

Rendimiento y calidad de frutos de ateje cultivado en agroecosistemas para la alimentación animal

Yield and quality of Ateje fruits grown in agroecosystems for animal feed

Mabel Márquez Ferrer

Licenciada en Estudios Socioculturales. Universidad Hermanos Saíz Montes de Oca, Pinar del Río, Cuba, mabe@upr.edu.cu; ID: <https://orcid.org/0000-0001-6250-9812>

María Teresa Martínez Echevarría

Doctora en Ciencias Agrícolas, profesora Titular. Universidad Hermanos Saíz Montes de Oca, Pinar del Río, Cuba, maritem@upr.edu.cu; ID: <https://orcid.org/0000-0001-5434-8940>

Mariol Merejón García

Doctora en Ciencias Agrícolas, profesora Titular. Universidad Hermanos Saíz Montes de Oca, Pinar del Río, Cuba, mariol@upr.edu.cu; ID: <https://orcid.org/0000-0003-3099-4539>

Para citar este artículo/To reference this article/Para citar este artigo

Márquez Ferrer, M., Martínez Echevarría, M. T. & Morejón García, M. (2021). Rendimiento y calidad de frutos de ateje cultivado en agroecosistemas para la alimentación animal. *Avances*, 23(4), 462-473, <http://www.ciqet.pinar.cu/ojs/index.php/publicaciones/article/view/656/1839>

Recibido: 17 de junio de 2021

Aceptado: 16 de septiembre de 2021

RESUMEN

Los frutos de ateje (*Cordia collococca*), podrían constituir una alternativa como suplemento alimenticio para animales, emprender proyectos productivos como frutal poco conocido, motivaran su demanda en el mercado local. Evaluar el comportamiento del rendimiento y la calidad de las frutas,

en dos agroecosistemas del municipio de Pinar del Río para establecer su eficiencia agronómica es el objetivo de esta investigación. Se utilizaron diferentes metodologías y métodos; el muestreo probabilístico permitió recolectar la información de la muestra seleccionada de forma aleatoria para

determinar la calidad de los frutos. Hay diferencias significativas ($p > 0,05$) en cuanto al número de frutos recolectados/árbol en función del AF con alta variabilidad entre los árboles experimentales. La prueba t de Student se utilizó para determinar si hay una diferencia significativa entre las medias de los grupos evaluados. El comportamiento entre el rendimiento (kg/árbol) y el número de frutos recolectados en función del IAF, no se hallaron diferencias significativas ($p > 0,05$), el rendimiento medio osciló entre (21,3 y 37,6) kg / árbol. El fruto de ateje presenta baja densidad y el porcentaje de azúcar oscila entre $11,13 \pm 1,15$ y un máximo $12,53 \pm 4,85$. La producción de frutos de ateje estimada permite una planificación para actores públicos y privados que permita utilizar el fruto de ateje para la seguridad alimentaria animal y la sustentabilidad ambiental de los agroecosistemas.

Palabras clave: *Cordia collococca*; frutos; rendimiento; parámetros de calidad.

ABSTRACT

The fruits of ateje (*Cordia collococca*), could constitute an alternative as a nutritional supplement for animals, undertake productive projects such as little-known fruit tree, motivate their demand in the local market. The

objective of this research is to evaluate the performance of the yield and the quality of the fruits, in two agroecosystems of the municipality of Pinar del Río to establish their agronomic efficiency. Different methodologies and methods were used; Probability sampling allowed to collect the information from the randomly selected sample to determine the quality of the fruits. There are significant differences ($p > 0.05$) in terms of the number of fruits collected / tree depending on the FA with high variability between the experimental trees. Student's t test was used to determine if there is a significant difference between the means of the groups evaluated. The behavior between the yield (kg / tree) and the number of fruits collected according to the IAF, no significant differences were found ($p > 0.05$), the average yield ranged between (21.3 and 37.6) kg / tree. The ateje fruit has low density and the percentage of sugar ranges between 11.13 ± 1.15 and a maximum of 12.53 ± 4.85 . The estimated cardiac fruit production

allows planning for public and private actors that allows the use of cardiac fruit for animal food security and the

environmental sustainability of agroecosystems.

