



**Casos de Estudio  
y Aprendizaje basado  
en problemas  
2017**

**CARAMBOLA**

Ingeniería Industrial y Comercial

Juan Ernesto Ribera



**El material contenido en este documento, tiene intenciones netamente académicas.**

**Algunos de los datos pueden haber sido modificados con fines didácticos.**

**La información de empresas que se recoge en este documento, corresponde en la mayoría de los casos a fuentes públicas, tales como prensa escrita, informes, sitios de internet y fuentes primarias.**

**Se reconoce plenamente que algunos párrafos e imágenes pueden ser de autoría de terceras personas.**



# CARAMBOLA

*Juan Ernesto Ribera*

Se cree que el origen de la carambola está en la India o en Sri Lanka. Este es un árbol que en la actualidad se cultiva en diferentes zonas del planeta. Sus principales productores son Tailandia, Sri Lanka, India, Brasil, Colombia y Bolivia. Su nombre de Averrhoa se debe al célebre médico árabe llamado Averroes que vivió en Andalucía, España, durante el Siglo XII.



La carambola es una fruta exótica de clima tropical que no solo tiene forma de estrella, sino que es tratada como tal. Es muy cotizada en el mercado y usada para elaborar los platillos más exclusivos. En Malasia se utilizan las flores para aderezar las ensaladas. En algunas regiones tropicales se elabora una bebida refrescante, también mermeladas, jaleas y conservas. De la fruta lo que más llama la atención es su forma estrellada, es pequeña y tiene una piel muy fina de tonalidad dorada y amarillo-anaranjada cuando está madura. Su pulpa es sabrosa, jugosa, suave y crujiente. La carambola tiene un **sabor agridulce** y tiene pocas semillas, además de aportar pocas grasas y contener escasos hidratos de carbono, por lo que resulta ideal para dietas restringidas en calorías. Los usos que se le da a esta fruta, son los siguientes:

- **Fruta fresca:** Para el consumo se deben diferenciar los dos tipos de carambola: la dulce que se puede consumir en fresco y la agria que se consume principalmente cocinada. El fruto se puede consumir en fresco, entero, rebanado y en ensaladas. Se hace jugo casero, se cocina o asa y se sirve en diferentes platos, ensaladas, pasteles, tortas, estofados y bebidas. Además, se usa mucho como decoración.
- **Fruta procesada:** Se hacen jugos, mermeladas, fruta congelada, puré, compotas, frutas combinadas en almíbar, dulces, pasteles, tortas y se deshidrata.
- **Industrial:** La madera se utiliza en la construcción de muebles. El jugo de la fruta sirve como quitamanchas de ropa.



- **Medicinal:** Se utiliza para contener hemorragias y calmar la fiebre.

Los principales mercados son europeos, especialmente: Bélgica, Dinamarca, Finlandia, Francia, Alemania, Holanda, España, Suecia, Suiza e Inglaterra, que se proveen durante todo el año de carambola proveniente de Malasia. Los países exportadores son: Malasia, Brasil e Israel.

Esta fruta puede presentar “fisiopatías” y daños físicos por congelamiento, además los malos manejos pueden dar lugar al “pardeamiento” del borde de las venas y de la punta terminal, por otro lado, la deshidratación puede producir arrugamiento y dañarse por el calor.

Las enfermedades de pocosecha en carambolas, pueden ser causadas por *Alternaria alternata* (especialmente en frutos enfriados), *Cladosporium*/*cladosporioides*, o *Botryodiplodiatheobromae*. Usualmente éstas ocurren en regiones de la fruta con daño físico durante un almacenamiento prolongado. Al minimizar daños físicos en la cosecha y en las operaciones de manejo de postcosecha, al enfriar rápidamente a 5°C (41°F), se puede reducir significativamente la ocurrencia y la gravedad de enfermedades de pos cosecha en carambolas

El proceso de obtención del fruto es el siguiente:

***a. La siembra, cultivo y cosecha de la carambola***

Requiere de condiciones tropicales, adaptándose a lugares con temperaturas entre los 18 y 34°C, altura sobre el nivel del mar de 0 a 1000 metros y con una precipitación anual de 1800 mm.

