

Anexo 4

Componente 2. Preservación de la calidad de frutas en poscosecha y transformación.

Actividades

2.1. Frutas frescas

2.2 Residuos de cosecha y transformación.

ESTADÍSTICAS DE VOLUMEN, ESTACIONALIDAD Y CALIDAD DE LAS COSECHAS Y RESIDUOS

Introducción

En la actualidad el alto desarrollo de la industria es una causa directa del crecimiento en la generación de residuos, haciendo necesario el perfeccionamiento y la implementación de nuevos métodos para el aprovechamiento de éstos para generar más beneficios económicos y solucionar uno de los problemas ambientales principales de la actualidad que tiene que ver con la disposición final de estos. Sin embargo, la mayoría de industrias y especialmente las de carácter agroindustrial, no tienen planes de manejo para estos residuos, debido al alto costo de reutilizarlos y por el contrario, terminan en los vertederos o rellenos sanitarios generando un enorme problema no solo medio ambiental sino también económico, ya que estas mismas organizaciones deben asumir grandes costos por el manejo y la disposición de dichos residuos^{1,2}. De igual manera, el no aprovechamiento implica que la vida útil de los rellenos sanitarios se agote de manera más rápida constituyendo además problemas para la salud pública debido a la generación de plagas, olores, contaminación de las fuentes hídricas, etc.³. Se ha reportado que en Colombia se generan 27.500 toneladas/día de residuos sólidos (1086 municipios 32 departamentos) y de acuerdo a la composición de los mismos, el 65% son residuos sólidos orgánicos mostrando un gran potencial en el aprovechamiento de éstos tales como en alimentación animal, producción de energía, obtención de compuestos químicos, aceites esenciales, combustibles, etc.^{2,3}.

El tipo de residuo de fruta depende del tipo de consumo, por una parte, los residuos pueden corresponder a fruta cuya calidad se vea deteriorada y no se encuentre apta para su comercialización, consumo o uso agroindustrial, la calidad de la misma depende mucho de factores climáticos, plagas y manejo en general, también puede influir el almacenamiento y el transporte de las mismas. En este caso, el residuo se compone de todas las partes de la fruta (cascara, pulpa, semillas, vástagos, etc.) deteriorada ya sea por causas físicas (golpes, cortes, etc.) y microbiológicas. Por otra parte, los residuos que provienen posterior al consumo se componen de las partes no consumibles de la fruta como la cascara, semillas, etc.

El proyecto “Modelo de plataforma de aprovechamiento integral, adición de valor y competitividad de frutales comerciales andinos” se compone específicamente de las frutas: mora (*Rubus glaucus Benth*), lulo (*Solanum quitoense Lam*), maracuyá (*Passiflora edulis Sims*), guayaba (*Psidium guajaba L*) y tomate de árbol (*Cyphomandia betacea Cav Sendt*) en una zona de influencia correspondiente a las áreas productoras en el centro occidente colombiano, es decir la región sur del departamento de Antioquia, región norte del Tolima, Caldas y Risaralda, por lo tanto la evaluación de los objetivos propuestos en este trabajo solo se limitan a lo mencionado anteriormente.

Desarrollo de los objetivos

- 1. Buscar a través de información secundaria (estadísticas publicadas, estudios, artículos, capítulos de libros) estadísticas sobre los residuos generados de las 5 frutas del proyecto**

Metodología

Para la obtención de estadísticas sobre los residuos generados de las frutas en la zona de influencia del proyecto se realizaron búsquedas sistemáticas principalmente en los estudios realizados por el ministerio de agricultura y organizaciones suscritas tales como Asohfrucol, Incoder (Instituto colombiano de desarrollo rural), Siembra y Agronet.

Adicionalmente se evaluaron los niveles de producción de mora, guayaba, lulo, tomate de árbol y maracuyá para los departamentos evaluados en el proyecto, en función del área cosechada, producción y rendimiento con base en el informe presentado por el ministerio de agricultura para el año 2011⁴. Basado en los niveles de producción y en estudios científicos acerca de la caracterización de las cinco frutas se hace un estimado de la cantidad de residuos generados para cada fruta empleando también datos de consumo de fruta por parte de las industrias de la región, según el plan frutícola nacional.