Keywords: *Cordia collococca*; fruits; yield; quality parameters.

INTRODUCCIÓN

Actualizar y ejecutar programas que estén dirigidos a la preservación y rehabilitación de los recursos naturales que se utilizan: suelos, agua, bosques, animales y plantas, a través de la capacitación de los productores es una necesidad para la gestión ambiental (PCC, 2016).

La selección de especies arbóreas multifuncionales para los agroecosistemas productores de alimentos, forma parte del interés socioeconómico y medio ambiental de la nueva proyección agroproductivo actual, para asegurar beneficios a largo plazo en correspondencia con la sostenibilidad de los agroecosistemas (González, Hernández y Del Pino, 2016).

El ateje fue uno de otras tantas especies que en el transcurso del tiempo con los avances tecnológicos fue perdiendo su interés agrícola, actualmente se establece en los

agroecosistemas como cercas vivas, dando lugar al no aprovechamiento de sus frutos para la alimentación animal, ya que no existen estudios publicados en los que se haya evaluado el efecto de la calidad de la planta a corto y largo plazo (Martínez, Betancourt & García, 2017).

El árbol de ateje aporta beneficios económicos, puesto que sus frutos son apetitosos y se pueden emplear en la alimentación animal, preparación de vinos y otras utilidades de interés medicinal, además de ser una planta que favorece la conservación y/o mejoramiento de los suelos, haciéndose una necesidad evaluar el comportamiento del rendimiento y la calidad de las frutas, en dos agroecosistemas del municipio de Pinar del Río para establecer su eficiencia agronómica se consideró como objetivo de la investigación.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en las etapas del ciclo reproductivo del cultivo, en los períodos 2019/2020 en fincas

pertenecientes a la Cooperativa de Producción Agropecuaria (CPA) Roberto Amarán y la finca Leonardo

López de Armas de la Cooperativa de Créditos y Servicios (CCS) "Ceferino Fernández" del municipio Pinar del Río. Para la selección de árboles de *Cordia allcocca* se utilizó metodología adaptada de prácticas no destructivas de la estimación del Área Foliar por Árbol (AF/árbol), según Pérez *et al.* (2015), posteriormente se calculó el Índice de Área Foliar (IAF), cada árbol fue considerado una unidad experimental. Los 6 árboles (unidades experimentales) tres de cada finca fueron seleccionados buscando un amplio rango de IAF, para lo cual se utilizó el área de la Sección Transversal del Tronco (ASTT) como indicador inicial del vigor (la cual varió entre 33,5 y 286,6 cm en los árboles experimentales), luego se calculó el IAF. Se utilizó el estadístico R^2 para predecir futuros resultados y probar la hipótesis.

Para la recolección de frutos de ateje, se seleccionó el método sacudimiento manual (Oberthür *et al.*, 2011). Se realizaron tres recolecciones por árbol, en cada recolección se pesaron el total de frutos maduros, se sumó el total de frutos recolectados, luego se dividió por el número de árboles cosechados, para comparar los rendimientos de los agroecosistemas evaluados, se realizó prueba de t de Student para muestra

independientes, usando el programa estadístico SSPS.

Finalmente para determinar la calidad de los frutos de ateje se utilizó diferentes metodologías: para evaluar la densidad se utilizó la metodología de Pinzón, Fisher y Corredor (2007); el índice de madurez se determinó con la metodología de Infoagro (2019); se identificaron los azúcares reductores en jugos de frutas de ateje mediante el método volumétrico de Lane-Eynon, se basa en la determinación del volumen de una disolución de la muestra, que requiere para reducir completamente un volumen conocido de reactivo alcalino de cobre.

Se utilizó el método volumétrico Lane y Eynon descrito en el pasado en el apartado 31036 del AOAC (1984), el cual se basa en la determinación del volumen conocido de un reactivo alcalino de cobre. El punto final se determina por el uso de un indicador interno (azul de metileno), el cual es reducido a blanco de metileno por un exceso de azúcares reductores.

