

Evaluación de Pérdidas Postcosecha del Lulo (*solanum quitoense lam.*), Comercializado en un Empaque Tradicional

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

RESUMEN

Con el fin de evaluar la incidencia del empaque tradicional colombiano sobre la calidad del lulo, se llevó a cabo el estudio de las causas del deterioro postcosecha y la cuantificación de las pérdidas por factores de manejo, empaque y condiciones de transporte, entre fincas ubicadas en el departamento del Huila y la Corporación de Abastos de Bogotá, CORABASTOS. Para ello se identificaron los diferentes empaques regionales comercializados en la central y se caracterizó el más común, así como la calidad de la fruta en ellos contenida, determinando el porcentaje de daños de precosecha y mecánicos postcosecha. También se cuantificó el daño causado por la profundidad de llenado.

Se encontró que el empaque tradicional más utilizado en el país es el guacal de dimensiones 40 cm x 45 cm x 50 cm, y capacidad promedio de 28 kg, teniendo como única ventaja la resistencia al manipuleo y como desventajas, el ser desechable, de alta relación de peso, RP, empaque/producto y alto daño mecánico por compresión. El lulo se caracterizó físicamente como una fruta liviana, con pesos entre 55 g y 70 g, redondez de 0,95, esfericidad de 0,96, diámetro promedio de 4,9 cm y área superficial de 76 cm². La madurez del lulo en el guacal fue: maduro 43,2%, pintón 37,3% y sobremaduro 13,6%. La calidad varió de producto bueno en 27,1% (fondo) a 67,9% (capa superior), en lulos pintones y maduros. El porcentaje promedio de daños precosecha fue de 12,7% del total, con una intensidad del 1,8% del área superficial. El daño mecánico aumentó de la superficie al fondo del empaque. La evaluación global del empaque a los tres días de cosecha mostró un producto con elevado daño (53,9%), del cual el 42% por mal manejo y empaque, valor duplicado a los 11 días, con 91,08% de los lulos solo con el daño mecánico, 5,69% con daños de precosecha y solo el 3,39% con lulos buenos. Se concluyó que el guacal no protege la calidad ni la integridad física del producto, no es reutilizable e incrementa el valor por unidad de producto comercializado. Se identificaron como las principales causas de los daños mecánicos postcosecha en la fruta el desconocimiento del índice de cosecha, la eliminación fuerte de la peluza superficial, la ausencia de selección y clasificación, que en solo ocho días pasaron del 42% al 91%, por la profundidad del empaque y la avanzada madurez del producto.

INTRODUCCIÓN

El lulo (*Solanum quitoense Lam.*) tiene importancia económica en los departamentos del Huila, Valle del Cauca, Antioquia, Boyacá y Cundinamarca, como fruta para mercado fresco, con un potencial para la creciente industria de jugos y refrescos. El lulo es un frutal arbustivo originario de los bosques de la región subtropical húmeda de Suramérica, que requiere condiciones ecológicas muy especiales, pues no tolera temperaturas elevadas ni tampoco demasiado bajas. Su fruto es una baya de coloración externa amarillo-anaranjado cuando está maduro y verde internamente. La pulpa es de sabor agridulce y contiene muchas semillas pequeñas.

Durante el cultivo del lulo el agricultor realiza grandes esfuerzos para obtener frutos de buena calidad como garantía económica, pero en la realidad se presentan altas pérdidas físicas en la producción, dado lo delicado de la fruta madura y las deficientes labores de manejo postcosecha. Lo anterior trae como consecuencia unas altas pérdidas de producto durante la comercialización y ocasiona altos costos económicos y sociales.

A. PÉRDIDAS EN LA POSTCOSECHA DE PRODUCTOS AGRÍCOLAS

Las frutas como órganos vegetales vivos, en la etapa de postcosecha, están sujetas a cambios provocados por la actividad fisiológica, ya que al cosecharse continúan realizando las actividades metabólicas como la respiración y la transpiración, que producen cambios físicos y químicos en su composición. La actividad respiratoria es un índice de longevidad del producto después de cosechado que permite indicar el deterioro de la calidad. Un elevado incremento de la respiración se produce como consecuencia de golpes, magulladuras y rajaduras debidas a un mal manejo que reduce la vida postcosecha. [7], [8], [9], [10].

