

Reducción de Pérdidas Mediante el Diseño de un Empaque para la Comercialización del Lulo (*solanum quitoense lam.*)

Juan Carlos Muñoz, * -Álvaro Puentes, **-Fanny Villamizar, C.***

RESUMEN

Con el fin de prevenir las altas pérdidas postcosecha, así como prevenir la disminución de su calidad y mejorar las condiciones de manejo postcosecha del lulo, se diseñó y evaluó un empaque, haciendo un análisis sobre el costo/beneficio entre el sistema tradicional utilizado por los agricultores (el guacal) y el sistema mejorado, mediante el uso del nuevo empaque. Con base en las características físicas obtenidas para el producto y el análisis de las desventajas presentadas en el guacal tradicional, se escogieron como parámetros de diseño: a) la prevención de daño mecánico, b) la ventilación del empaque, c) la reducción del manipuleo de la fruta, posterior al empaque. Anterior a la evaluación del empaque diseñado, se realizaron operaciones previas de limpieza, selección y clasificación, y una única utilización del empaque, desde la cosecha hasta la venta final, durante el transporte y la comercialización. La fruta clasificada y acomodada con separadores de espuma de bajo calibre se transportó en la finca a lomo de mula, como los guacales tradicionales, y luego en viaje, en el mismo camión con la carga común, desde Isnos (Huila), hasta Bogotá, durante 14 horas de viaje. Se evaluó la calidad del producto en el empaque diseñado, a los 3, 11 y 14 días de cosechada la fruta, la cual fue almacenada a una temperatura de 17°C y HR del 70%.

De los resultados de la investigación "Evaluación de pérdidas postcosecha del lulo comercializado en un empaque tradicional" se determinaron las desventajas en el manejo del lulo en el guacal tradicional, se aplicaron los correctivos, diseñando un empaque cuyas características fueron: sistema de empaque mixto, de estructura de madera y cajas de cartón corrugado para dos capas de producto que una vez llenas pueden cerrarse hasta su destino final, sin necesidad de reenvasado. La estructura de madera es desarmable y su retorno hasta el cultivo disminuye el volumen y el costo de transporte y empaque. La calidad del lulo evaluado fue muy buena, presentando un porcentaje de calidad de 99,2% a los 3 días de cosecha y de 86,8% a los 11 días. Se produjo una maduración uniforme en el producto, acorde con la clasificación previa de la fruta y la

adecuada composición de la atmósfera interna. Se logró una mayor relación beneficio/costo (2,01), frente al empaque tradicional (1,4) y una buena aceptación entre los agricultores.

INTRODUCCIÓN

El lulo es una fruta cuya producción en Colombia se realiza entre los 1.500 msnm y 2.500 msnm. generalmente en zonas de ladera, a temperaturas que oscilan entre los 14°C y 22°C y humedad relativa superior al 75%; los requerimientos de agua están entre los 1.500 mm/año y 2.500 mm/año. Durante la etapa productiva el agricultor realiza grandes esfuerzos para obtener frutos de óptima calidad para así tener un buen precio para su producto; sin embargo, las pérdidas de la producción son grandes debido a que no se realizan labores adecuadas de postcosecha y los precios no alcanzan sus expectativas durante su comercialización. La conservación de la calidad final de los productos está en manos del empaque, siendo éste el elemento básico para llegar con un producto de calidad a los mercados.

A. FISIOLÓGIA DE LAS FRUTAS POSTCOSECHA

Las frutas al cosecharse no detienen su actividad fisiológica, pues en éstas se suceden transformaciones de síntesis en sus componentes, para una vez alcanzada la madurez, presentar otros cambios que llevan a la descomposición del producto. La madurez se caracteriza por una serie de transformaciones químicas que determinan cambios de sabor, consistencia, color y aroma. La temperatura de almacenamiento es el factor ambiental más importante que afecta la calidad de frutas y hortalizas, debido a que regula la tasa de todos los procesos fisiológicos y bioquímicos asociados con ese fenómeno. Entre los factores de deterioro de la calidad de los productos agrícolas, en términos generales se encuentran: la tasa respiratoria y la transpiración, las que a su vez se ven afectadas por factores internos y externos como la composición química del tejido, el