Distribuidos en el año. El cultivo es altamente susceptible en sitios con alta ventosidad, para lo cual se deben construir sistemas de protección.

Para rompe vientos a corto plazo, se deben usar bananeros o hierbas altas de rápido crecimiento.

Para rompe vientos más duraderos, se deben usar árboles.

Los rompe vientos temporales se recomiendan cada 30 o 40 metros, y los permanentes cada 80 o 100 m., orientados a 90 metros de los vientos prevalecientes.

Se adapta a suelos desde arenosos hasta arcillosos siempre y cuando tengan un buen drenaje, y un pH de 6 a 7. Los suelos deben ser bien drenados. Las localidades donde el agua suele encharcarse después de una lluvia por períodos de 12 horas o más, no son adecuadas para la carambola.



### **b. Raleo de frutos**

El raleo o entresaque de frutos consiste en eliminar el exceso de frutos que se forman en cada racimo floral dejando únicamente 1 a 2 frutos, los cuales deben de ser los más grandes y bien formados, con esto se logra que sean de mejor calidad, el momento adecuado de realizar esta práctica es cuando han pasado de 20 a 30 días después de la floración.

### **c. Fertilización**

Seguir las indicaciones generadas a partir del análisis de suelos. Si no se cuenta con dicha información, se puede fertilizar con fórmula 15-15-15 según el plan siguiente:

1er año: 17 Onzas/planta/año  
2do año: 50 Onzas/planta/año  
3er año: 84 Onzas/planta/año  
4to año: 98 Onzas/planta/año  
5to año: 112 Onzas/plantas/año

Si se cuenta con riego, las aplicaciones se hacen cada 1 a -2 meses, sin riego se fertilizará en mayo, julio y septiembre, en las mismas épocas incorporar abono orgánico a razón de 60 lb. en el segundo año y 90 a partir del tercero. La aplicación de elementos menores es necesaria para lograr frutos de mejor calidad y corregir algunos problemas de deficiencia, utilizar metalosatos.

### **d. Riego**

A fin de garantizar una producción constante es necesario aplicar riego en los meses secos y en los que ocurren las canículas. Los sistemas de riego deben ser capaces de suministrar 2000 litros semanales por árbol en los meses de demanda máxima. La cobertura superficial de las raíces contra la pérdida de agua es sumamente beneficiosa para el crecimiento, y reduce la pérdida de agua por evaporación.

Algunas plagas comunes son:

- Mosca de la Fruta (*Bactocera Carambolae*): Caracterizada por manchitas marrones por todo el fruto (no confundir con las manchas de color café que hay a veces en los artistas de la carambola). En Malasia los árboles se ven afectados por la especie *Dacus dorsalis*, hasta el punto de comprometer la producción.
- Antracnosis: Manchas foliares causadas por distintas bacterias que afectan a la producción de frutos

Los índices de madurez para la cosecha de carambola establecidos para la producción se presentan en el siguiente cuadro:



Tabla 1

Grado de Madurez	Color
Grado 1	Totalmente Verde
Grado 2	Trazas de amarillo, menos del 25%
Grado 3	25-75% amarillo
Grado 4	76-100% amarillo
Grado 5	totalmente anaranjado

Fuente: Frutas exóticas

Los grados 1 y 2 señalan fruta no madura, los grados 3 y 4 señalan fruta madura y el grado 5, fruta sobre madura.

### Mapa de distribución geográfica por municipio de producción de Carambola en Bolivia

A continuación, se presenta el diagrama de pulpa de la fruta:



La maduración de las materias primas es importante tanto para controlar calidad del producto final como para mejorar la eficacia del procesado. La maduración excesiva trae como consecuencia el rechazo de muchos productos, daños al manipularlo y alteración durante el almacenamiento, puede disminuir la eficiencia de la esterilización debido a la enorme carga microbiana, que frecuentemente contienen los productos sobre madurados. La inmadurez implica una reducción del rendimiento y que el producto acabado tenga un color, sabor y textura inferior al estándar.