* 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

Las pérdidas ocurridas en estos productos desde la cosecha hasta la comercialización se deben a diversos factores, varían entre regiones de la misma zona, por diferencias de clima, tecnología de los sistemas de cultivo y manejo del producto y oscilan entre el 15% y el 60%. Los factores más relevantes, además de las inadecuadas prácticas de cosecha, manejo y empaque son los aspectos socioeconómicos y los sistemas de comercialización ineficientes, agravados por la carencia de programas continuos de investigación y de infraestructura básica. [8].

Las pérdidas poscosecha pueden clasificarse en:

- **Pérdidas directas:** que representan cualquier cambio en la integridad física o química de los productos afectando su calidad y son causadas por insectos, roedores, pájaros, hongos y bacterias.
- **Pérdidas indirectas:** que se producen por el deterioro de la calidad del producto como consecuencia de las variaciones de temperatura, condiciones de manejo, empaque, transporte, carga y descarga.
- **Pérdidas económicas:** que se deben a las variaciones de los precios en el mercado entre la oferta y la demanda y ocurren en períodos cortos.
- **Pérdidas de origen tecnológico:** que se producen por la carencia o aplicación inadecuada de la tecnología, aun en condiciones socioeconómicas favorables para su implementación.
- **Pérdidas fisiológicas:** que se deben al envejecimiento natural de los productos, y a pérdidas de peso debidas a la transpiración durante las condiciones de almacenamiento, transporte y manejo, donde se deteriora la calidad.

B. EMPAQUE

El empaque ha sido usado a través del tiempo como uno de los elementos básicos para la protección de la calidad de los productos durante el mercadeo para evitar el deterioro, que puede llegar hasta la pérdida total del producto. El objeto del empaque es contener temporalmente el producto o conjunto de productos durante su manipulación, transporte, almacenamiento y presentación a la venta, para protegerlos, identificarlos y facilitar su mercadeo.

El empaque para frutas y hortalizas debe satisfacer los requerimientos tanto del producto como del mercado. La naturaleza perecedera de los productos frescos implica una inversión necesaria en el empaque, eliminando la oportunidad de manipulación individual y uniformando pesos y medidas.

I. OBJETIVOS

El presente estudio se realizó, dentro de la línea de investigación, sobre manejo postcosecha de productos agrícolas, del Departamento de Ingeniería Agrícola de la Universidad Nacional de Colombia, a través del "Programa postcosecha de Productos Agrícolas y Agroindustrias". El objetivo general fue la evaluación de la calidad del lulo durante la etapa entre la recolección y la comercialización, para identificar y cuantificar las causas de deterioro en el sistema tradicional usado por la mayoría de los agricultores en el país, medido como un acumulativo porcentual y relacionándolo con factores de precosecha, cosecha, empaque y transporte, entre la finca y la Central de Abastos de Bogotá.

II. METODOLOGÍA

Para el logro de los objetivos propuestos, se procedió de la siguiente manera:

- a. Se investigaron los empaques de lulo que llegan a la central de abastos, lugar de mayor comercialización de productos perecederos en el país. Se evaluó el volumen comercializado y la zona de procedencia, para analizar las características de cada empaque y su influencia sobre la calidad.
- b. Se seleccionó el empaque más común, para evaluar sus dimensiones, peso, capacidad y aireación, así como la calidad presentada por el producto.
- c. Se cosechó y empacó el producto en el empaque tradicional procedente de una finca de Isnos en el departamento del Huila y se transportó en camión a Bogotá durante 14 horas de viaje.
- d. A nivel de laboratorio se cuantificaron las características físicas del fruto en el empaque tradicional, en cuanto a peso, área superficial, forma, tamaño, redondez, esfericidad, volumen real y peso específico.
- e. Se evaluó la calidad de la fruta utilizando parámetros de uniformidad respecto a su madurez e integridad física, expresada ésta última como porcentaje de área superficial unitaria afectada por daños de precosecha y mecánicos postcosecha.
- f. El porcentaje de daños se calculó relacionando el área superficial afectada respecto al área total.
- g. En la evaluación total de la calidad de la fruta en el empaque, éste se subdividió en cinco capas de aproximadamente 10 cm cada una, para identificar el daño causado por la profundidad de llenado.