Resultados

Al realizar las búsquedas en las fuentes de información del ministerio de agricultura y relacionados no se encuentran estadísticas o información específica acerca de la cantidad de residuos producidos por fruta y por departamento, por lo tanto es necesario realizar estimaciones basados en la producción departamental, los consumos en fresco y por agroindustria por departamento y las caracterizaciones de fruta reportadas en literatura.

En primer lugar, se obtiene la producción de 2011 en los departamentos de interés para las 5 frutas a partir del Anuario Estadístico de Frutas Y Hortalizas 2007-2011⁴ mostrado en la tabla 1.

Tabla 1. Producción departamental para cada una de las frutas del proyecto en términos de área cosechada, producción y rendimiento.

	Departamento	Área Cosechada (hectáreas)	Producción (toneladas)	Rendimiento (ton/ha)
MORA	Antioquia	1400	13456	9.611
	Tolima	460	4075	8.859
	Caldas	237	2603	10.983
	Risaralda	461	4510	9.783
GUAYABA	Antioquia	800	7115	8.804
	Tolima	872	4278	4.906
	Caldas	255	3014	11.820
	Risaralda	116	887	7.647
LULO	Antioquia	237	3505	14.789
	Tolima	720	5176	7.189
	Caldas	149	1109	7.443
	Risaralda	218	3184	14.606
TOMATE DE ÁRBOL	Antioquia	2212	58346	26.377
	Tolima	411	4226	10.282
	Caldas	61	1154	18.918
	Risaralda	111	3392	30.559
MARACUYÁ	Antioquia	430	5822	13.540
	Tolima	80	930	11.625

	Caldas	35	554	15.829
	Risaralda	5	82	16.400

La producción corresponde al producto cosechado que está en condiciones de ser comercializado en toneladas (ton) y el rendimiento representa la relación entre la producción y el área cosechada en toneladas por hectárea (ton/ha). Es necesario resaltar que el rendimiento de un cultivo dependerá de las condiciones climáticas, de las características de los suelos y prácticas de cultivo; de acuerdo al tipo de producto cosechado se verá ampliamente afectado por las técnicas de cosecha y prácticas postcosecha.

De la información anterior se puede observar que el tomate de árbol y la mora son las frutas más producidas en la zona de estudio y el maracuyá la menos producida.

A continuación se analiza la relación que tiene el consumo de fruta tanto en fresco como por el sector agroindustrial, en conjunto con la producción departamental a partir de las cuales se obtienen estadísticas aproximadas de la cantidad de residuos generados para cada fruta. Los datos de consumo se obtienen del plan frutícola nacional⁵ y los planes por departamento⁶.

1.1. Mora (*Rubus glaucus Benth*)

En la tabla 2 se muestra la producción y el consumo anual de mora por departamento.

Tabla 2. Producción y consumo anual en fresco y por agroindustria de mora por departamento

Departamento	Producción anual (Toneladas) ⁴	Consumo en fresco anual (Toneladas)	Consumo por la agroindustria anual (Toneladas)	Consumo total anual (Toneladas)
Antioquia	13456	5390 ⁷	5707.6 ⁷	11097.6
Tolima	4075	-	-	3158 ⁸
Caldas	2603	965 ⁹	1789 ⁹	2754
Risaralda	4510	-	-	2008 ¹⁰

De la tabla anterior se puede observar que en el caso de la mora, en los departamentos de Antioquia y Caldas, el principal destino es el uso en procesos agroindustriales, por lo que la disponibilidad de los residuos es la adecuada y las mismas empresas que los generan podrían desarrollar procesos en los que se aprovechen los mismos y se generen productos de mayor valor agregado. Adicionalmente se puede observar que la demanda de mora en cada departamento es menor a la oferta excepto en el caso de Caldas, por lo que mucha de la fruta que sobra es posiblemente exportada a otros departamentos incrementando la

cantidad de fruta de rechazo cuando no se cumplan los requerimientos de transporte y almacenamiento debidamente puesto que la mora es una fruta altamente perecedera.

Las moras son altamente apetecidas gracias a su alto contenido de compuestos bioactivos, compuestos fenólicos, colorantes, entre otros, por lo que de sus residuos se podrían obtener compuestos de alto valor agregado¹¹. Industrialmente la mora se emplea principalmente en la producción de jugos, helados, yogurth y jaleas por lo que el principal residuo agroindustrial es el bagazo compuesto esencialmente de la piel y las semillas, las cuales representan cerca del 20% de la fruta¹².

