

## Implementación de mejora en el proceso de empaque del banano: caso aplicado en finca de Urabá (Antioquia)

### Implementation of improvement in the banana packing process: case applied in a farm in urabá (Antioquia)

### Implementação de melhorias no processo de embalagem de banana: caso aplicado em uma fazenda de urabá (Antioquia)

Trespalacio González, Anderson Manuel

Anderson Manuel Trespalacio González  
amtrespalacio@americana.edu.co  
Corporación Universitaria Americana, Colombia

**Ingente Americana**  
Corporación Universitaria Americana, Colombia  
ISSN-e: 2954-5463  
Periodicidad: Anual  
vol. 2, núm. 2, 2022  
ingenteamericana@coruniamericana.edu.co

Recepción: 03 Octubre 2021  
Aprobación: 22 Enero 2022

URL: <http://portal.amelica.org/ameli/journal/731/7313661004/>

DOI: <https://doi.org/10.21803/ingecana.2.2.400>

Autor de correspondencia: [amtrespalacio@americana.edu.co](mailto:amtrespalacio@americana.edu.co)

Corporación universitaria Americana



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional.

**Resumen:** El presente trabajo tiene como objetivo identificar las posibles dificultades en el proceso de empaque del banano desarrollado por la finca Kalamary, ubicada en el Urabá Antioqueño, con el fin de implementar mejoras en el proceso de forma que se pueda ofrecer un mejor rendimiento en la planta y aumentar la producción en la finca. Para lograr este propósito, fue realizado un trabajo de campo en el que se obtuvo información preliminar del proceso, con la que posteriormente se realizó una simulación base que reflejó la realidad del proceso de empaque del banano. Por último, se realizó una simulación final en la cual se implementaron las mejoras, evidenciando un aumento en el rendimiento productivo de la finca Kalamary.

**Palabras clave:** Empaque, Banano, Simulación, Procesos.

**Abstract:** This work had as objective to identify the possible difficulties in the packing process of the banana produced by the Kalamary farm, located in the Urabá Antioqueño, with the purpose of implement improvements in the process in order to obtain a better performance in the production facilities and increase the farm production. To achieve this objective, a fieldwork was carried out with the purpose of obtained preliminary information from the process, with which a base simulation was subsequently carried out that showed the reality of the banana packing process. Finally, a final simulation was carried out in order to implemented the improvements, evidencing an increase in the productive yield of the Kalamary farm.

**Keywords:** Banana, packing, simulation, process.

**Resumo:** O presente trabalho visa identificar possíveis dificuldades no processo de empacotamento da banana desenvolvido pela Fazenda Kalamary, localizada em Urabá Antioqueño, a fim de implementar melhorias no processo para que se possa oferecer um melhor desempenho na planta e aumentar a produção na fazenda.

Para tanto, foi realizado um trabalho de campo no qual foram obtidas informações preliminares sobre o processo, com o qual foi posteriormente realizada uma simulação de base que refletia a realidade do processo de embalagem da banana. Por

fim, foi realizada uma simulação final em que as melhorias foram implementadas, mostrando um aumento no desempenho produtivo da fazenda Kalamary.

**Palavras-chave:** Embalagem, Banana, Simulação, Processos.

## INTRODUCCIÓN

Colombia ha tenido una relativa y buena tradición como productora y exportadora de banano, ocupando el cuarto país exportador mundial, alcanzado una producción de 100,4 millones de cajas de 18 kilos de fruta en el 2014 [1], proporcionándole a la agroindustria un papel importante para la economía del país.

La producción de banano ha venido expandiendo sus cultivos representando innovaciones para el proceso de producción, dando pie a realizar producciones con calidad para una comercialización segura y apta para el consumo humano, lo que lleva aportar estándares relevantes cada día para lograr ser líder en el mercado y lograr superar países como Ecuador, Costa Rica y Guatemala [1].

Por tal motivo se desarrolló una simulación del proceso de empaque del banano, mediante la recopilación de información y análisis que se pudo obtener en la visita a la finca Kalamary ubicada en el Urabá Antioqueño, donde se lograra obtener información de los tiempos y métodos en los cuales se ejecutan las actividades, y aplicarlas en las áreas donde se identificaron fallas, como el transporte de la fruta, control y manejo del inventario, aplicación de químicos, bandas transportadoras y el pesaje del banano. La importancia de realizar una implementación de mejoras en el proceso de producción surge a partir de lo observado en el trabajo de campo en lo que se identifica que se puede mejorar la cantidad de fruta que se transporta desde la finca al embarcadero con destino a Europa y que se verá reflejado en un aumento de la utilidad de la operación.