La maduración de los frutos también suele coincidir con un cambio de color y el desarrollo del aroma y sabor característico del fruto, producto de la síntesis y desenmascaramiento de carotenoides y la manifestación de los compuestos volátiles. En la carambola el fruto durante el desarrollo cambia de un tono amarillo-verde a un tono pardo-naranja como se ve en la figura siguiente. Por su parte, la semilla y el arilo varían de blanco a café y de transparente a naranja translúcido respectivamente.



Causas como el manejo de frutas en la manufactura de varios productos y la coloración en cajas de transporte adecuado, influyen grandemente en la retención de la calidad de la frutas, así como también en el producto final.

Las separaciones realizadas en la materia prima basadas en el tamaño, forma, color, etc. revalorizan al producto.,. Por esta razón se considera ventajosa la separación basada en en propiedades múltiples, es decir tomar en cuenta más de una de las características..

El control del deterioro es importante en cualquier momento, pero más aún, y en particular, durante la selección y clasificación, debido a que los productos tienen ya un valor relativamente grande, por lo tanto una pérdida económica sustancial para el fabricante.

El deterioro y la consecuente destrucción, por tanto, se transmitirán al producto acabado, afectando a su calidad y a la eficiencia del proceso.

Los frutos seleccionados poseen los siguientes atributos deseables:

- Son más adecuados para operaciones mecanizadas tales como descortezar, blanquear, deshuesar y despepitar.
- Se precisan en procesos en los que la uniformidad de la transmisión de calores crítica.
- Proporciona mejor control en los pesos añadidos a los envases de venta normalizados.

Existen tantos estándares de clasificación como productos a clasificar, si bien las exigencias de clasificación de ordinario especifican los siguientes extremos: tamaño, forma, madurez, sabor, aroma, función carencia de contaminantes, carencia de partes indeseables de la materia prima y conformidad con los estándares legales o código correspondiente.

### ***Lavado***

Pueden incluirse en esta operación la limpieza de materias primas alimenticias, con lo que se persigue:

- La eliminación de los contaminantes que constituyen un peligro para la salud o que son estéticamente desagradables.
- Dejar la superficie limpia en estado aceptable.
- Limitar la contaminación del alimento limpio, por ejemplo, el polvo del ambiente o por el agua de lavado contaminada por los lotes anteriores.
- Control de la carga microbiana y de las reacciones químicas y bioquímicas que dificultan la eficiencia del procesado posterior y la calidad del producto.

El lavado se aplica a la mayoría de los frutos y es importante para aquellos que pueden traer consigo, tierra o arena junto con elevada carga microbiana.

Se debe vigilar la eliminación de insecticidas y funguicidas que pueden estar presentes, ya que pueden provocar alteración del color o sabor.

La gran variedad de contaminantes que se encuentran en los productos alimenticios brutos y los bajos límites de tolerancia permisibles para los mismos, hacen necesario disponer de métodos de limpieza variados así tenemos:

- Métodos Secos: tamizado, cepillado, aspiración, abrasión, separación magnética.



- Métodos Húmedos: Inmersión, aspersion, rociado, flotación, filtración, decantación.

Casi invariablemente todos estos métodos se utilizan combinados, dependiendo los métodos utilizados de la naturaleza de las materias primas de los contaminantes a separar y de las condiciones que se deseen palos productos limpios. La limpieza húmeda es eficaz para eliminar las partículas del suelo firmemente adheridas y útiles porque permite el empleo de detergentes y productos sanitarios. Frecuentemente el agua que se utiliza esta clorada y algunas veces tiene agentes humectantes.