De lo anterior se podría decir que si se destinara toda la mora al sector agroindustrial se producirían aproximadamente 2691 toneladas de residuos en Antioquia, 815 toneladas en el Tolima, 520 toneladas en Caldas y 902 en Risaralda, aunque a este valor se debería sumar las pérdidas postcosecha y la fruta de rechazo las cuales constituyen un importante porcentaje.

1.2. Lulo (*Solanum quitoense* Lam)

La producción y el consumo total anual de lulo por departamento se muestran en la tabla 3.

Tabla 3. Producción y consumo anual en fresco y por agroindustria de lulo por departamento

Departamento	Producción anual (Toneladas) ⁴	Consumo en fresco anual (Toneladas)	Consumo por la agroindustria anual (Toneladas)	Consumo total anual (Toneladas)
Antioquia	3505	780 ⁷	2903.2 ⁷	3683.2
Tolima	5176	-	-	920 ⁸
Caldas	1109	146 ⁹	607 ⁹	753
Risaralda	3184	-	-	738 ¹⁰

En este caso se puede ver que la demanda de lulo por departamento es menor a la oferta excepto en Antioquia, presentando las mismas características que la fruta anterior. Se tiene buena producción y la mayoría está destinada a la agroindustria por lo tanto la disponibilidad de residuos es alta.

Para el lulo la parte no comestible se compone de cascara (3.43%) y semillas (3.60%)¹³ es decir que aproximadamente se tienen producciones de residuos de 245, 362, 77 y 223 toneladas anuales en los departamentos de Antioquia, Tolima,

Caldas y Risaralda respectivamente si toda la producción fuera utilizada en el sector agroindustrial, aunque se deben tener en cuenta los aspectos mencionados anteriormente.

1.3. Maracuyá (*Passiflora edulis Sims*)

En la tabla 4 se muestra la producción y consumo anual de maracuyá por departamento.

Tabla 4. Producción y consumo anual en fresco y por agroindustria de maracuyá por departamento

Departamento	Producción anual (Toneladas) ⁴	Consumo en fresco anual (Toneladas)	Consumo por la agroindustria anual (Toneladas)	Consumo total anual (Toneladas)
Antioquia	5822	9257 ⁷	577.0 ⁷	9834
Tolima	930	-	-	2462 ⁸
Caldas	554	1351 ⁹	7722 ⁹	9073
Risaralda	82	-	-	3526 ¹⁰

En los datos anteriores se observa que el consumo anual de maracuyá en todos los departamentos estudiados supera en gran medida la producción total por lo que en estas zonas se importa este tipo de fruta desde los principales productores del país como el Huila y Meta⁴, sin embargo existe un buen consumo por parte del sector agroindustrial en el departamento de caldas indicando una buena disponibilidad de residuos, desde el punto de vista de que ya están separados y son de fácil asequibilidad.

Se ha reportado que el fruto de maracuyá se compone principalmente de cascara (50%), jugo (35%) y semillas (15%)¹⁴, es decir que la parte no comestible es la de mayor presencia en la fruta. Teniendo esto en cuenta si la producción mostrada anteriormente se destinara toda hacia la agroindustria, los residuos generados son aproximadamente 3784, 604, 360 y 53 toneladas anuales para los departamentos de Antioquia, Tolima, Caldas y Risaralda respectivamente.

1.4. Guayaba (*Psidium guajaba L*)

En la tabla 5 se muestra la producción y consumo anual de guayaba por departamento.

Tabla 5. Producción y consumo anual en fresco y por agroindustria de guayaba por departamento

Departamento	Producción anual (Toneladas) ⁴	Consumo en fresco anual (Toneladas)	Consumo por la agroindustria anual (Toneladas)	Consumo total anual (Toneladas)
Antioquia	7115	5475 ⁷	3767.2 ⁷	9242.2
Tolima	4278	-	-	1714 ⁸
Caldas	3014	1496 ⁹	595 ⁹	2091
Risaralda	887	-	-	1859 ¹⁰

En este caso se ve que el consumo de guayaba en Antioquia y Risaralda supera las producciones departamentales indicando que es necesario importar de otros departamentos, adicionalmente no se muestran grandes consumos por el sector agroindustrial en comparación al consumo en fresco a pesar de que esta fruta es ampliamente usada en la fabricación de bocadillos. Se ha reportado en la literatura que los residuos de las guayabas se constituyen principalmente de semillas que corresponden al 12% del peso total de la fruta¹⁵, por lo tanto se esperarían producciones de 853, 513, 361 y 106 toneladas anuales de residuos para los departamentos de Antioquia, Tolima, Caldas y Risaralda respectivamente.

