

ESTIMACION DEL PESO FRESCO A PARTIR DE ALGUNOS CARACTERES DE LOS FRUTOS EN TRES CULTIVARES DE CITRICOS

FLORALBA ROSADO, MIRIAM NUÑEZ Y A. CABALLERO

RESUMEN

El estudio se realizó con el objetivo de determinar entre algunas de las características físicas de los frutos, las que más influyen en el peso del fruto, con vistas a estimar el mismo a partir de expresiones matemáticas adecuadas y evaluaciones sencillas. Para el trabajo se tomaron datos de frutos de árboles de naranja Valencia, toronja Marsh y mandarina Dancy, durante el período 1977-1985. Los muestreos en cada cultivar se realizaron periódicamente desde etapas tempranas del desarrollo del fruto y hasta la época de cosecha. Se evaluó el peso del jugo, el grosor de la corteza, el diámetro y el peso del fruto. Se utilizó el método de coeficientes de sendero para descomponer la influencia de las variables en sus efectos directos e indirectos, en el que se consideró el peso fresco como el elemento causal. Además, se realizaron análisis de regresión lineal entre las variables más relacionadas. Se encontró que para la estimación del peso fresco en mandarina y naranja debe considerarse el diámetro del fruto y en toronja, en primer lugar, el diámetro seguido del peso del jugo.

INTRODUCCION

Los cítricos constituyen una fuente importante de ingresos para la economía de nuestro país, por lo que en los Lineamientos Económicos y Sociales para el quinquenio 1981-1985 se plantea el aumento de sus volúmenes de exportación.

Mediante el conocimiento profundo de la fisiología de los frutos cítricos y la realización adecuada de la cosecha, se logran alcanzar altos rendimientos y frutos de buena calidad.

El estudio del crecimiento de los frutos, de acuerdo con Bollard (1970), se debe hacer siguiendo la dinámica de algunas variables tales como el peso fresco, el peso seco, el volumen, etcétera y no a través de dimensiones lineales como el diámetro o la longitud, aunque esto implique la separación de los frutos de la planta, es decir, no poder seguir la dinámica de crecimiento en los mismos frutos; sin embargo, según Moustafa y Stout (1967), citados por el mismo autor, existe la posibilidad de encontrar fórmulas o ecuaciones que permitan, a través de la medición de variables como el diámetro o la longitud, la estimación del peso fresco, el volumen, etcétera y esto lógicamente evitaría tener que separar los frutos de la planta.

El análisis de coeficientes de sendero ha sido utilizado por diversos autores (Dewey y Lu, 1959; Sahu y Patnaik, 1981; Usha y Sakharan Rao, 1981; Chavan y Chopde, 1981; Marta Alvarez, Verena Torres y Gladys Verde, 1981 y otros) para descomponer la correlación total en sus efectos directos e indirectos y brindar así una mayor información acerca de la asociación entre diferentes caracteres en estudio. Hasta el momento, en nuestro país no se ha publicado en cítricos ningún trabajo en el que se emplee este método. Por lo que teniendo en cuenta lo antes planteado, se decidió realizar este estudio en los frutos de naranja Valencia, toronja Marsh y mandarina Dancy, con vistas a conocer la relación que existe entre algunos de sus caracteres y obtener expresiones matemáticas adecuadas que permitan, a través de evaluaciones sencillas, seguir el crecimiento de los frutos.

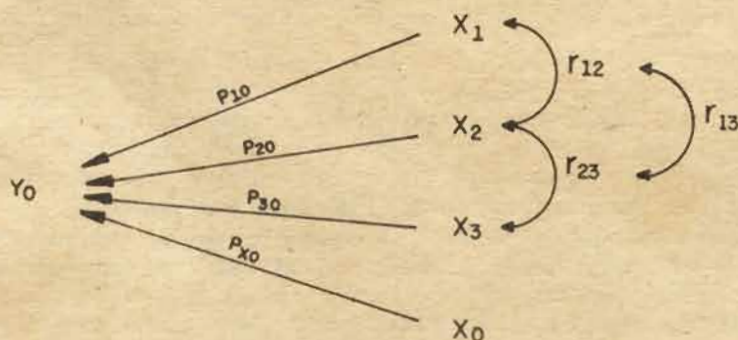
MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó durante el período 1977-1985. Se tomaron los frutos de árboles de naranja Valencia (*C. sinensis* L. Osbeck), toronja Marsh (*C. paradisi* Macf.) y mandarina Dancy (*C. reticulata* Blanco), injertados sobre patrón de naranjo Agrio (*C. aurantium* L.) y plantados en el área central del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA) sobre un suelo Ferralítico Rojo Compactado (Instituto de Suelos, 1975).