* Ingeniero Agrícola, Universidad Nacional de Colombia

** Ingeniero Agrícola, Universidad Nacional de Colombia

*** Ingeniera Agrícola MSc. e Ingeniera de alimentos. Profesora Asociada, Departamento de Ingeniería Agrícola. Programa de Postcosecha de Productos Agrícolas y Agroindustrias, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Colombia

tamaño del fruto, la temperatura, las concentraciones de CO₂ y O₂ en la atmósfera circundante, así como la integridad física y sanitaria del producto, entre otros [3], [5], [6], [8], [9].

B. EMPAQUE

El objeto del empaque es contener temporalmente un producto o conjunto de productos durante su manipulación, transporte, su almacenamiento o su presentación a la venta, con el fin de protegerlos, identificarlos y facilitar esas operaciones [6]. El empaque de frutas y hortalizas, en general, debe satisfacer los requerimientos de conservación de calidad del producto; así, el empaque debe ser una inversión necesaria con el fin de protegerlo en todas las etapas del proceso de mercadeo, eliminando la manipulación individual y uniformando pesos y medidas, de modo que los comerciantes manejen cantidades estandarizadas. Por otra parte, el empleo del empaque proporciona una barrera contra el medio ambiente, la cual depende del tipo de material y de la velocidad de circulación del aire ambiente alrededor del fruto. El efecto de estas barreras de gases es acumulativo y se deben considerar, cuando se selecciona una condición óptima de manejo, para proporcionar la mejor atmósfera alrededor del producto [9].

C. CONSIDERACIONES PARA UN DISEÑO PRELIMINAR DE EMPAQUE

Un diseño preliminar de un empaque debe tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- a. Prevención del daño mecánico.
- b. Tamaño y forma del producto.
- c. Resistencia al manipuleo.
- d. Renovación de aire en el interior.
- e. Materiales del empaque.

I. OBJETIVOS

Con el propósito de contribuir a la solución de la problema de manejo postcosecha de los productos hortofrutícolas. El Departamento de Ingeniería Agrícola de la Universidad Nacional de Colombia, a través del "Programa de Postcosecha de Productos Agrícolas y Agroindustrias", se propuso como objetivo en el presente trabajo, el diseño y evaluación de un empaque que mejore las condiciones de manejo del lulo en la etapa de postcosecha y prevenga la pérdida de calidad, así como un análisis de costo/beneficio entre el uso del sistema tradicional de manejo en el guacal y el sistema mejorado, mediante el uso del nuevo empaque.

II. METODOLOGÍA

Con base en los resultados obtenidos en la investigación "Evaluación de pérdidas postcosecha del lulo comercializado

en un empaque tradicional" [7], donde se analizaron los aspectos que incidían en el deterioro de la calidad de cosecha del lulo manejado en ese empaque se analizaron los siguientes aspectos: (a) los índices de madurez en el momento de cosecha; (b) el despeluzado; (c) transporte al lugar de empaque; (d) selección y clasificación; (e) altura de llenado; (f) manipuleo del empaque; (g) sistema de cierre; (h) apilamiento; (i) necesidad de reempaque; (j) porcentaje de aireación en el empaque; (k) apariencia del empaque; (l) retornabilidad.

Se procedió al diseño de un empaque que mejorara en lo posible los aspectos anteriores para conseguir una buena protección de la calidad del lulo en la etapa recolección-comercialización. Con base en las características obtenidas para el producto y al análisis de las desventajas presentadas en el empaque tradicional, se escogieron como parámetros de diseño: (a) la prevención de daño mecánico; (b) la ventilación del empaque; (c) la reducción del manipuleo de la fruta, posterior al empaque.