La simulación pretende tener en cuenta unas mejoras significativas que disminuirán el tiempo de ejecución de las actividades en las que se identifiquen mayor oportunidad de mejora y por lo cual se quiere seguir una metodología mixta, en la cual se realizarán observaciones del proceso, tomando en cuenta los tiempos en que se ejecutan las actividades en la finca, forma de trabajo de los operarios y necesidades de la finca.

### MATERIALES Y MÉTODOS

La realización de un estudio de simulación requiere la ejecución de una serie de actividades y análisis que permitan sacarle el mejor provecho [2].

A continuación, se mencionan los pasos básicos para realizar un estudio de simulación.

---

## NOTAS DE AUTOR

amtrespalacio@americana.edu.co

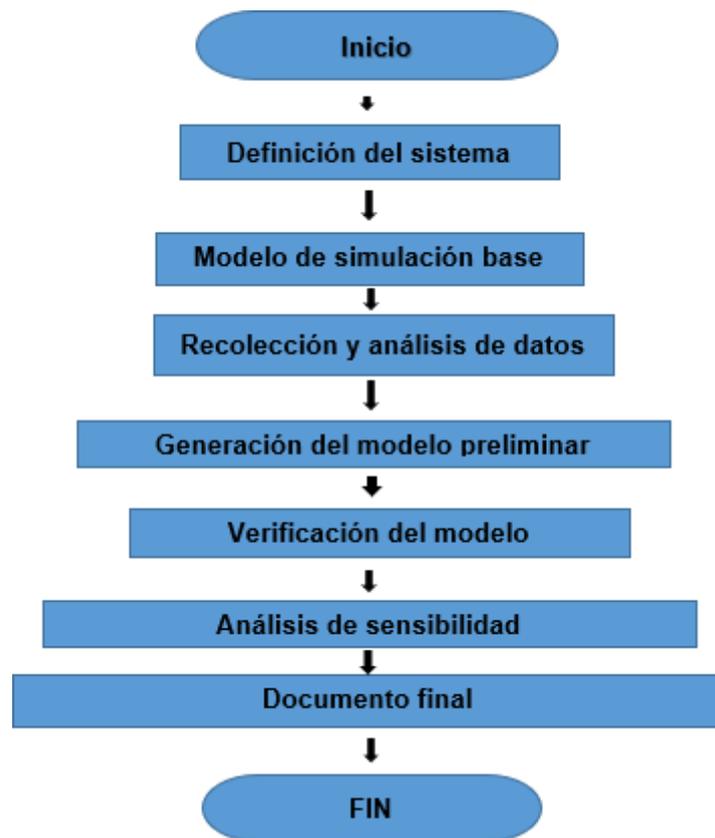


DIAGRAMA 1  
Descripción de metodología  
Elaboración propia a partir de [2]

**Definición del sistema:** En esta etapa es necesario conocer el sistema a modelar, para ello se requiere saber que origina el estudio de simulación. Es por eso que en este paso vamos a describir las áreas que componen la planta de empaque de banano.

**Modelo de simulación base:** Una vez que se ha definido y descrito las áreas que componen la planta se procede a realizar un modelo no formal, a pesar de que no se cuenta con una información estadística en este paso se usará la creatividad para realizar un modelo que refleje la realidad y tener una idea base de cómo quedaría la simulación.

**Recolección y análisis de datos:** Aquí se realiza la recopilación de datos estadísticos de las variables aleatorias del modelo, en esta etapa se debe definir la información que es útil para la distribución de probabilidad, Aquí se analizarán los datos, tiempos y se analizarán si requieren pruebas de bondad y ajuste.

**Generación del modelo preliminar:** En este paso se realiza la integración de la información recolectada y el análisis de datos obtenidos, luego se procede a realizar las relaciones matemáticas, relaciones lógicas, distribuciones y al tener estas actividades listas el modelo estará listo para sus primeras corridas.

**Verificación del modelo:** Cuando se den las primeras corridas al modelo se dará una verificación a los datos y distribuciones para detectar posibles fallas y poder comprobar que los parámetros usados en la simulación funcionen correctamente, algunas de las fallas que surgen posiblemente son debido a error humano u operaciones que requieren de mucha programación o distribuciones de probabilidad difícil de programar.