III. RESULTADOS

Se encontro que el guacal es el empaque tradicional más utilizado en el país en la comercialización del lulo, pues aproximadamente el 80% del volumen producido se comercializa en él. Sus características se muestran en el cuadro 1. Tiene como única ventaja la resistencia al manipuleo por su construcción de madera, característica que se desaprovecha por falta de un diseño estándar que no permite el apilado. Como desventajas se evidencian: el ser desechable, no poder retornarse a los sitios de producción por el alto peso, volumen y costo de retorno de las cajas vacías, así como alta relación de peso, RP, es decir demasiada fruta por peso de empaque, y alto daño mecánico por compresión (véase figura 1).

El lulo comercializado es una fruta liviana con peso entre 55 g y 70 g, una redondez de 0,95, una esfericidad de 0,96, para unos valores promedio de diámetro 4,9 cm y área superficial de 76 cm²; la correlación entre peso y área superficial fue de 90%, lo cual permitió una buena aproximación en los cálculos de pérdida de calidad, en la evaluación del área superficial dañada.

La calidad del lulo en el guacal tradicional mostró que el grado de madurez predominante es el maduro, M, con 43,2%, seguido de pintón, P, 37,3% y el sobremaduro, SM, 13,6%; resultado similar en cada una de las cinco capas estudiadas. Se evidenció que la fruta se ha cosechado sin considerar un índice de recolección adecuado, ni selección o clasificación (véase cuadro 2). El avance de la madurez del lulo en el guacal se evidencia en el cuadro 3. La cantidad de producto bueno encontrado aumentó del 27,1% (fondo) a 67,9% (capa superior), representados en lulos pintones y maduros. El porcentaje promedio de fruta, con daños de precosecha fue de 13% del total, y la intensidad del daño sólo afecta el 2% del área superficial. El daño mecánico por el guacal fue aumentando de la superficie con 17% al fondo del empaque con 60%, así como el incremento con la madurez (véase cuadro 4).

De los resultados anteriores de la evaluación global a los tres días de cosecha se deduce, que el producto llega con un porcentaje elevado de daño, 54%, y de este valor, el 41% es causado por mal manejo y un empaque deficiente; este valor se duplica a los 11 días, cuando aproximadamente el 91% de los lulos presentan daños mecánicos, el 5,69% daños de precosecha y solo el 3,39% son lulos buenos. En general, la tendencia al deterioro mecánico fue directamente proporcional a la profundidad del empaque y a la avanzada madurez del producto (véase cuadro 5).

Cuadro 1. Características físicas y de manejo del guacal tradicional de lulo, en Colombia.

| Características físicas y de manejo | |
|-------------------------------------|-----------------|
| Dimensiones (X, Y, Z)* (cm) | 40 x 45 x 50 |
| Peso (kg) | 3,5 |
| Capacidad (kg) | 27,5 |
| Aireación (%) | 29 |
| RP** | 7,8 |
| Número de veces utilizado | 1 |
| Resistencia al apilamiento | Buena |
| Resistencia al manipuleo | Buena |
| Condiciones de limpieza | No presenta |
| Etiquetado | No presenta |
| Apariencia comercial | Poco atrayente |
| Materiales de construcción | Madera burda*** |

*: dimensiones interiores: X: ancho, Y: largo, Z: alto.

***: relación de pesos del empaque.

RP= (peso del producto empacado)/(peso empaque vacío)

***: generalmente desechos de otros usos.

Cuadro 2. Clasificación por grados de madurez y pesos, del lulo comercializado en el guacal tradicional (Ensayo 1, a 3 días de cosecha. Evaluación única).

| Capa No. | Peso (g) | No. total unid. | Estado de madurez | No. de unidades | Peso (g) | % peso por capa |
|----------|----------|-----------------|-------------------|-----------------|----------|-----------------|
| 1 | 5.465,8 | 79 | V | 4 | 291,1 | 5,3 |
| (Fondo) | | | P | 30 | 2.125 | 38,9 |
| | | | M | 34 | 2.356,7 | 43,1 |
| | | | SM | 11 | 694 | 12,7 |
| 2 | 5.843,3 | 83 | V | 5 | 354,5 | 6,1 |
| | | | P | 32 | 2.263,2 | 38,7 |
| | | | M | 35 | 2.496,4 | 42,7 |
| | | | SM | 11 | 729,2 | 12,5 |
| 3 | 5.899,8 | 85 | V | 6 | 404,5 | 6,9 |
| | | | P | 30 | 2.143,6 | 36,3 |
| | | | M | 32 | 2.219,7 | 37,6 |
| | | | SM | 17 | 1132 | 19,2 |
| 4 | 5.655,8 | 81 | V | 4 | 302,2 | 5,3 |
| | | | P | 28 | 1.993,8 | 35,3 |
| | | | M | 40 | 2721 | 48,1 |
| | | | SM | 9 | 638,8 | 11,3 |
| 5 | 5.483,9 | 80 | V | 4 | 306,5 | 5,6 |
| | | | P | 29 | 2.054,9 | 37,5 |
| | | | M | 37 | 2.451,1 | 44,7 |
| | | | SM | 10 | 671,4 | 12,2 |
| Total | 28.350 | 408 | V | 23 | 1.658,8 | 5,9 |
| 1 a 5 | | | P | 149 | 10.580,5 | 37,3 |
| | | | M | 178 | 12.244,9 | 43,2 |
| | | | SM | 58 | 3.865,4 | 13,6 |