Para obtener buena calidad de fruta anterior a la evaluación del empaque diseñado, se realizó un manejo adecuado del producto, en la recolección en la finca, realizando operaciones previas de limpieza, selección y clasificación, adecuadas para la obtención de un producto, homogéneo, de buena calidad desde el cultivo, así como la utilización del empaque diseñado, como único a ser empleado desde la cosecha hasta la venta final, permitiéndole conservar la calidad durante el transporte y la comercialización de la fruta. Una vez empacado el producto en el nuevo empaque, con la fruta clasificada y acomodada con separadores de espuma de bajo calibre, se transportó a lomo de mula, como los guacales tradicionales, desde Isnos (Huila) hasta Bogotá, durante 14 horas de viaje.

A nivel de laboratorio se realizaron evaluaciones sobre la fruta transportada en este empaque, a los tres, once y catorce días de cosechada la fruta, con los mismos parámetros considerados para la evaluación del empaque tradicional. El almacenamiento de la fruta en los empaques se realizó a las condiciones ambientales promedias de Bogotá; temperatura de 17°C y HR del 70%, para hacer visibles los posibles daños sufridos, por el manejo, el empaque y el transporte.

III. RESULTADOS

Se encontraron las siguientes desventajas para ser corregidas en el manejo de lulo en el empaque guacal tradicional, como punto de partida del nuevo empaque:

- Deficiencia en el manejo de fruta en el momento de la cosecha.

- Mal empaque y transporte dentro de la finca, realizado en costales de fibra de 55 kg, amarrados con lazos a lomo de mula por terrenos ondulados hasta el lugar de acopio, donde es vaciado al guacal.
- Ausencia de selección y clasificación, que produce daños mecánicos por las diferencias de resistencia física, por tamaño y madurez dentro del guacal.
- Gran altura de llenado que, por presión produce magulladuras en la fruta, de la superficie al fondo.
- Manipuleo rudo del empaque, al considerar solo la resistencia del material, pero no la del producto en su interior.
- Ausencia de cierre lo que impide la certificación de un peso neto de producto.
- Dificultad de apilamiento por un diseño no estándar.
- Necesidad de reempacado, por la gran cantidad de producto manejado en el guacal, subdividiéndolo a otros empaques de menor capacidad, durante su comercialización final.
- Alta ventilación, (29%), del empaque, lo que produce deshidratación.
- Apariencia poco atractiva para motivación de ventas, carencia de la información indispensable sobre la procedencia, calidad, tamaño y peso necesarios para la identificación del producto.
- No ser reutilizable.

Como resultado, en el empaque diseñado se consideró, para la prevención del daño mecánico ocasionado por sobrepeso, un sistema de empaque mixto, compuesto por una estructura de madera y un conjunto de cuatro cajas de cartón corrugado, (véanse figuras 1,2,3 y 4).

Las cajas de cartón de 12 cm de alto pueden contener dos capas de fruta, separadas por tiras de espuma de poliuretano de 0,5 cm de espesor, usadas como separadores de fruta, que una vez llenas pueden cerrarse hasta su destino final. La estructura de madera es totalmente desarmable, compuesta de piezas simétricas en la base y la tapa, y pares opuestos en las piezas laterales; esto permite reemplazar cualquiera de las partes por deterioro o rompimiento, como también permite el retorno de la estructura desarmada hasta el cultivo; se disminuye así el volumen ocupado, se reduce el costo de transporte y, por consiguiente, del empaque. La ventilación escogida para las cajas de cartón fue de 4,5%, acorde con la tasa respiratoria de la fruta y distribuida en forma simétrica en la superficie.

Los resultados de la evaluación del empaque diseñado mostraron que:

- Se puede dar un manejo fuerte, similar al del guacal tradicional, pues el producto no recibe los impactos en forma directa ya que la estructura de madera es lo suficientemente rígida.
- Se estandariza el peso contenido en las cajas.
- Se permite el apilamiento.
- Se evita el reempaque de la fruta por el contenido de las cajas.
- Al cerrar los empaques se evita la deshidratación excesiva.
- Cada caja permite imprimir la información sobre la identificación del producto, para su comercialización.
- La estructura desarmable, disminuye el costo de retorno al cultivo y por consiguiente, del valor del empaque.
- La aceptación por el agricultor fue buena, dado que no tiene que modificar sustancialmente sus costumbres, permitiéndole el uso de animales de carga para el transporte del producto en la finca.