Los muestreos en cada cultivar se realizaron periódicamente, desde etapas tempranas del desarrollo de los frutos hasta la época de cosecha, en las que se evaluaron las principales características físicas de los frutos, según los métodos convencionales.

Las variables analizadas fueron: peso de frutos (g), peso de jugo (g), diámetro (mm) y grosor de la corteza (mm).

Con los datos obtenidos se calcularon los coeficientes de correlación lineal de cada combinación y se realizó el análisis de los coeficientes de sendero, según Li (1956), como se muestra en el siguiente esquema causal:



donde:

- X_1 peso del jugo
- X_2 diámetro del fruto
- X_3 grosor de la corteza
- X_0 residual
- Y_0 peso del fruto

Con el siguiente sistema de ecuaciones:

$$r_{10} = P_{10} + r_{12} P_{20} + r_{13} P_{30}$$

$$r_{20} = r_{12} P_{10} + P_{20} + r_{23} P_{30}$$

$$r_{30} = r_{13} P_{10} + r_{23} P_{20} + P_{30}$$

$$1 = P_{x0}^2 + P_{10}^2 + P_{20}^2 + P_{30}^2 + 2 P_{10} r_{12} P_{20} + 2 P_{10} r_{13} P_{30} + 2 P_{20} r_{23} P_{30}$$

Se hallaron ecuaciones con carácter predictivo entre el peso del fruto y el diámetro, las cuales tuvieron en cuenta la relación biológica y los coeficientes de determinación obtenidos.

RESULTADOS Y DISCUSION

Mandarina Dancy

Los análisis de correlación efectuados entre las variables en estudio (Tabla I) mostraron correlaciones altamente significativas entre el peso del fruto, el diámetro y el peso del jugo, así como entre el peso del jugo y el diámetro. Las correlaciones entre todas las variables y el grosor de la corteza no fueron significativas. Resultados similares fueron encontrados por Miriam Nuñez (1982) al estudiar estas relaciones, ya que el incremento en el tamaño de los frutos y su contenido de jugo produjeron un aumento proporcional en el peso de los mismos.

Tabla I. Coeficientes de correlación lineal correspondientes a las variables en estudio de mandarina Dancy.

Carácter	Peso del jugo	Diámetro	Grosor de la corteza
Peso del fruto	0,947707 **	0,984618 **	- 0,08864 NS
Peso del jugo		0,96077 **	- 0,04386 NS
Diámetro			- 0,05296 NS

* P < 0,05 ** P < 0,01

En la tabla II se observan los coeficientes de sendero e indirectos entre el peso de los frutos y las variables estudiadas. Se destaca como mayor valor de efecto directo el aportado por el diámetro (0,959), variable que presenta una influencia directa marcada sobre el peso del fruto y que explica en un 92 % la variación del mismo. Las demás variables presentaron efectos directos menores, entre las que se destacó el peso del jugo con 0,248, por la influencia indirecta del diámetro. Así se reafirma lo planteado por Dewey y Lu (1959), acerca de que el coeficiente de correlación solo explica la asociación entre las variables sin considerar la causa que lo origina.

Toronja Marsh

En la Tabla III se muestran los coeficientes de correlación hallados entre las variables, entre los que se destacan el peso del fruto con el diámetro y con el peso del jugo, pero no se detectó correlación significativa entre el peso del fruto y el grosor de la corteza. El peso de jugo, por su parte, presentó correlaciones significativas con el diámetro y de menor magnitud con el grosor de la corteza; sin embargo, no se encontró correlación entre el diámetro y el grosor de la corteza. Estos resultados confirman los obtenidos por Miriam Nuñez (1985), quien encontró relaciones lineales altamente significativas entre el peso de fruto: diámetro y el peso de fruto: peso de jugo.

Tabla II. Coeficientes de sendero en mandarina Dancy.

Carácter	Peso del jugo	Diámetro	Grosor de corteza	Coeficientes de correlación
Peso jugo	<u>0,247978</u> (0,06)	0,921677	0,001125	0,947707
Diámetro	0,023825	<u>0,959303</u> (92,03)	0,001676	0,984616
Grosor de corteza	-0,001087	-0,050809	<u>-0,028097</u> (0,08)	-0,088640

Factor residual: 0,1723

Los valores subrayados corresponden a los efectos directos y los valores entre parentesis a los coeficientes de determinación.

Tabla III. Coeficientes de correlación lineal correspondientes a las combinaciones de las variables de toronja Marsh en estudio.