**Análisis de sensibilidad:** Una vez se tengan los resultados de los dos procesos de simulación del actual y del mejorado, se procede a realizar una revisión para comparar y determinar la diferencia entre las dos simulaciones y poder dar resultados más claros.

**Documento final:** Cuando se realice el análisis de sensibilidad, ya se procede al paso final que es reunir toda la documentación final, dicha documentación debe estar complementada por los modelos de simulación realizados, resultados, distribuciones, alcances y limitaciones, la recopilación de toda esta información mencionada nos permitirá obtener un informe más claro y se podrá sacar conclusiones y dar recomendaciones.

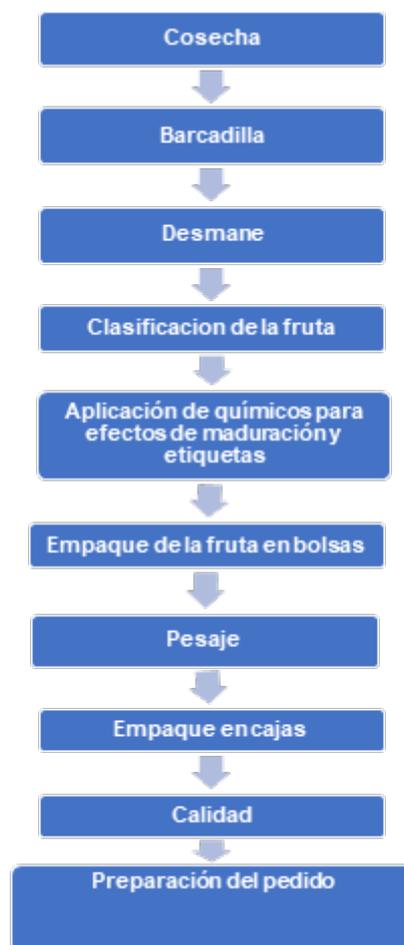


DIAGRAMA 2  
Descripción del proceso de empaque del banano.  
Elaboración propia

**Cosecha:** Es el proceso que inicia desde el momento del corte de los racimos hasta su transporte a la empacadora, e implica un conjunto de procedimientos para conservar en última instancia las características esenciales de la fruta hasta su consumo final, en el banano, la cosecha hace referencia a las labores de corte del racimo, el cual consiste en separar de las plantas madres todos aquellos racimos que cumpla con los requisitos exigidos para el mercado objeto o hayan alcanzado el índice de madurez comercial. El proceso de corte se inicia con la labor del puyero, que es la persona que identifica a los racimos que estén dentro de las especificaciones de corte alcanzado, luego procede a hacer un corte en forma de “V” en la planta para doblarla. El corte se debe hacer en el tercio superior de la planta, para que al doblarla el racimo no se golpee con el suelo o el pseudotallo de la planta. Esto se realiza con herramientas bien afiladas (machete y puya). El colero o recibidor debe recibir el racimo una vez la planta se dobló, este se puede recibir en una cuna o almohada y transportarlo a la empacadora, ya sea por cable vía o en su defecto en la misma cuna.

**Cable vías:** Este sistema debe estar diseñado de tal manera que permita la facilidad del tránsito del operario dentro de él y de los racimos, así mismo en un sentido práctico. Debe tener una altura aproximada de 2.10

metros sobre la superficie y sujetado por arcos de tubo galvanizado o madera inmunizada, colocados entre 8 y 10 metros para su mayor resistencia y durabilidad. El cable debe estar constituido por una varilla de aproximadamente 7/16 de pulgada de diámetro y con una resistencia de 100 kg por Mm para no correr el riesgo de ruptura

**Área de barcadilla:** Es la encargada de recibir la fruta que viene del campo, apenas se corta los racimos de banano estos son guindados en serie en una cadena la cual es jalada por un operario desde el punto de recolección de la fruta hasta el área de barcadilla o “bodega de la fruta recolectada” en este área también se puede evidenciar el tiempo que tiene la fruta esto lo hacen por medio de una bolsa de colores que son amarradas en la parte superior del racimo, en la siguiente área con esta misma bolsa hacen el conteo de racimos cortados y llevan el control del inventario.