Para evaluar el Índice de Colores (IC), se utilizó la metodología de Castro, Cerquera y Gutiérrez (2013); finalmente se realizó la evaluación sensorial a través de los órganos de los sentidos, (olor, color, textura, sabor y apariencia de la fruta).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La selección visual, correspondió con el

modelo de ajuste de la relación que

existe entre el Área foliar /árbol y ASTT, R^2 (0.198), se restó el valor predicho y el valor observado y se obtuvo el término de error aleatorio ϵ (residual) $-11.49,7.08$, se observó que la variable ASTT, subestimó significativamente la relación AF/árbol según amplio rango del AF/árbol utilizado (11.21m hasta 17,20 m), donde la pendiente de la regresión fue significativamente (0.327) diferente de

la pendiente de la línea 1:1, $p < 0,05$) demostrando la poca versatilidad del modelo, ya que se tendría que desarrollar un modelo para cada árbol de ateje, sin embargo el ajuste para la variable (ASTT) demostró características de practicidad y versatilidad, sin la necesidad de la medición del AFM, que es la variable que más tiempo demanda en su medición (Figura 1).

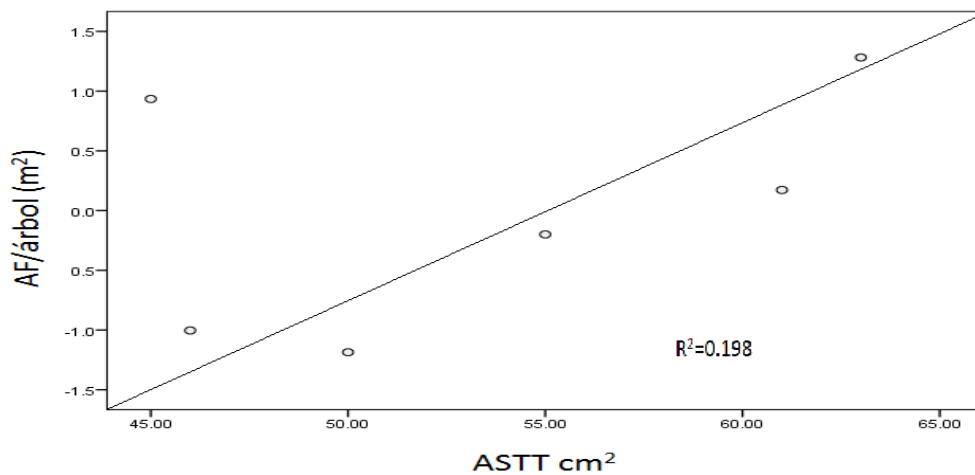


Figura1. Relaciones entre el AF/árbol y ASTT

En cuanto a las variables de crecimiento, el ateje posee un tallo aéreo, de porte leñoso. El tamaño viene determinado tanto por las características genéticas de las plantas como por muchos otros factores, encontrándose plantas de 8-17 m de altura, que en conjunto con el ahijamiento y otros factores influyen sobre la capacidad fotosintética del cultivo y hace posible un desarrollo apropiado, lo que determinará la productividad de las plantas.

El tallo de las plantas estudiadas de ateje varía según la bifurcación que esta presenta, encontrándose la misma a una altura de 1m, donde se le efectuó la medición con una cinta métrica (oscilando entre 49 cm hasta 84 cm de diámetro) y las plantas que no presentaron bifurcación entre 20-40 cm.

En cuanto al número de rama por planta se observó que las plantas con más ramas también producen más hojas, flores y frutos, y el número de

flores por planta fue superior a la cantidad de frutos cosechados, por tanto hubo aborto floral reduciendo de esa manera el rendimiento. El número de frutos por planta se asocia a inflorescencias.

El tamaño del fruto es variable según el material genético y alcanza diámetros variables, se encontraron frutos ovoides con diámetro de 0,4 a

0,7 cm y de largo 0,7 a 1cm, con un peso que oscila entre 0,8583 g y 1g.