La evaluación realizada a la calidad final del lulo manejado en este empaque, se aprecia en el cuadro 1 del ensayo 1 a los 3 días de cosecha. Se obtuvo el 99,2% de fruta buena sin evidencia de daño mecánico (0%). A los 11 días, en la segunda evaluación del ensayo 1, se encontró el 60% del lulo maduro y 40% pintón, madurando el 56% del lulo pintón inicial. Los daños poscosecha debidos al empaque en estas condiciones, mostró el 7% de daño mecánico, y en el ensayo 2 a los 14 días de cosecha, evaluación única, mostró solamente el 6% (véase cuadro 2).

En el cuadro 3 se muestran los resultados comparativos para los dos sistemas de manejo evaluados, el guacal tradicional y el empaque diseñado, y en el cuadro 4, un análisis estimativo de los costos de comercialización, donde se evidencia el beneficio de la modificación en el manejo poscosecha y el empaque mejorado.

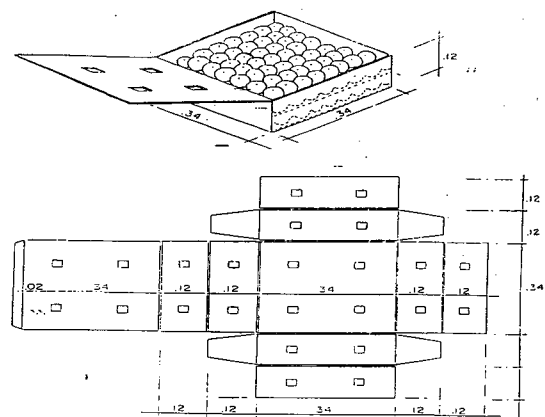


Figura 1. Vista general y desarrollo de la caja de cartón corrugado para la comercialización del lulo, en el empaque diseñado (Esc. 1:7,5).

Cuadro 1. Identificación de los daños poscosecha, del lulo transportado en el empaque diseñado (ensayo 1, a 3 días de cosecha; primera evaluación).

Capa No.	Estado de madurez	Distribución de calidad											
		Bueno				Daños precosecha				Daño mecánico			
		Peso (g)	%	No. Unid.	Peso (g)	A (%)	B (%)	A+B (%)	No. unid.	Peso (g)	A (%)	B (%)	A+B (%)
1	V												
(Fondo)	P	5.601,9	90,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Peso:	M	537,6	8,82	1	76,8	6	0,45	1	0	0	0	0	0
6.216,3 g	SM												
No. 79													
As:(cm ²)	Total	6.139,5	99	1	76,8	6	0,45	1	0	0	0	0	0
6.233,15													
2	V												
Peso:	P	5.680,8	93,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6.064,8 g	M	307,2	5,24	1	76,8	0,1	0,98	2	0	0	0	0	0
No.77	SM												
As:(cm ²)													
6.081,53	Total	59,88	98,9	1	76,8	1	0,98	2	0	0	0	0	0
3	V												
Peso:	P	5365	84,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6.363,6 g	M	921,6	14,6	1	76,8	0,09	0,94	1	0	0	0	0	0
No. 81	SM												
As:(cm ²)													
6.380,58	Total	6.286,6	99	1	76,8	0,09	0,94	1	0	0	0	0	0
4	V												
Peso:	P	5.444,1	87,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6.212 g	M	768	12,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
No. 79	SM												
As:(cm ²)													
6.228,95	Total	6.212,1	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Totales promedio													
Del empaque		24.626	99,2	3	230	0,19	0,59	1	0	0	0	0	0
Total 1 a 4													
Peso:	V												
24.856,8 g	P	22.092	12,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
No. 316	M												
As:(cm ²)	SM												
24.924,2	Total	6.212,1	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total calidad													
del empaque		24.626	99,2	3	230	0,19	0,59	1	0	0	0	0	0

*: tiempo (cosecha-evaluación): 3 días.
 Tipo de transporte: camión estacado, 4 toneladas, carpado.
 Duración del viaje: 14 horas.
 Tipo de vía: pavimentada, buen estado.
 Nota: las columnas de % de daños precosecha y mecánico están divididas en A: área dañada del lulo; B: área buena del lulo.