**Área de desmane:** medición de la fruta y control de inventario: inicia con una inspección detallada de la fruta en la empacadora, observándose el calibre, largo, presencia de maltratos de campo y verificación de la edad del racimo. Posteriormente se procede a desmanar se corta las manos de banano dejando así el mero vástago y dividir las manos en clúster de acuerdo a las especificaciones del mercado, se procede a un lavado de la fruta en tanques con muy buenas condiciones higiénicas y con una solución de agua, alumbre y algún floculante para impedir la adherencia del látex en la fruta, con personal idóneo y capacitado, por último se le retira la bolsa de color con la que viene identificada cada racimo y se hace conteo para llevar control de inventario.

**Clasificación de la fruta:** En esta área se le hace una clasificación de la fruta donde se divide ya sea en pequeña, mediana o grande dependiendo el destino de exportación, además se le hacen un corte más pulido al cogollo de la mano de banano, también es donde se retira la fruta que no cumple con las especificaciones y se ubica en canecas para envío nacional, luego de cumplir con la debida clasificación es sumergida nuevamente en la alberca y dirigida a la siguiente área.

**Aplicación de químico y etiquetas:** En esta área ya se retira la fruta de los tanques con agua y se ubican en bandejas de acuerdo al tamaño de la fruta, y se procede a la aplicación de un químico para evitar efectos de maduración antes del tiempo, dicho químico es aplicado manualmente con una brocha sobre la mano de banano, adicionalmente se asigna una etiqueta a cada mano de banano y se procede al área de empaque.

**Empaque de la fruta en bolsas:** En esta área se ingresa cada mano de banano en bolsas dicha bolsa ya vienen con una verificación adecuada que da la seguridad que la fruta va llegar a su destino libre de cualquier plaga o enfermedad y en buenas condiciones para el consumo humano.

**Pesaje:** Aquí se pesa las unidades para ser empacadas en la caja, el peso debe estar entre los 20 y 21 kilogramos no puede estar por fuera de los rangos debido a que esto puede causar multas o daño en la fruta y si no está entre los rangos el operario encargado debe cambiar manos de banano hasta encontrar el peso adecuado.

**Empaque de las manos de banano en cajas:** Es una de las fases finales, aquí se ubican las manos de banano dentro de las cajas de una forma adecuada para garantizar la calidad de la fruta y de esta manera obtener una buena imagen para la empresa.

**Calidad:** En esta última fase antes de la preparación de pedido se escogen algunas muestras para hacer inspección de calidad, que el empaque haya quedado bien y verificar que todo vaya bajo las normas establecidas, esto con el fin de buscar un progreso y un crecimiento de la empresa porque sabemos que un producto con calidad es ganancia y prestigio para el negocio.

**Preparación de pedido:** La fase final, se ubican las cajas sobre las estibas y se prepara el despacho, además se le asigna etiqueta y por cada mula enviada hasta el puerto van,  
ejemplo: 18 pallets, de 48 cajas [3]



DIAGRAMA 3.  
Layout finca Kalamary  
Elaboración propia

En la actualidad se cuenta con una serie de software que pueden ayudar a la toma de decisiones en temas muy diversos. La facilidad que brinda la utilización de esta herramienta para dar soluciones a problemáticas complejas ha hecho que se desarrollen y mejoren los programas de simulación mostrando una significativa capacidad para dar análisis relevantes e interpretaciones importantes [4]. La simulación que se realizó es una simulación de eventos discretos que es el conjunto de relaciones lógicas, matemáticas y probabilísticas que componen el proceder del sistema bajo estudio cuando se presenta un evento determinado [5].

Teniendo claro lo que el tipo de simulación que se realizó, se elaboró el modelo en el software PROMODEL, útil para simular y experimentar con los procesos de sistemas existentes sin que éstos se alteren [6] [7]. Esta técnica es ubicada típicamente dentro de la Ingeniería Industrial cobra importancia para simular el comportamiento real del proceso de empaque del banano en la finca, con lo cual se cumple con la metodología propuesta, por lo que se muestra las locaciones, entidades y recursos utilizados en la simulación.

Imagen 1. Locaciones del modelo. Elaboración propia.