El comportamiento entre el rendimiento (kg/árbol) y el número de frutos recolectados/árbol en función del IAF no se hallaron diferencias significativas ($p > 0,05$) entre las medias de las tres recolecciones realizadas del fruto de ateje y la media del total de recolección como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Prueba de t de Student para la igualdad de medias de la total recolección de frutos de ateje.

t	gl	Sig bilateral	Diferencias de medias	Error típico de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
					Inferior	Superior
-2,523	7,870	.042	-6.17	2.74	-12.63	-7.6
-2,651	9,640	.026	-6.19	2.63	-11.78	-2.7

El rendimiento de las plantas evaluadas en las fincas pertenecientes a la CPA Roberto Amarán y la finca Leonardo López de Armas de la CCS "Ceferino Fernández" es igual, con $t = -2,651$, y $gl = 9,640$ con una significancia menor 0.05, se rechaza H_0 siendo diferente el rendimiento de los frutos recolectados en las plantas de los diferentes agroecosistemas. El tamaño de la muestra es pequeño, por lo que la selección de esta prueba es para que el estadístico en el que está basada la inferencia esté normalmente distribuido, utilizándose una estimación de la desviación típica en lugar del valor real.

Sin embargo, el valor real observado mediante el método visual de las medias totales de las recolecciones de frutos de ateje son de (64 y 82) kg /árbol, al dividir estos kilos recolectados entre el total de plantas encontramos que el rendimiento medio de cada árbol está entre (21,3 y 37,6) kg / árbol.

Estos resultados corresponden al 50% de los frutos recolectados, son muchos los frutos que quedan sin recolectar y los caídos al suelo dada las condiciones de crecimiento de esta planta y la inexistencia de una tecnología de recolección adecuada del fruto, siendo el proceso de recolección una de las principales causas del no

aprovechamiento de este recurso natural en los agroecosistemas (Martínez, 2019).

El aporte de estos datos permiten mantener la diversidad de las plantas cultivadas y los animales de granja y domesticados y sus correspondientes especies silvestres, mediante una buena gestión y diversificación de las plantas a nivel nacional, regional y promover el acceso a los beneficios

que se deriven de la utilización de los recursos naturales y los conocimientos tradicionales con una distribución justa y equitativa (Martínez *et al.*, 2017)

La densidad es otra de las variables evaluadas en la investigación para determinar la calidad del fruto de ateje, en la Tabla 2 se muestran los resultados de los valores medios obtenidos.

Tabla 2. Valores medios de la densidad de los frutos de ateje

No	Densidad ((g· mL ⁻¹))	
	Agroecosistema RA	Agroecosistema LL
1	0,176 (0,06) ^a	0,176 (0,06) ^a
2	0,176 (0,06) ^a	0,176 (0,06) ^a
3	0,176 (0,06) ^a	0,176 (0,06) ^a
4	0,174 (0,05) ^a	0,174 (0,05)^a
5	0,174 (0,05) ^a	0,174 (0,05) ^a

Media y desviación estándar para n=5. Letras similares en cada columna indican que no hay diferencia estadísticamente significativa (p<0,05) Tukey. RA (CPA Roberto Amaran), LL (Finca de Leonardo López de Armas).

Se observan diferencias en el número 4 y 5, las mismas están asociadas al proceso de la abscisión, por lo cual para abastecerse de agua empleada en la transpiración y respiración, utilizaría sus propias reservas ya que el fruto muestra ganancias en el peso en los primeros estados de desarrollo para

luego, en los estados de sobre madurez, presentar reducciones significativas en el mismo.

Por otro lado, resulta evidente que el fruto de ateje carece de masa como otras frutas estudiadas, por tanto el peso específico y el peso de los frutos de ateje es bajo (Figura 2). A pesar de que el fruto de ateje presenta baja densidad los resultados de esta variable nos permiten planificar la manipulación del proceso de secado y molienda del fruto deshidratado ya que la densidad está muy relacionada con el rendimiento del fruto.



Figura 2. Peso individual al azar de frutos de ateje

El peso de los frutos individuales (al azar) osciló entre 0,8291 g y 1,000 g, cada racimo contó en promedio de 125; por tanto, cada racimo tuvo un peso aproximado de entre a 112 g y 150 g. Así se logró conocer que 50 racimos aportan entre 5 625 g y 7 500 g (Martínez *et al.*, 2017).

Se pudo constatar a través de métodos visuales y prácticos que el pienso obtenido de 50 ramas se pueden alimentar 20 gallinas criollas durante 15 días, aumentando 0,85 g por semana, mientras que 100 gallinas se pueden alimentar durante tres días con frutos de 50 ramas (Figura 3).