## Maquinarias y Herramientas

### MÁQUINA DE LAVADO

Sistema de lavado: inmersión y aspersion



Elaborada en: acero inox

Garantía: 1 año

Motor: italiano, importado de sell hermético exclusivo

Banda transportadora: 1.70 mts. Aproximadamente

### MÁQUINA DE REFINADO



Capacidad 250 Kg/h

Motor monofásico de 1 HP

Fabricada totalmente en acero inoxidable

Incluye 2 tamices intercambiables

Tolva de alimentación

Peso 48 Kg

Dimensiones:- Alto: 102 cm - Alto: 83 cm - Ancho: 38 cm

## Normas bolivianas para la fabricación de alimentos

### ISO-22000



Es una norma de la serie ISO enfocada en la Gestión de la Inocuidad de los alimentos; esta norma define y especifica los requerimientos para desarrollar e implementar un sistema de Gestión de Inocuidad de los alimentos, con el fin de lograr una armonización internacional que permita una mejora de la seguridad alimentaria durante el transcurso de toda la cadena de suministro. La primera edición fue publicada el 1 de septiembre de 2005.

Los objetivos generales de esa normativa son:

- Asegurar la protección del consumidor y fortalecer su confianza.
- Reforzar la seguridad alimentaria.
- Fomentar la cooperación entre las industrias y los gobiernos.
- Mejorar el rendimiento de los costos a lo largo de la cadena de suministro alimentaria.

Incluyendo tal y como especifica la norma en su “ámbito de aplicación” a todas aquellas organizaciones directamente involucradas en uno o más pasos de la cadena alimenticia de suministro alimentario como productores de piensos, agricultores, ganaderos, productores de materias primas y aditivos para uso alimentario, fabricantes de productos alimentarios, cadenas de distribución, “caterings”, organizaciones que proporcionan servicios de limpieza, transporte, almacenamiento y distribución de productos alimentarios y otras organizaciones indirectamente involucradas con la cadena alimenticia como proveedores de equipamientos, agentes de limpieza, material de envase y embalaje y productores de cualquier otro material que entre en contacto con los alimentos. El Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria e Inocuidad Alimentaria, cuya sigla es “SENASAG”, fue creado mediante Ley 2061 de 16 de marzo de 2000, como estructura operativa del ex Ministerio de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural y Tierras, encargado de administrar el régimen de Sanidad Agropecuaria e Inocuidad Alimentaria.

Mediante Decreto Supremo Nro. 25729 de fecha 7 de abril de 2000, fueron reglamentados su organización y funcionamiento. En esta disposición legal, se establece que el SENASAG es un órgano de derecho público, desconcentrado del Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras, con estructura propia, independencia de gestión técnica, legal y administrativa, competencia de ámbito nacional y dependencia funcional del ex Vice ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, hoy Vice ministerio de Desarrollo Rural y Agropecuario, entendiéndose esta como la supervisión que ejerce el Vice ministerio sobre el cumplimiento de las normas, objetivos y resultados institucionales.



De acuerdo con esta disposición legal, la misión institucional del SENASAG, es administrar el régimen específico de sanidad agropecuaria e inocuidad alimentaria en todo el territorio nacional; cuyas atribuciones son las de preservar la condición sanitaria del patrimonio productivo agropecuario y forestal, el mejoramiento sanitario de la producción animal y vegetal y garantizar la inocuidad alimentaria en los tramos productivos y de procesamiento del sector agropecuario.

Se entiende por registro sanitario al aval emitido por el SENASAG a las *empresas del rubro alimenticio* que cumplen con el reglamento: “Requisitos sanitarios para fabricación, almacenamiento, fraccionamiento y transporte de alimentos y bebidas de consumo humano”, la “Norma de requisitos sanitarios para transporte de animales, infraestructura, clasificación de mataderos, proceso, almacenamiento y transporte de la carne” y los “Requisitos sanitarios para el transporte de aves, infraestructura y categorización de mataderos avícolas, proceso, almacenamiento y transporte de carne de ave”.

El registro sanitario, contiene además de la información general de la empresa, la información de los productos que en ésta se elaboran, fraccionan e importan.

La obtención del Registro Sanitario faculta a la empresa o persona titular del Registro a producir, fraccionar, envasar, importar distribuir y comercializar el producto en el nivel de mercado para el que se otorgó el registro; siendo el titular del Registro Sanitario el responsable por la calidad sanitaria e inocuidad del alimento o bebida que libera para su comercialización.