Icono	Nombre	Cap.	Unidades	TMs...	Estadist	Reglas...	Notas...
	FINCA	1720	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo	
	BANCADILLA	1720	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo	
	TANGUES DE AGUA	728	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo	
	CLASIFICACION	728	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo	
	ETIQUETAS	728	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo	
	EMPAQUE EN BOLSEAS	728	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo	
	EMPAQUE EN CAJAS	864	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo	
	PALETIZADO	149	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo	
	MOJILE	18	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo	
	EMBARCADERO	40	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo	

IMAGEN 1.  
Locaciones del modelo.  
Elaboración propia

Icono	Nombre	Velocidad (Ppm)	Estadist	Notas...
	RACIMO	180	Serie de tiempo	
	RACIMO DESMANADO	180	Serie de tiempo	
	RACIMO CLASIFICADO	180	Serie de tiempo	
	RACIMO ETIQUETADO	180	Serie de tiempo	
	RACIMO COM QUÍMICO	180	Serie de tiempo	
	RACIMO EN BOLSA	180	Serie de tiempo	
	CAJA	180	Serie de tiempo	
	PALET	10	Serie de tiempo	

IMAGEN 2  
Entidades del modelo.  
Elaboración propia

Icono	Nombre	Unidades	TMs...	Estatos	Especif. ...	Buscar...	Lógica...	Pte...	Notas...
		1	Ninguna	Por Unidades, Serie, Red, NI		Ninguna			
						0		1	

IMAGEN 3  
Recursos del modelo

Elaboración propia

Para realizar la simulación se consideró las mejoras implementadas para que el proceso de empaque del banano sea más eficiente, es de resaltar que cada mejora está asociada a las dificultades encontradas en el proceso y que fueron identificadas en el trabajo de campo y que se espera mejore el rendimiento de la planta. A continuación, se describen las mejoras implementadas y se describe cuál es la dificultad puntual a solucionar:

**Transporte de la fruta:** Es el proceso que inicia desde el momento del corte de los racimos hasta su transporte a la empacadora, actualmente esta labor es ejecutada por un grupo de trabajo llamado cuadrillas y cada cuadrilla la componen un colero, un puyero y 2 garrucheros. El colero es el encargado de llevar el racimo hasta los cables y los garrucheros jalan por medio de los cables vías los 24 racimos que se llevan en cada viaje hasta el área de barcadilla.

La mejora consiste en que los cables vías queden automatizados por medio de un motor y poleas los cables se muevan automáticamente [8]. Con esta mejora se pueden obtener beneficios como lo son: Optimización de tiempo, reducción de la fuerza bruta del operario, alta calidad del producto transportado, garantía de transporte sin importar las condiciones del clima o del terreno, no compactación del suelo, aumento de la capacidad, entre otros.

**Control de inventarios:** Luego de realizar el desmane se procede a realizar el control de inventarios esto lo hacen contando cada bolsa de color que trae amarrada el racimo en la parte superior esta actividad es ejecutada por un operario.

Con el fin de tener mayor claridad y rapidez en este área se propone la asignación de una etiqueta a cada racimo en el campo, para cuando llegue a la planta de empaque pueda ser registrado por medio del código de barras con unas pistola laser [8], beneficios esperados son: Mayor claridad y manejo de inventario de la materia prima, el margen de error es muy bajo al momento de estar contabilizando, incremento en la rapidez del conteo de racimos, mejora la competitividad, mejor control sobre la entrada y salidas de productos, seguridad alimentaria, entre otros.

**Aplicación de químicos:** En esta área se realiza la clasificación de la fruta en canastas para la aplicación de etiquetas y un químico en el cogollo de cada mano de banano para evitar efectos de maduración, en el momento el químico es aplicado manualmente por dos operarias con una brocha.

Se instaló una cámara de fumigación, se utiliza para fumigar frutas, con posibilidad de automatizar 100% el sistema eliminando el operador ya que un sensor detectará el ingreso de la bandeja de fruta y automáticamente se iniciara la fase de fumigación [8], posibilidad de incluir el sistema de bombeo y tanque de almacenamiento de producto con agitador, los beneficios esperados son: Permite realizar una fumigación uniforme, permite

controlar exactamente la dosificación del producto a aplicarse, la cámara encierra la aspersión protegiendo la salud del operador y aprovecha 100% el producto a aplicarse, reduce el rechazo en exportaciones ya que mejora la calidad del producto, optimización de tiempo, aumento de capacidad, entre otros.

**Bandas transportadoras:** Actualmente la planta cuenta con unas bandas de rodillos en madera algo muy empírico y el recorrido de las bandas empieza desde el área de clasificación hasta el muelle.