Carácter	Peso del jugo	Diámetro	Grosor de la corteza
Peso del fruto	0,897098 **	0,945684 **	- 0,131230 NS
Peso del jugo		0,793180 **	- 0,450357 **
Diámetro			0,007541 NS

** P < 0,01

El análisis de los coeficientes de sendero (Tabla IV) muestra como mayor efecto directo el alcanzado por el diámetro 0,535911, que explica en un 28,72 % la variación del peso del fruto, seguido del peso de jugo que presentó un efecto de 0,515693, que a su vez explica en más de un 26 % la variación de peso en el fruto. Como se puede apreciar, en este cultivar existe una influencia marcada de dos variables compartidas sobre el peso del fruto. El alto efecto directo encontrado para el peso del jugo corrobora lo reportado por Bain (1958), quien señaló que, en la etapa II de desarrollo de los frutos, el incremento en peso se debe fundamentalmente a la acumulación de jugo.

Naranja Valencia

Cuando se aplicó el análisis de correlación lineal a los datos de naranja Valencia (Tabla V), se encontraron correlaciones altamente significativas entre las variables en estudio, como son los valores de correlación entre el peso del fruto, el diámetro y el peso del jugo, seguido del grosor de la corteza. También se encontraron correlaciones altamente significativas entre el peso del jugo y el diámetro y de menor magnitud y negativo con el grosor de la corteza, al igual que entre el diámetro y el grosor de la corteza. Respecto a la relación peso de fruto: peso de jugo, Miriam Nuñez (1983) también encontró una alta correlación lineal entre ambas variables cuando analizó dos años de forma independiente. Estos resultados fueron corroborados por la misma autora (Miriam Nuñez, 1984), cuando hizo el análisis incluyendo los datos de seis años.

Tabla IV. Coeficientes de sendero en toronja Marsh.

Carácter	Peso del jugo	Díámetro	Grosor de la corteza	Coefficiente de correlación
Peso jugo	0,515698 (26,59)	0,425073	-0,043674	0,897098
Díámetro	0,409041	0,535911 (28,72)	0,000731	0,945684
Grosor de la corteza	-0,232248	0,004040	0,096977 (0,94)	-0,131230

Factor residual: 0,5300

Los valores subrayados corresponden a los efectos directos y los valores entre parentesis a los coeficientes de determinación.

Tabla V. Coeficientes de correlación lineal correspondientes a las combinaciones de las variables de naranja Valencia en estudio.

Carácter	Peso del jugo	Díámetro	Grosor de la corteza
Peso del fruto	0,947076 **	0,960467 **	- 0,528219 **
Peso del jugo		0,941428 **	- 0,569133 **
Díámetro			- 0,457466 **

** P < 0,01

En la Tabla VI aparecen representados los coeficientes de sendero e indirectos de la naranja Valencia, donde se destaca como mayor efecto directo, el alcanzado por el diámetro, el que explica en un 41,75 % la variación del peso del fruto, seguido del efecto directo provocado por el peso del jugo, pero este explica en solo un 9 % la variación del peso. El efecto directo provocado por el grosor de la corteza fue bajo. En la misma tabla se destacan los efectos indirectos provocados por el diámetro y el peso del jugo.

Por la utilidad que representa el empleo de medidas lineales para estimar variables, como el peso (Turrell et al., 1969) y además, debido al alto efecto directo provocado por el diámetro y la alta correlación entre este y el peso del fruto, se ajustaron los datos a las siguientes ecuaciones.

$$\text{mandarina Dancy: } PF = -123,555 + 3,89329 \text{ DIAM} \quad R^2 = 0,969 \text{ ***} \\ ES = 0,104$$

$$\text{toronja Marsh: } PF = -735,020 + 11,8865 \text{ DIAM} \quad R^2 = 0,894 \text{ ***} \\ ES = 0,590$$

$$\text{naranja Valencia: } PF = -360,633 + 7,97244 \text{ DIAM} \quad R^2 = 0,922 \text{ ***} \\ ES = 0,278$$

Tabla VI. Coeficientes de sendero en naranja Valencia.

Carácter	Peso del jugo	Diámetro	Grosor de la corteza	Coefficiente de correlación
Peso jugo	<u>0,305243</u> (9,32)	0,608311	0,033522	0,947076
Diámetro	0,287364	<u>0,646158</u> (41,75)	0,026945	0,960467
Grosor de la corteza	-0,173724	-0,295595	<u>-0,0588999</u> (0,35)	-0,528219

Factor residual: 0,2432

Los valores subrayados corresponden a los efectos directos y los valores entre parentesis a los coeficientes de determinación.