Estado de madurez:
 V: verde.
 P: pintón.
 M: maduro.
 SM: sobremaduro.

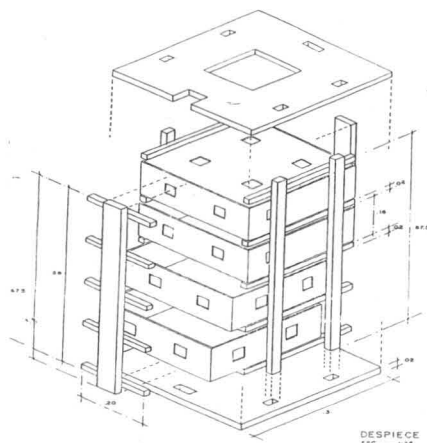


Figura 2. Despiece de la estructura de madera y disposición de las cajas de cartón en su interior, en el empaque diseñado para la comercialización del lulo.



Figura 3. Empaque diseñado para la comercialización del lulo.



Figura 4. Montaje del empaque diseñado para lulo, para ser transportado en la finca.

Cuadro 2. Identificación de daños postcosecha de los ensayos 1 y 2, para la primera y segunda evaluación.

Ensayo	Caja	% buenas	% daños postcosecha	% daños mecánicos
1. 11 días 2ª evaluación	1	86,22	8	6
	2	86,02	8	6
	3	89,39	6	5
	4	85,41	8	7
	X	86,78	8	7
2. 14 días 1ª evaluación	1	88,10	8,7	3,2
	2	89,00	6,5	4,5
	3	86,61	5,5	8,0
	4	85,70	6,3	8,0
	X	87,35	7	6

Cuadro 3. Comparativo de los dos sistemas de comercialización de lulo (tradicional y mejorado) procedente del Huila, para los ensayos 1 y 2.

Sistema	Guacal tradicional		Empaque diseñado		
	Ensayo 1 (1)	Ensayo 2 (2)	Ensayo 1		Ensayo 2 (5)
	Única	Única	Primera (3)	Segunda (4)	Única
Calidad inicial (100%-daño precosecha)	87,3	94,31	99,2	92,4	93,3
Daño de precosecha (%)	12,7	5,69	0,8	7,6	6,7
Daño mecánico (%)	41,2	91,08	0	6	5,9
Total daños (%)	53,9	96,8	0,8	13,6	12,6
Lulo de calidad, a comercializar (%)	46,1	3,2	99,2	86,4	87,4
Tiempo a partir de de la cosecha (días)	3	11	3	11	14
Tiempo en almacenamiento (días)	1	8	1	8	12
Peso inicial del lulo comercializado (g)	30.000	28.500	25.900	25.500	25.200
Peso del lulo al evaluarse el empaque (g)	28.349,6	26.214,1	24.856,8	24.249,5	23.327,0
Pérdida de peso (g)	1.650,4	2.285,9	1.043,2	1.250,5	1.373
Pérdida de peso (%)	5,5	8,02	4,03	4,9	5,45

- (1): a los 3 días de cosecha.
 (2): a los 11 días de cosecha.
 (3): a los 3 días de cosecha.
 (4): a los 11 días de cosecha.
 (5): a los 14 días de cosecha.

Cuadro 4. Análisis comparativo de costos de la comercialización del lulo después de su transporte (ensayo 1), en el guacal tradicional y en el empaque diseñado.