La obtención del Registro Sanitario sirve además como instrumento para emitir el “Certificado de Libre Venta”. La obtención del Registro Sanitario sirve además como instrumento para emitir el “Certificado Sanitario de Exportación e Importación”. La vigencia del Registro Sanitario está determinada en la normativa del sistema de tasas del SENASAG.

Están sujetos a Registro Sanitario del SENASAG, las empresas procesadoras de alimentos y bebidas ya sean estas industriales, semi-industriales o artesanales, los mataderos (de cualquier especie animal de abasto y de aves), las importadoras, así como las fraccionadoras y envasadoras.

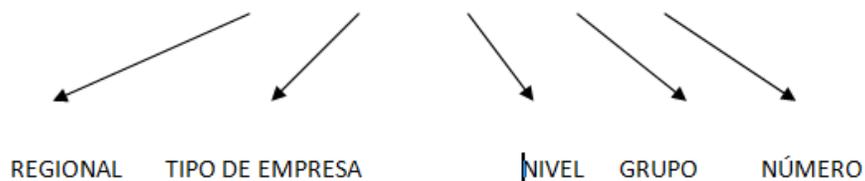
No están sujetos a Registro Sanitario emitido por el SENASAG lugares de expendio de alimentos y los servicios de alimentación. Los alimentos y bebidas pre envasados deberán sujetarse a la normativa de etiquetado, en vigencia. El código de Registro Sanitario deberá figurar en la etiqueta de los alimentos pre envasados, conforme lo indica la normativa vigente de etiquetado.



El código de Registro Sanitario es asignado en la Unidad Nacional de Inocuidad Alimentaria, por el Área Nacional de Registro y Certificación.

Este código identifica a la empresa y es único. Consta de 6 partes, la primera parte lleva por extenso las palabras “R.S. SENASAG” y la parte numérica se subdivide en 4 pares de dígitos y un correlativo. El primer par de dígitos indica el departamento donde se encuentra la empresa. El segundo par de dígitos indica la categoría a la que pertenece la empresa, pudiendo ser: industrial, semi-industrial, artesanal, fraccionadora, envasadora o importadora. El tercer par de dígitos indica el nivel de mercado que puede alcanzar el producto, pudiendo ser: nacional o local. El cuarto par de dígitos representa el grupo de alimentos que se autoriza producir, fraccionar, envasar o importar. Finalmente, el último número identifica al correlativo de la empresa del mismo tipo, registrada en el departamento y que trabaja con el mismo grupo de productos.

**R.S. SENASAG 08-02-03-02-00015**



Una vez concluidos los procesos, los residuos líquidos y sólidos son: cascaras, tierra, ramas, carozos, semillas, parte de la pulpa, frutas en mal estado.

Residuos líquidos: agua de lavado, escaldado, enfriado, pelado, cortado.

Residuos gaseosos: La empresa no ocasionará daños a la capa de ozono, ya que los materiales y preservantes a utilizarse no son nocivos para la salud de las personas.

La mayor parte de los residuos generados en la transformación de las frutas se destina a alimentación para ganado. Sin embargo, existe una fracción importante que va al vertedero, y contribuye a aumentar el problema existente de falta de espacio y contaminación ambiental.

Los Gobiernos Departamental y Municipal han decidido apoyar la producción de alimentos en todo el departamento de Santa Cruz y sobre todo la industrialización de los mismos para el abastecimiento en épocas de escasez.



Las comunidades de los valles cruceños quieren participar de este apoyo económico que consiste en un préstamo hasta el 60 % de la inversión total a una tasa de 5% anual durante 6 años pagaderos en cuotas constantes anuales.

Se reunió un grupo de productores que desea ganar al menos un 35% de rentabilidad y desea encargar a una empresa consultora, para la realización del proyecto que tenga 7 años de duración y realice el análisis de la factibilidad del mismo, para lo cual dispone de 9.000 Bs.- para estudios y proyectos.

Algunos estudios de mercado muestran lo siguiente:

Existen dos grandes zonas de producción de carambola. Una de las zonas (La Guardia), produce dos tercios de la producción en Comarapa.

Se tienen datos históricos de la producción de La Guardia.