Se hizo la instalación bandas automatizadas, es un sistema de transporte continuo formado por una banda continua que se mueve entre tambores, la banda es arrastrada por la fricción de sus tambores que a la vez este es accionado por un motor, adicionalmente las bandas llevan un sistema integrado de pesaje “cintas transportadoras pesadoras” y así omitir el proceso de peso con el que se cuenta actualmente [9], los beneficios esperados con este sistema de bandas son: Es posible la carga y descarga en cualquier punto del recorrido, aumenta la capacidad de producción, permite el transporte a mayor rapidez, no altera el producto transportado, permite un proceso más continuo, el pesaje del producto es más rápido y confiable, mejor manejo de la higiene, reduce personal, entre otras [10].

A continuación, se procede a realizar la segunda simulación incluyendo las mejoras en el implementadas en el proceso de empaque del banano, en las que se agregan 3 locaciones respecto al modelo base, las cuales se pueden apreciar en las últimas 3 posiciones.

Icono	Nombre	Cap.	Unidades	TMs...	Estadist	Reglas...
	FINCA	2592	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo
	BARCADILLA	2592	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo
	TANQUES_DE_AGUA	2592	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo
	CLASIFICACION	2592	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo
	ETIQUETAS	1000	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo
	EMPAQUE_EN_BOLSAS	1000	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo
	EMPAQUE_EN_CAJAS	1000	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo
	PALETIZADO	180	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo
	MUELLE	27	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo
	EMBARCADERO	40	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo
	CABLE_VÍAS	3000	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo, FIFO
	CAMARA_DE_FUMIGACIÓN	1	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo
	BANDA1	INFINITE	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo, FIFO
	BANDA2	INFINITE	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo, FIFO

IMAGEN 4  
Locaciones del modelo propuesto – modelo base  
Elaboración propia

Como con las mejoras realizadas no se agrega un proceso adicional en el empaque del banano, es decir, las entidades del modelo propuesto se conservan como en el modelo base, por esta razón no fue necesario crear nuevas entidades, sin embargo, se agrega un recurso adicional que será el Auxiliar de inventario, persona encargada de hacer la lectura del código de barras, como se aprecia a continuación.

Icono	Nombre	Unidades	TMs...	Estadist	Especif. ....
	CAMION	1	Ninguna	Por Unidad, \$	Red1, N1
	AUXILIAR_DE_INVENTARIO	3	Ninguna	Por Unidad, \$	Red1, N3, Rtn

IMAGEN 5.  
Recursos del modelo propuesto.  
Elaboración propia

Luego de implementar las mejoras propuestas en el modelo base se decide correr la simulación, teniendo en cuenta el mismo tiempo de operación, es decir, los 6 días de trabajo (48 horas que es el reloj de la simulación) para poder comparar respecto al modelo base.

## RESULTADOS

Con base a la visita realizada a la finca Kalamary en el Urabá, Antioqueño, se pudo hacer una simulación base elaborada en el software PROMODEL, esta simulación representa la realidad en cuanto al proceso de empaque debido a que arroja los resultados reales en cuanto a la capacidad de producción en 48 horas de operación, que corresponden al reloj de la simulación [11].

El reloj de la simulación corresponde a 6 días de trabajo en jornadas de 8 horas cada día, obteniendo los siguientes resultados en la simulación base.

TABLA 1  
Resultados de la simulación base

ENTIDAD	CANTIDAD/DÍA
RACIMOS	1728
CAJA	864
PALET	18

Elaboración propia

Dichos resultados se pueden apreciar mejor en la siguiente imagen, que corresponde a una toma de pantalla al finalizar la simulación.

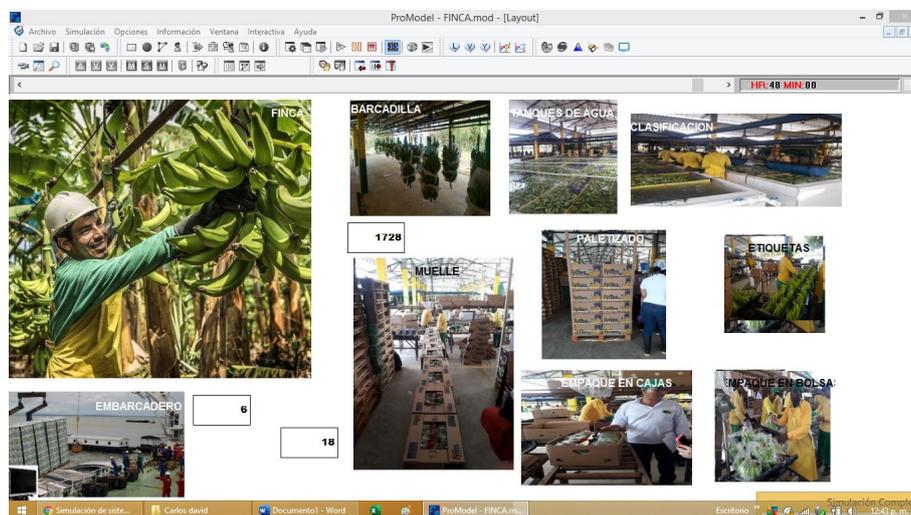


IMAGEN 6.