Figura 3. Rendimiento de la recolección de 50 ramas de una planta de ateje.

El porcentaje de azúcar oscila entre $11,13 \pm 1,15$ y un máximo $12,53 \pm 4,85$, este valor permite describir de forma cualitativa la intensidad del sabor dulce del fruto al inicio, por otro lado, la percepción del sabor astringente al final.

En la Figura 4 representa la muestra total de cien frutas de ateje, esta

muestra es fotografiada con el objetivo de determinar el IC de cada fruta como una unidad independiente, la muestra conformada por una muestra homogénea de 10 frutas permitió el monitoreo del cambio del IC durante el proceso de maduración de la fruta en el período de almacenamiento.



Figura 4. Muestra de cien frutos de ateje.

La selección final de 4 frutos como se muestra en la (Figura 5) facilitó aproximarse al color final, corroborando el mismo con la carta de colores. La carta de colores es un muestrario que un fabricante realiza y nos facilita los colores que se

aproximan lo más fiable posible al color final.

En la (Figura 5) se muestra el color rojo 2 de los frutos ateje recolectados, el cual indica su índice de madurez, se percibe la madurez de forma visual, momento adecuado para proceder a su recolección (Infoagro, 2019).

TONO				
Código	# EC2300	#960018	#990000	#660000
Nombre	Annato o Bija	Carmin	Maroon	Lonestar red
Nombre Asignado	Rojo	Rojo 2	Marrón	Vino Tinto
No asignado	1	2	3	4



Figura 5. Color de los frutos de ateje recolectados.

Fuente : Elaboración basada en la carta de color agrícola del Centre Technique Interprofessionnel des Fruits et Légumes (1952).

Los cambios más palpables son el color resultado de la profunda

reestructuración metabólica y química, el ateje es un fruto climatérico

controlado por el etileno y su actividad respiratoria. Por otro lado, en la evolución del color de la piel se pudo apreciar que la piel del fruto evoluciona desde un color verde intenso hacia un color rojo brillante.

Existe una relación positiva entre la evolución del color y el tiempo de maduración, a más días transcurridos de la fructificación, más intensa se hace la coloración roja. El ajuste, según el cálculo del R cuadrado, es de 0,912, el coeficiente de determinación se encuentra cerca de 1, por lo que será mayor el ajuste del modelo a la variable explicada.

Las estimaciones del modelo se ajustan bastante bien a la variable real. Si se compara con el método visual pudiéramos decir que existe una gran coincidencia, sin embargo técnicamente no sería correcto, ya que el modelo explica un 91,2 % a la variable real. El problema, radica en que en el modelo no se tienen en cuenta variables explicativas significativas como las condiciones climáticas específicamente la lluvia, donde si se tienen en cuenta esta variable incluso otras, el R cuadrado aumentará. Es por ello que muchos expertos, estadísticos y matemáticos se oponen al uso del R cuadrado como

medida representativa de la bondad del ajuste real.

El color rojo intenso apreciado en los frutos de ateje, comparado con estudios realizados en frutos rojos (Coyago *et al.*, 2017) revela mayor contenido de licopeno, que resulta significativo para la agricultura, alimentación, nutrición, salud, entre otros. El mercado de estos compuestos como ingredientes de alimentos crece continuamente. Por otra parte, muchos estudios concluyen que niveles apropiados en la dieta pueden ser positivos en la protección contra enfermedades por sus propiedades antioxidantes.

Los resultados aportan datos para determinar la calidad de los frutos de ateje que influirá en su interés agrícola para establecer su eficiencia agronómica en los agroecosistemas con la finalidad de su aprovechamiento en la alimentación animal.

Los órganos de los sentidos fueron los responsables de la evaluación sensorial, a través de, las características de olor (característico), color (rojo brillante), sabor (dulce y astringente) y apariencia de la fruta (uniforme en color y tamaño).

CONCLUSIONES

El comportamiento entre el rendimiento (kg/árbol) y el número de frutos recolectados en función del IAF osciló entre (21,3 y 37,6) kg / árbol este comportamiento permite una planificación para actores públicos y privados que permita utilizar el fruto de ateje para la seguridad alimentaria animal y la sustentabilidad ambiental de los agroecosistemas.