*Tiempo: (cosecha-evaluación): 3 días.

Tipo de transporte: camión estacado de 4 toneladas carpado.

Duración del viaje: 14 horas.

Tipo de vía: 93% pavimentada, buen estado.

Estado de madurez:

V: verde

P: pintón

M: maduro

SM: sobremaduro.

Cuadro 3. Comparación entre la madurez del lulo, en el guacal, evaluada a los 3 y 11 días de cosechado.

| Tiempo | Peso (g) | No. unidades | Madurez | % de peso/capa |
|---------------------|----------|--------------|---------|----------------|
| Ensayo 1 3 días | 23.349,6 | 408 | V | 5,9 |
| | | | P | 37,3 |
| | | | M | 43,2 |
| | | | SM | 13,6 |
| Ensayo 2 11 días | 26.614,0 | 392 | V | 2,5 |
| | | | P | 8,5 |
| | | | M | 33,7 |
| | | | SM | 55,3 |

Cuadro 4. Identificación de los daños postcosecha, del lulo comercializado en el guacal tradicional (ensayo 1, a 3 días de cosecha. Evaluación única).

| Distribución de calidad | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|-------------------|-----------|---------------|-------------|------------------|----------|----------|-------|-----------|---------------|----------|-------|-------|-----------|
| Capa No. | Estado de madurez | Buenos | | | Daños precosecha | | | | | Daño mecánico | | | | |
| | | No. unid. | Peso (g) | % | No. unid. | Peso (g) | A (%) | B (%) | A+B (%) | No. unid. | Peso (g) | A (%) | B (%) | A+B (%) |
| 1 | V | | | | 2 | 145 | | 29 | 2,9 | 2 | 146,1 | 1 | 2 | 29 |
| (Fondo) | P | 10 | 708,3 | 13,1 | 2 | 141,7 | 0 | 26 | 2,8 | 18 | 1.275 | 21,4 | 0 | 22 |
| Peso: | M | 8 | 554,5 | 10,3 | 3 | 207,9 | | 3,3 | 4 | 23 | 1.594,2 | 28,5 | | 29 |
| 5.456,8 g | SM | 3 | 189,3 | 3,7 | 3 | 189,3 | | 2,8 | 3,7 | 5 | 315,5 | 5,7 | 0 | 5,9 |
| No. 79 | | | | | | | | | | | | | | |
| As: (cm ³) | Total | 21 | 1.4521 | 27,1 | 10 | 683,9 | 2 | 12 | 13 | 48 | 3.330,8 | 56,6 | 3 | 60 |
| 5.483 | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | V | | | | 2 | 141,8 | | 2,6 | 2,6 | 3 | 212,7 | 0,8 | 3 | 3,8 |
| Peso: | P | 11 | 780 | 13,5 | 1 | 70,7 | 0 | 1,3 | 1,4 | 20 | 1.414,5 | 17,6 | 6 | 23 |
| 5.843,26 g | M | 16 | 1.141 | 19,7 | 2 | 142,7 | 0 | 2,7 | 3,1 | 17 | 1.212,5 | 20,6 | 0 | 21 |
| No. 83 | SM | 4 | 205,2 | 4,7 | 3 | 198,9 | 1 | 2,9 | 4,1 | 4 | 265,2 | 4 | 0 | 4,1 |
| As:(cm ³) | | | | | | | | | | | | | | |
| 5.859,79 | Total | 31 | 2.184 | 37,9 | 8 | 554,1 | 2 | 8,5 | 10 | 44 | 3.104,9 | 43 | 9 | 52 |