Modelo de la operación en la finca Kalamary – modelo base

Elaboración propia

Estos resultados corresponden a un día de operación en la finca, cabe resaltar que los 18 palets que se generan al finalizar el día son enviados en un camión carpado cuya capacidad corresponde precisamente a la misma cantidad de palets. De esta forma podemos inferir que:

- 2 racimos conforman una caja
- 48 cajas conforman un palet

- 18 palets conforman un viaje

Con las mejoras realizadas se ejecuta el nuevo modelo, teniendo en cuenta las especificaciones de cada mejora propuesta como se explicó anteriormente, obteniendo los siguientes resultados:

TABLA 2  
Resultados de la simulación con mejoras

ENTIDAD	CANTIDAD/DÍA
RACIMOS	2592
CAJA	1296
PALET	27

Elaboración propia

Dichos resultados se pueden apreciar mejor en la siguiente imagen, que corresponde a una toma de pantalla al finalizar la simulación.

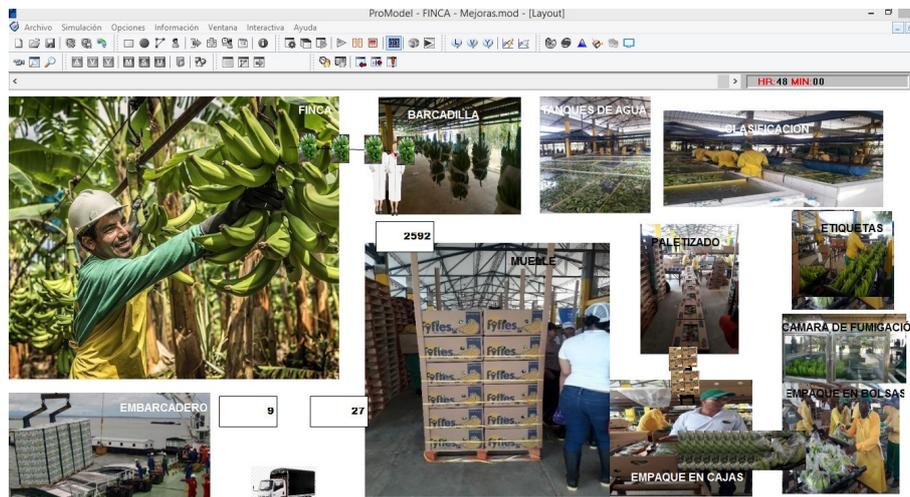


IMAGEN 7

Modelo de la operación en la finca Kalamary – modelo base

Elaboración propia

Este resultado corresponde a un día de operación en la finca, teniendo en cuenta que las condiciones iniciales se mantienen, es decir, 2 racimos conforman una caja y 48 cajas conforman un pallet, como muestra la imagen 7 ahora se van a producir 27 palets en la operación de un día.

## DISCUSIÓN

Como resultados del modelo base estamos cumpliendo con los valores preliminares obtenidos del trabajo de campo y que se pueden apreciar en la imagen 6, si hacemos lectura de los contadores ubicados en las áreas de barcadilla, muelle y embarcadero.

Los valores arrojados en el modelo base cumple con los datos de producción de 6 días de trabajo (reloj de la simulación) lo que evidencia que el modelo base representa la realidad, por lo que no se considera necesario hacer un análisis estadístico para hacer una validación del mismo.

Los resultados obtenidos de las dos simulaciones muestran un aumento en la producción de la simulación con las mejoras implementadas respecto a la simulación base, este aumento se ve reflejado en un beneficio

económico que impacte directamente en la utilidad de la operación del empaque de banano en la finca kalamary, así se trae un balance del mes de Agosto de 2014, con los resultados obtenidos en las dos simulaciones, podremos evidenciar la utilidad actual y la utilidad esperada con las mejoras aplicadas.