Los resultados del parámetro físico densidad y la calidad de las frutas nos permiten planificar la manipulación del proceso de secado y molienda del fruto deshidratado ya que la densidad está muy relacionada con el rendimiento del fruto.

La calidad óptima del están relacionadas con el rendimiento del fruto y el índice del color.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOAC. Association of Official Analytical Chemists. (1984). *Official Methods of Analysis*. AOAC. [https://www.scirp.org/\(S\(lz5mqp453edsnp55rrgjct55\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1300500](https://www.scirp.org/(S(lz5mqp453edsnp55rrgjct55))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1300500)
- Castro, K.J., Cerquera, N.E., Gutierrez, N. (2013). Determinación del color del exocarpio como indicador de desarrollo fisiológico y madurez en la guayaba pera (*Psidium guajava* cv. Guayaba pera), utilizando técnicas de procesamiento digital de imágenes. *Revista EIA*, 10(19), 79-89, <http://www.scielo.org.co/pdf/eia/n19/n19a07.pdf>
- Centre Technique Interprofessionnel des Fruits et Légumes (1952). *Carta de colores*. CTIFL. <https://fontanetgroup.com/que-es-la-carta-de-color-agricola-ctifl/>
- Coyago-Cruz, E., Corell, M., Stinco, C.M, Hernanz, D., Moriana, A., Meléndez-Martínez, A. J. (2017). Effect of regulated deficit irrigation on quality parameters, carotenoids and phenolics of diverse tomato varieties *Solanum lycopersicum* L. *Food Research International* (96), 72-83. <https://cdn.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/435ae8c7-b8fa-4d08-b003-f9e35d8a56ee/CACHE/css/output.47d85e759621.css>
- González, A., Hernández. J., Del Pino. A. (2016). Extracción y reciclaje de elementos nutritivos por cosecha de *Eucalyptus globulus* en Uruguay. *Bosque*, 37(1),

- <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-92002016000100017>
- Infoagro (2019). Índices de madurez, condiciones óptimas de maduración de frutos. <https://infoagronomo.net/indices-de-madurez-optimos-de-los-frutos/>
- Martínez, M. T. (2019). Estudio sociocultural de la especie (*Cordia alliodora* L.) en agroecosistemas de Pinar del Río. *Avances*, 21(3), 381-391. <http://www.ciget.pinar.cu/ojs/index.php/publicaciones/article/view/457>
- Martínez, M.T., Betancourt, I., García, M. (2017). Potencialidades del fruto de *Cordia alliodora* para su uso en la alimentación de aves. *Revista Cultivos tropicales*, 38(3), 86-93, <https://www.redalyc.org/articulo.oa?=193253129013>
- Oberthür, T., Läderach, P., Posada, H., Fisher, M. J., Samper, L. F., Illera, J., Collet, L., Moreno, E., Alarcón, R., Villegas, A., Usma, H., Pérez, C. & Jarvis, A. (2011). Relaciones regionales entre la calidad inherente del café y el entorno de cultivo para etiquetas de denominación de origen en Nariño y Cauca, Colombia. *Política alimentaria*, 36(6), 783–794, <https://hdl.handle.net/10568/72443>
- Partido Comunista de Cuba, PCC. (2016). Lineamiento de la política económica y social del partido y la revolución para el período 2016 – 2021. En *VII Congreso del PCC*. La Habana, del 16 al 19 de Abril.
- Pérez, A.I, Martínez, G, Miranda, J.L, Viiera de Figuerado, A. (2015). Determinación de área foliar por métodos no destructivos en diferentes cultivares de uva de mesa. *Conference paper*. <https://www.researchgate.net/deref/mailto%3Aaperez.adriana%40inifap.gob.mx>
- Pinzón, I. M., Fisher, G., & Corredor, G. (2007). Determination of the maturity stages of purple passion fruit. *Agronomía Colombiana*, 25(1), 83–95, https://www.researchgate.net/figure/figura-6-Solidos-solubles-totales-SST-o-grados-Brix-acidez-total-tituable-ATT-e_fig2-262543313

Avances journal assumes the Creative Commons 4.0 international license