<b>Abastecimiento histórico de carambola</b>	
<b>Año</b>	<b>Producción de carambola en La Guardia en TN.</b>
2006	1455
2007	No se tiene dato
2008	1546
2009	1589
2010	1674
2011	1617

El requerimiento de esta fruta está dado por el consumo en la ciudad Santa Cruz y en las comunidades que la rodean. Este consumo fue de 2978 toneladas para el año 2006 y se incrementó de forma constante en un 1.5% anual hasta el año 2011. El resto de las comunidades consumen un 11 % del total del consumo de la ciudad de Santa Cruz.

Mediante estudios en laboratorio se determinó que de un kilo de fruta se pueden fabricar 410 gr. de pulpa.

Del total del consumo de esta fruta, solo el 30% se destina para la producción de pulpa, el resto es para consumo regular. Por tanto, la oferta de pulpa de carambola para los próximos 7 años está dada por el 27% del consumo total con la eficiencia de 41% mencionada anteriormente.

Para el año 2012 se prevé una demanda de 500.000 kilos de pulpa en el departamento de Santa Cruz. Con un incremento de 5% anual durante los próximos 7 años.



Se sabe también que existe una exportación de pulpa de carambola de 106,000 kilos por año de manera constante por los próximos 7 años.

Existen diferentes capacidades de planta que están disponibles para la venta inmediata; las capacidades y sus precios son los siguientes:

Procedencia	Capacidad en kilos de pulpa por día	Costo total maquinaria Bs.
Alemana	100	50,000
Suiza	180	65,000
China	200	70,000
China	350	137,000

La maquinaria puede producir solo 320 días del año por el mantenimiento requerido.

Se realizó una encuesta para determinar el precio de venta promedio del mercado y se obtuvo la siguiente información:

Demanda		Oferta	
Precio en Bs.	Cantidad en kilos por mes	Precio en Bs.	Cantidad en kilos por mes
5	60,000	6	25,000
7	50,000	9	37,000
9	40,000	12	49,000
11	30,000	15	61,000

Se hizo un análisis de costos y se determinó que el costo unitario variable del kilo de pulpa de carambola es de 8 Bs./kilo.

Y los costos fijos serán de 15,000 Bs. por mes.

Se dispondrá de un capital de 19,000 Bs. para cubrir los costos de operación durante los primeros meses.

#### Actividades:

1. Obtenga datos de la demanda pronosticada para el año 2007 utilizando el método de regresión lineal tomando los datos desde el año 2011 al 2008.

Las fórmulas que debe usar son las siguientes:

#### Formulas:

$$y = a + bx$$

$$\sum y = an + b \sum x$$

Casos de Estudios y ABP - 2017

$$\sum xy = a \sum x + b \sum x^2$$



2. Una vez obtenidos estos datos, realice una proyección para los próximos 7 años, para las dos grandes zonas de producción de carambola tomando en cuenta que La Guardia, produce 2/3 de la producción de Comarapa teniéndose y realizándose la proyección con los datos históricos de La Guardia. Los datos, se deben presentar a manera de Tabla.
3. Determine el consumo total, tomando en cuenta que Santa Cruz en el año 2006, el consumo fue de 2,978 Tn, con un incremento de 1,5% hasta el año 2011 (luego se proyecta hasta el 2018) y de ese monto las comunidades consumen el 11% del total de consumo de la ciudad de Santa Cruz.
4. Con los datos obtenidos de Materia Prima y Abastecimiento, realizar el balance de materia prima teniendo en cuenta que se determinó que de un kilo de fruta se fabrican 410 gr. De pulpa, es decir 0.41 Kg.
5. ¿Qué gestiones tendría que hacer la empresa para conseguir las certificaciones correspondientes?
6. Proponga un plan para el aprovechamiento de los residuos.
7. Analice qué maquinaria es la adecuada para este proyecto, tomando en cuenta que el monto más alto que muestra el Balance de Mercados es **338,720.78 Bs.-**.
8. Para el programa de producción, lo que se realiza es comparar el Balance de Materia Prima con el Balance de Mercado y la producción y se elige el mínimo de los tres.