TABLA 3  
Utilidad de la finca Kalamary con la producción actual

Importar imagen

Elaboración propia

Teniendo en cuenta los costos por unidad y el precio de venta, se hace el mismo ejercicio con los datos que arroja la simulación con las mejoras propuestas, así:

TABLA 3  
Utilidad de la finca Kalamary con la producción de la simulación propuesta

Mes	Dias	cajas x dia	Costo de producción x unidad	Precio de venta x unidad	Destino: España
junio	1	1296	\$ 17.600	\$ 50.000	
Mes	Dias	Cajas x mes	Costo de producción x mes	Total de ventas x mes	Utilidad
junio	24	31104	\$ 547.430.400	\$ 1.555.200.000	\$ 1.007.769.600

Elaboración propia

Se puede apreciar que la finca Kalamary con la implementación de las mejoras obtiene una utilidad \$1.007.769.600, muy significativo teniendo en cuenta que para el ejercicio del mes de agosto obtuvieron \$671.846.400.

## CONCLUSIONES

Luego de la visita a la finca Kalmary se puede resaltar la importancia que tiene la ingeniera industrial en la región, debido a que en dicha visita se pudo identificar diferentes procesos bastante relacionados con la carrera como lo son, la producción, logística, optimización de tiempo, implementación de nuevos métodos, seguridad en el trabajo, inventarios etc...

Después de realizar las simulaciones en el software PROMODEL, se concluye que las diferencias entre las dos muestran un gran aumento en la capacidad de la planta, se puede pasar de una producción de 18 pallets en 8 horas de trabajo a una producción de 27 pallets en las mismas 8 horas de trabajo, lo que significaría un aumento del 50% de la producción.

Las mejoras implican una redistribución del personal operativo de la finca, debido a que en las operaciones de transporte de la fruta, control de inventarios y aplicación de químicos se requirió menos mano de obra para realizar las actividades propias de esas áreas mientras que en las áreas de empaques y paletizado hubo aumento en la mano de obra debido a que la simulación nos muestra que fue necesario empacar más cajas para producir la cantidad de pallets esperada, por lo que las mejoras no tiene un impacto social significativo, debido a que no se generó desempleo y no hubo resistencia a los cambios propuestos porque los operarios están capacitados para realizar cualquiera de las labores operativas de la finca.

Como recomendaciones, se sugiere que estas empresas productoras de banano puedan mejorar los procesos por medio de la optimización de tiempo, automatización de procesos, aumentar la capacidad, etc; con el fin de conseguir nuevos clientes y poder aumentar su utilidad y ofrecer un producto de mayor calidad.

## AGRADECIMIENTOS

Corporación universitaria Americana sede Medellín, quien fue la institución patrocinadora de la pasantía experiencia Golfo de Urabá. A los administradores de la finca Kalamary, por el acompañamiento en el proceso de la investigación.

## REFERENCIAS

- [1] Sectorial Grupo Inercia Valor, «Record en Producción de Banano en Colombia,» 2014.
- [2] O. R. R. G. L. P. P. H. M. B. y. L. V. V. Bernardino Candelaria Martínez, «Application of simulation models in agricultural research and planning, a review,» Tropical and subtropical agroecosystems, vol. 14, 2011.
- [3] H. G. R. L. E. C. B. Eduardo García Dunna, «Simulación y análisis de sistemas con Promodel,» PEARSON, Monterrey, 2006.
- [4] G. Salazar, «Tips en cosecha y postcosecha de banano,» 2013.
- [5] D. A. C. D. Lilia Teresa Bermúdez Correa, «Hacia el uso de la simulación como herramienta para el análisis de proyectos de inversión,» 2011.
- [6] B. Jaime, «Simulación De Sistemas Discretos,» Isdefe, p. 184, 2001.
- [7] A. E. A. G. E. I. C. Rosa Imelda Garcia Chi, «Uso de la herramienta de software promodel como estrategia didáctica en el aprendizaje basado en competencias de simulación de procesos y servicios,» TECTZAPIC, vol. 1, 2015.
- [8] C. SA, 2015. [En línea]. Available: <https://web.constructecsa.com/pagina.php?c=65>.
- [9] Rolang, 2015. [En línea]. Available: <https://www.rolanddga.com/es-la/aplicaciones/labeling>.
- [10] Spraying systems co, «Sprayin,» 2014. [En línea]. Available: [https://www.spray.com.ec/automated\\_systems/camara\\_de\\_fumigacion.aspx](https://www.spray.com.ec/automated_systems/camara_de_fumigacion.aspx).
- [11] Bantracol, 2014. [En línea]. Available: <https://www.bantracol.com/>.