| 3 | V | | | | 4 | 269 | | 4,8 | 4,8 | 2 | 134,8 | 0,5 | 2 | 2,5 |
| Peso: | P | 18 | 1.286 | 22 | 22 | 142,9 | 0 | 2,3 | 2,6 | 10 | 714,5 | 9,6 | 3 | 12 |
| 5.899,8 g | M | 16 | 1.110 | 19 | 1 | 69,4 | | 0,8 | 1,4 | 15 | 1.040,5 | 10,6 | 5 | 16 |
| No. 85 | SM | 6 | 399,5 | 7 | 3 | 199,8 | 1 | 2,6 | 3,6 | 8 | 532,7 | 8,1 | 1 | 9,2 |
| As:(cm ³) | | | | | | | | | | | | | | |
| 5.916,38 | Total | 40 | 2.796 | 48 | 10 | 681,7 | 2 | 11 | 12 | 35 | 2.422,5 | 26,8 | 15 | 44 |
| 4 | V | | | | 3 | 226,7 | | 4,2 | 4,2 | 1 | 75,6 | 0,5 | 1 | 1,5 |
| Peso: | P | 18 | 1.292 | 22,8 | 1 | 71,2 | 0 | 1,4 | 1,5 | 9 | 640,9 | 4,9 | 7 | 12 |
| 5.855,8 g | M | 20 | 1.361 | 24 | 3 | 204,1 | | 3 | 3,8 | 17 | 1.156,4 | 9,6 | 9 | 19 |
| No. 81 | SM | 2 | 143 | 27 | 2 | 142 | | 1,8 | 27 | 5 | 354,9 | 3,5 | 3 | 6,5 |
| As:(cm ³) | | | | | | | | | | | | | | |
| 5.672,17 | Total | 40 | 2.784 | 49,5 | 9 | 643,9 | 2 | 10 | 12 | 32 | 2.227,7 | 18,5 | 20 | 38 |
| 5 | V | | | | 4 | 306,5 | | 5,8 | 5,8 | | | | | 0 |
| Peso: | P | 24 | 1.701 | 31,2 | 3 | 121,6 | 0 | 3,7 | 4,1 | 2 | 141,7 | 0,6 | 2 | 2,8 |
| 5.483,9 g | M | 25 | 1.656 | 30,4 | 2 | 132,5 | | 2 | 2,6 | 10 | 662,5 | 0,9 | 1 | 2,1 |
| No. 80 | SM | 5 | 335,7 | 6,3 | 2 | 134,3 | | 1,8 | 2,7 | 3 | 201,4 | 3 | | 3,9 |
| As:(cm ³) | | | | | | | | | | | | | | |
| 5.500,12 | Total | 54 | 3.693 | 67,9 | 11 | 785,9 | 2 | 13 | 15 | 15 | 1.005,6 | 12,6 | 4 | 17 |
| Total 1 a 5 | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso: | V | | | | 15 | 1090 | | 4,1 | 4,1 | 8 | 569,2 | 0,56 | 2 | 2,2 |
| 28.349,56 g | P | 81 | 5.755 | | 9 | 639,1 | 0 | 2,2 | 2,4 | 59 | 4.186,6 | 11,2 | 3 | 14 |
| No. 408 | M | 85 | 5.822 | | 11 | 756,5 | | 2,3 | 2,9 | 82 | 5.666,1 | 16,8 | 2 | 19 |
| As:(cm ³) | SM | 20 | 1.332 | | 13 | 864,2 | | 2,3 | 3,3 | 25 | 1.669,9 | 5,39 | 1 | 6,4 |
| 5.500,12 | Total | | | | | | | | | | | | | |
| Total calidad del empaque | | | 12.909 | 45 | 48 | 3.349 | 2 | 11 | 13 | | 12.092 | 33,9 | 7 | 41 |

*: tiempo (cosecha-evaluación): 3 días.

Tipo de transporte: camión estacado, 4 toneladas carpado.

Duración del viaje: 14 horas.

Tipo de vía: 93% pavimentado, buen estado.

Nota: las columnas de % de daños precosecha y mecánico están divididas en A: área afectada, B: área en buen estado.

Estado de madurez:

V: verde.

P: pintón.

M: maduro.