Al comparar los valores de coeficientes de determinación obtenidos para los ajustes en cada cultivar, se observa que el valor menor fue el de la toronja, lo que puede estar relacionado con una mayor heterogeneidad en el desarrollo de los frutos de este cultivar.

Los resultados encontrados en este trabajo sugieren que, de los caracteres estudiados en los frutos cítricos para la estimación del peso fresco de frutos de mandarina Dancy, toronja Marsh y naranja Valencia, debe considerarse como mejor estimador el diámetro ecuatorial.

Además, este trabajo ofrece la posibilidad de utilizar ecuaciones con fines prácticos, para estimar el peso del fruto a partir del diámetro ecuatorial.

REFERENCIAS

- ALVAREZ MARTA, VERENA TORRES Y GLADYS VERDE. Estudio de correlaciones y coeficientes de sendero en tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill). *Cultivos Tropicales* 3 (3): 139-148, 1981.
- BAIN, JOAN M. Morphological, Anatomical and Physiological Changes in the Developing Fruit of the Valencia Oranges *C. sinensis* L. Osbeck. *Aust. J. Agr. Res.* (6): 1-24, 1958.
- BOLLARD, E. G. The Physiology and Nutrition of Developing Fruits. Chapter 14. In: Hulme, A. (ed.). *The Biochemistry of Fruits and Their Products*, vol. 1., 1971.
- CHAVAN, G. V. Y P. R. CHOPDE. Correlation and Path Analysis of Seed Yield and Its Components in Sesame. *The Journal of Agricultural Sciences* 51 (9): 627-630, 1981.
- DEWEY, D. Y LU. A Correlation and Path Coefficient Analysis of Components of Crested Wheatgrass Seed Production. *Agronomy Journal* 51 (9): 515-518, 1959.
- INSTITUTO DE SUELOS. Segunda Clasificación Genética de los Suelos de Cuba. Academia de Ciencias de Cuba. Serie Suelos (23), 1975.
- LI, C. The Concept of Path Coefficient and Its Impact on Population Genetics. *Biometrics* 2: 199-210, 1956.
- NÚÑEZ, MIRIAM. Estudio preliminar de las relaciones entre algunos índices de la calidad de los frutos de mandarina Dancy. *Cultivos Tropicales* 4 (2): 261-269, 1982.

- NUÑEZ, MIRIAM. Relaciones entre algunas características físicas y químicas de los frutos de naranja Valencia en diferentes patrones. *Cultivos Tropicales* 5 (3): 523-526, 1983.
- NUÑEZ, MIRIAM. Crecimiento y desarrollo de los frutos de tres especies del género *Citrus* e influencia del clima, los patrones y la nutrición mineral. Tesis para optar por el grado de Candidato a Doctor en Ciencias Agrícolas. La Habana, INCA, 1984.
- NUÑEZ, MIRIAM. Relaciones entre algunas características físicas y químicas de los frutos de toronja Marsh. Segunda Jornada Científica Filial ISCAH de la Isla de la Juventud, 1985.
- SAHU, D.P. Y M.C. PATNAIK. Variability, Correlation and Path Coefficient Analysis in Niger. *The Indian Journal of Agricultural Sciences*, 51 (5): 287-291, 1981.
- TURRELL, F.M.; M.I. GARBER; W.W. JONES; W.C. COOPER AND R.N. YOUNG. Growth Equations and Curves for Citrus Trees. *Hilgardia* 39 (16), 1969.
- USHA, R. AND J. SAKHARAN RAO. Path Analysis of Yield Components in Black Gram. *The Indian Journal of Agricultural Sciences*, 51 (6): 378-381, 1981.

ABSTRACT

FRESH WEIGHT ESTIMATED IN SOME FRUIT CHARACTERS OF THREE CITRUS CULTIVARS

The objective of this study was to determine the most influencing physical characters on fruit weight, for its further estimation through appropriate mathematical expressions and single evaluations. Fruits were picked from Valencia orange, Marsh grapefruit and Dancy mandarin trees over 1977-1985 period. Samplings were periodically performed to each cultivar from the early fruit development up to its harvesting stage. Juice weight, fruit diameter, weight and peel thickness were evaluated. A path coefficient method was used to decompose the influence of variables into its direct and indirect effects, taking into account fresh fruit weight as a causative element. Also, lineal regression analyses were conducted among the most related variables. It was found that fruit diameter should be considered to estimate fresh weight of mandarin and oranges whereas fruit diameter, followed by juice weight, in grapefruit.

Manuscrito recibido el 8/XII/86.