76 <sup>a</sup>	34.47	34.17	34.04 <sup>b</sup>	33.48 <sup>a</sup>	35.11 <sup>b</sup>	33.47 <sup>a</sup>
	C-95	38.35	41.26	44.43 <sup>b</sup>	43.85 <sup>a</sup>	41.53	41.87	41.43 <sup>a</sup>	42.32 <sup>b</sup>
Número de hojas a los 45 días	C-98	5.86	5.65	6.08	5.90	5.93	5.87	5.95	5.80
	C-95	8.01	7.85	7.97	8.17	7.88 <sup>a</sup>	8.30 <sup>b</sup>	7.95	8.10
Número de hojas de 45 a 90 días	C-98	8.10	7.66	7.54	7.74	8.01	7.95	7.88	7.78
	C-95	7.37 <sup>a</sup>	7.90 <sup>b</sup>	7.67	7.56	7.13	7.20	7.39	7.55
Número de hojas de 90 a 120 días	C-98	8.04 <sup>b</sup>	7.37 <sup>a</sup>	7.65	7.09	7.51 <sup>b</sup>	6.45 <sup>a</sup>	7.73 <sup>b</sup>	6.97 <sup>a</sup>
	C-95	7.50	7.46	7.54	7.43	7.70 <sup>b</sup>	7.25 <sup>a</sup>	7.58	7.33

Promedio con letras diferentes presentan diferencias significativas al 5 o/o.



Cuadro 7

Variables evaluadas en el momento de floración de plantas de papaya de las líneas ICA C-95 e ICA C - 98

Variables	Líneas ICA	Apice		Medio		Base		Promedio de líneas	
		H	M	H	M	H	M	H	M
Altura de planta	C-98	58.72 <sup>b</sup>	51.24 <sup>a</sup>	55.07 <sup>b</sup>	53.50 <sup>a</sup>	59.30 <sup>b</sup>	52.43 <sup>a</sup>	57.69 <sup>b</sup>	52.39 <sup>a</sup>
	C-95	60.36	59.40	67.87 <sup>b</sup>	64.50 <sup>a</sup>	63.04 <sup>b</sup>	60.20 <sup>a</sup>	63.75 <sup>b</sup>	61.36 <sup>a</sup>
- Número total de hojas	C-98	27.69 <sup>b</sup>	26.50 <sup>a</sup>	27.89 <sup>b</sup>	26.32 <sup>a</sup>	27.54 <sup>b</sup>	28.85 <sup>a</sup>	27.70 <sup>b</sup>	26.22 <sup>a</sup>
	C-95	29.88 <sup>b</sup>	28.16 <sup>a</sup>	29.20 <sup>b</sup>	28.18 <sup>a</sup>	29.22 <sup>b</sup>	27.97 <sup>a</sup>	29.43 <sup>b</sup>	28.10 <sup>a</sup>
Altura de floración	C-98	46.76 <sup>b</sup>	40.98 <sup>a</sup>	44.26 <sup>b</sup>	42.33 <sup>a</sup>	47.58 <sup>b</sup>	40.33 <sup>a</sup>	46.20 <sup>b</sup>	41.21 <sup>a</sup>
	C-95	48.62 <sup>b</sup>	46.67 <sup>a</sup>	52.00 <sup>b</sup>	49.30 <sup>a</sup>	48.91 <sup>b</sup>	46.35 <sup>a</sup>	49.84 <sup>b</sup>	47.44 <sup>a</sup>
Número de nudos a 1ra flor	C-98	24.97 <sup>b</sup>	23.83 <sup>a</sup>	25.12 <sup>b</sup>	23.47 <sup>a</sup>	24.84 <sup>b</sup>	23.20 <sup>a</sup>	24.97 <sup>b</sup>	23.50 <sup>a</sup>
	C-95	26.75 <sup>b</sup>	25.18 <sup>a</sup>	26.09 <sup>b</sup>	25.33 <sup>a</sup>	26.38 <sup>b</sup>	24.81 <sup>a</sup>	26.40 <sup>b</sup>	24.89 <sup>a</sup>
Días a floración	C-98	146.27 <sup>b</sup>	142.08 <sup>a</sup>	147.09 <sup>b</sup>	141.10 <sup>a</sup>	145.80 <sup>b</sup>	143.36 <sup>a</sup>	146.38 <sup>b</sup>	142.18 <sup>a</sup>
	C-95	149.06 <sup>b</sup>	142.24 <sup>a</sup>	145.44 <sup>b</sup>	141.72 <sup>a</sup>	144.80 <sup>b</sup>	141.28 <sup>a</sup>	146.43 <sup>b</sup>	141.76 <sup>a</sup>