Tipo de empaque	Guacal tradicional		Estructura de madera	
	Madera		Con cajas de cartón	
Materiales				
Tipo de camión	4 t	6 t	4 t	6 t
Número de empaques	129	194	128	198
Pesos (kg)				
-Promedio lulo por empaque	27,5	27,5	24,34	24,34
-Individual del empaque vacío	3,5	3,5	6,7	6,7
-Total lulo transportado	3.547,5	5.335	3.115,5	4.697,62
-Total transportado (empaque más producto)	3.990	6.014	3.973	6.024,22
-% promedio de daño mecánico por manejo postcosecha	41	41	0,8	0,8
-Lulo perdido por mala calidad (kg)	1.454,5	2.187	25	48,2
-Valor total pérdidas por mala calidad (calculado a \$2.700/kg)*. (\$).	3'927.304	5'905.845	67.295	130.123
-Lulo bueno para comercializar	2.093	3.148	3.090,5	4.649
-Valor total lulo bueno (\$)	5'651.100	8'499.600	8'344.350	12'552.300
Costos (\$)				
-Lulo en cultivo (\$900/kg)*	3'192.750	4'801.500	2'803.950	4'227.858
-Unitario del empaque	1.800	1.800	4.500	4.500
-Total de empaques	232.200	349.200	576.000	891.000
-Transporte al mercado	501.645	601.974	501.645	601.974
-Retorno del empaque			214.990	214.990
-Total costos (\$)	3'926.595	5'752.674	4'096.585	5'935.822
-Ingresos neto	1'724.505	2'746.926	4'677.745	6'616.478
-Beneficio/costos	1,44	1,48	2,04	2,11

*: costos en abril de 1999.

CONCLUSIONES

El empaque diseñado consiguió superar prácticamente todas las desventajas presentadas por el guacal tradicional, mejorando las condiciones de manejo, reduciendo principalmente el daño mecánico y manteniendo la calidad inicial de la fruta.

La calidad del lulo después del transporte fue excelente con un porcentaje de 99,2% de lulos buenos los 3 días de cosecha y de 86,8% a los 11 días de cosecha.

El empaque permitió una maduración uniforme, debida a una aireación adecuada en las cajas. A los 14 días de cosechado (ensayo 2) el 87,4% del producto presentó buenas condiciones para ser comercializado: 96% maduro y 4% pintón.

Al reducir el daño mecánico, se consiguió una mayor relación beneficio/costo: 1,4 para el empaque tradicional, y del 2,04 en el empaque mejorado.

El uso y manipuleo de una forma similar al del guacal tradicional en el campo, permite una buena aceptación entre los agricultores.

BIBLIOGRAFÍA

1. AMÉZQUITA, R. y LA GRA, J. *Un enfoque metodológico para identificar y reducir pérdidas de postcosecha*. Publicación 219. IICA. Santo Domingo, República Dominicana. 1979
2. BORRERO, Fanny de *Manual de prácticas de procesos agrícolas*. Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Agrícola, Universidad Nacional de Colombia. p 180. 1989
3. BORRERO F. de, SOLANO R. *Caracterización física del lulo (Solanum quitoense Lam.)*. Convenio SENA - ICTA - Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Ingeniería Agrícola, Manejo Postcosecha de Frutas y Hortalizas, Santa Fe de Bogotá. 1991
4. ————. *Evaluación de pérdidas postcosecha en lulo (Solanum quitoense Lam.)*. Convenio SENA - ICTA - Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Ingeniería Agrícola, Manejo Postcosecha de Frutas y Hortalizas, Santa Fe de Bogotá. 1991
5. ————. *Fisiología postcosecha del lulo (Solanum quitoense Lam.)*. Convenio SENA - ICTA - Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Ingeniería Agrícola, Manejo Postcosecha de Frutas y Hortalizas, Santa Fe de Bogotá. 1991
6. FAO. "Manual para el mejoramiento del manejo postcosecha de frutas y hortalizas". *Boletín de la Oficina Regional de la FAO* No. 43. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 1984.
7. MUÑOZ, Juan y PUENTES, Álvaro. *Evaluación de la calidad del lulo (Solanum quitoense Lam.) y diseño de un empaque apropiado para su comercialización*. Tesis de grado, Departamento de Ingeniería Agrícola, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Colombia, Santa Fe de Bogotá. 1993
8. PLANELLA V., Isidro. *Tecnología del manejo de frutas y hortalizas*. IICA, Bogotá, Colombia. 242 p. 1987
9. PANTASTICO, B. E. *Fisiología de la postcosección, manejo y utilización de frutas y hortalizas tropicales y subtropicales*. Continental, México. 1979
10. WILLS, R.H. *Fisiología y manipulación de frutas y hortalizas postcosección*. Ed. Acibia. España. 1984