SM: sobremaduro.

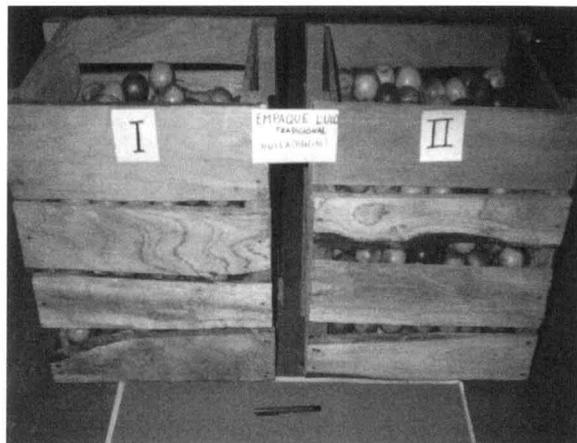


Figura 1. Sistema tradicional de manejo del lulo en el guacal.

Cuadro 5. Comparación entre los daños postcosecha del lulo comercializado en el guacal tradicional.

Ensayo 1 (3 días de cosecha) y ensayo 2 (11 días de cosecha).

| Ensayo | Capa No. | % buenos | Daño precosecha (%) | Daño postcosecha (%) |
|--------|----------|--------------|---------------------|----------------------|
| 1 | 1 | 27,1 | 13,4 | 59,5 |
| | 2 | 37,9 | 10,2 | 51,9 |
| | 3 | 48,0 | 12,4 | 43,9 |
| | 4 | 49,5 | 12,2 | 38,03 |
| | 5 | 67,9 | 15,2 | 16,9 |
| | x | 46,04 | 12,72 | 41,19 |
| 2 | 1 | 0,0 | 4,36 | 95,64 |
| | 2 | 1,44 | 5,59 | 92,97 |
| | 3 | 2,94 | 3,66 | 93,40 |
| | 4 | 4,71 | 6,31 | 88,98 |
| | 5 | 8,02 | 7,79 | 84,19 |
| | x | 3,39 | 5,69 | 91,08 |

CONCLUSIONES

El guacal de madera, de dimensiones 40 cm x 45 cm x 50 cm y capacidad promedio de 28 kg de producto, es el empaque más usado en la comercialización del lulo, a nivel nacional, teniendo la desventaja de no proteger la calidad ni la integridad física del producto; no es reutilizable por su gran tamaño y peso, lo que incrementa el valor por unidad de producto comercializado.

Las características físicas del lulo procedente del departamento del Huila, mayor productor de la fruta, son las de una fruta liviana con pesos entre 55 g y 70 g, de forma regular esférica.

El desconocimiento de un índice de cosecha apropiado, la deficiente técnica de despeluzado, la ausencia de selección y clasificación previas al empaque, hacen que el lulo sea una fruta muy susceptible al daño mecánico, factores que se agravan por el descenso de la firmeza con la madurez, durante su comercialización.

El lulo en el guacal llega a la Central de Abastos de Bogotá con un elevado porcentaje de daño: 54% del cual el 42% es daño mecánico, 13% daños de precosecha y sólo el 45% es fruta buena. El porcentaje de daños se aumenta sensiblemente con la duración de la comercialización.

La progresión del deterioro va de la superficie, donde es 17%, hacia el fondo del empaque con 60%, así como con el avance de la madurez.

La deficiente calidad inicial de la fruta no la hace apta para almacenamiento posterior, pues en sólo 8 días el porcentaje de producto dañado pasó del 41% al 91%, valor representado por 29,5% de maduro y 54% de sobremaduro.

BIBLIOGRAFÍA

1. AMÉZQUITA, R. y LA GRA, J. *Un enfoque metodológico para identificar y reducir pérdidas de poscosecha*. Publicación 219. IICA, Santo Domingo, República Dominicana. 1979
2. BORRERO, F. de. *Manual de prácticas de procesos agrícolas*. Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Agrícola, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 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. *Tecnología del manejo de frutas y hortalizas*. IICA, Bogotá, Colombia. 242 p. 1987
9. PANTASTICO, B. E. (1979). *Fisiología de la postrecolección, manejo y utilización de frutas y hortalizas tropicales y subtropicales*. Continental, México.
10. WILLS, R.H. *Fisiología y manipulación de frutas y hortalizas posrecolección*. Ed. Acricbia, España. 1984