Promedios con letras diferentes presentan diferencias significativas al 5 o/o.

Cuadro 8

Efecto de la poda de la raíz y el descope de plantas de papaya, línea ICA C-98 en el porcentaje y la relación de sexos

Práctica cultural	Porcentaje de sexos		Relación de sexos
	Hembras	Machos	
Poda de raíz	52.4	47.6	1:1.1
descope	50.8	49.2	1:1.0
poda más descope	44.2	55.8	1:0.8
testigo	53.0	46.2	1:1.1
Promedio total	50.3	49.7	1:1



La proporción de plantas hembras y machos fue de 1:1, al igual que en cada uno de los tratamientos realizados (Cuadro 8).

Lo anterior indica que los tratamientos no alteraron la proporción de sexos, revaluando las creencias sobre una posible modificación del sexo por acción de las prácticas culturales realizadas.

En los casos en que ocurre reversión del sexo después de hacer las prácticas utilizadas en el Ensayo, es posible que se trate de una selección hermafrodita y correspondiente a uno de los casos de hermafrodita improductiva que con alguna de las prácticas mencionadas, asociadas a ciertas condiciones ambientales, se estimulen a producir.

#### 4. CONCLUSIONES

- 4.1. Del cruce controlado de plantas dioicas de papaya se obtiene el 50 o/o de plantas hembras y de machos.
- 4.2. En cada tercio del fruto de plantas dioicas de papaya de cruces controlados, la proporción de sexos es de 1: 1.
- 4.3. La germinación de semillas de papaya no depende del sexo de la planta, sino de las condiciones ambientales o del estado de la semilla.
- 4.4. En etapas tempranas de prefloración, no existen diferencias significativas entre plantas hembras y machos de papaya, de acuerdo con las características morfológicas evaluadas.
- 4.5. En la etapa de floración se encontraron diferencias significativas entre plantas hembras y machos de papaya. Las hembras son más altas, tienen mayor número de hojas, mayor altura de floración y florecieron después de los machos.
- 4.6. La proporción de sexos, obtenidos del cruce de plantas hembras y machos de papaya, fue independiente de las prácticas culturales realizadas.
- 4.7. La poda de raíz y el descope afectaron el desarrollo de las plantas desde trasplante hasta floración.

#### 5. BLIBLIOGRAFIA

1. HOFMEYR, J. D. Some genetic breeding aspects of *Carica papaya* L. *Agronomía Tropical (Venezuela)* 17(4): 345-351. 1967.

2. JINDAL, K. K. and SINGH, N. R. Phenolic content in male and female *Carica papaya*: a possible physiological marker for sex indication of vegetative seedling. *Physiology Plantarum* No. 33: 104-107. 1975.
3. \_\_\_\_\_ . Sex determination in vegetative seedlings of *Carica papaya* by phenolic test. *Scientia Horticultural* 4(1): 33 - 39 . 1976.
4. NAKASONE, H. Y. and LAOUREUX, C. Transitional forms of hermaphroditic papaya flowers leading to complete maleness. *J. American Soc. Hort. Sci.* 107(4): 589-592. 1982.
5. PEREZ, A. E. *Plantas útiles de Colombia*. 4a. ed. Bogotá, Litografía Arco, 1978. p. 261.
6. STOREY, B. W. Theory on the derivations of unisexual flowers of *Caricaceae*. *Agronomía Tropical (Venezuela)* 17(4): 273-331. 1967.
7. TORRES, M. R. et al. *Papaya*. En: *Frutales*. 2a. ed. Bogotá, ICA, 1977. p. 249-290.