1.5. Tomate de árbol (*Cyphomandia betacea Cav Sendt*)

En la tabla 6 se muestra la producción y consumo anual de tomate de árbol por departamento.

Tabla 6. Producción y consumo anual en fresco y por agroindustria de tomate de árbol por departamento

Departamento	Producción anual (Toneladas) ⁴	Consumo en fresco anual (Toneladas)	Consumo por la agroindustria anual (Toneladas)	Consumo total anual (Toneladas)
Antioquia	58346	16927 ⁷	67677.6 ⁷	84604.6
Tolima	4226	-	-	3075 ⁸
Caldas	1154	2211 ⁹	221 ⁹	2432
Risaralda	3392	-	-	3078 ¹⁰

Para el caso de tomate de árbol, las estadísticas de producción muestran que es la fruta que se genera en mayores volúmenes en los departamentos estudiados, dando así una gran oportunidad de aprovechamiento de sus residuos siendo el departamento de Antioquia el mayor productor nacional y con mayor consumo

por el sector agroindustrial en comparación al consumo en fresco, dando una ventaja así para la obtención de sus residuos. Esta fruta se ha utilizado industrialmente en la fabricación de mermeladas, néctares, jugos y conservas y se ha reportado que su pulpa constituye aproximadamente el 84% del peso total¹⁶, por lo tanto se considera que el resto son residuos correspondientes a la piel, semillas y el pedúnculo. Teniendo en cuenta lo anterior, en los departamentos estudiados si toda la producción se destinara a la agroindustria se podrían obtener aproximadamente 9335, 676, 184 y 542 toneladas anuales de residuos de tomate de árbol en los departamentos de Antioquia, Tolima, Caldas y Risaralda respectivamente.

En conclusión se observa que el tomate de árbol y el maracuyá son las frutas con mayor disponibilidad de residuos los cuales se pueden aprovechar en la fabricación de productos de alto valor agregado, generando rentabilidad para las empresas y solucionando un problema medioambiental y de salud pública enorme actualmente. Los posibles usos o productos derivados de estos residuos se muestran más adelante en este documento.

2. Evaluar las temporadas en las cuales se produce mayor cantidad de residuos

Para hablar de las temporadas en las que se generan mayor cantidad de residuos frutales es necesario tener en cuenta primero el destino final que tendrá la fruta cosechada, es decir, si se utilizara en un proceso agroindustrial como materia prima o simplemente si se destinara para consumo directo por el cliente. Esto es determinante ya que desde el punto de vista industrial, existen productos alimenticios derivados de frutas que son estacionales dependiendo de características culturales y de disponibilidad en ciertas regiones, influyendo enormemente en la cantidad de residuos generados para las distintas frutas, por otra parte, los factores climáticos afectan la calidad de la cosecha en ciertas temporadas del año y por lo tanto también afecta la cantidad de fruta rechazada, sin embargo, este tema es mucho más específico para cada fruta y para cada región lo cual requiere de mucho más esfuerzo y tiempo, por lo tanto, para efectos de este estudio se tendrá en cuenta que la cantidad de residuos frutales solo dependerá de la cantidad de fruta cosechada y por lo tanto las temporadas en las que se generan más residuos son aproximadamente las mismas en las que se cosecha más fruta.

Metodología

Para identificar la estacionalidad de cada una de las frutas de estudio se evaluaron los gráficos de porcentaje de rendimiento para cada uno de los meses del año hallados en los anuarios estadísticos de frutas y hortalizas de los años 2008¹⁷, 2010¹⁸ y 2011⁴.

Los gráficos fueron tomados en el formato original empleado en los anuarios. Se presenta a continuación la información correspondiente a cada fruta.

2.1. Mora



Figura 1. Porcentaje de rendimiento de cultivo de mora para cada mes de los años 2008, 2010 y 2011.

De las gráficas anteriores se observa que durante todo el año se obtiene importante cosecha de mora, presentando rendimientos entre el 6 y 10%, alcanzando los máximos de rendimiento al final del primer trimestre del año y al inicio del cuarto.

2.2. Lulo

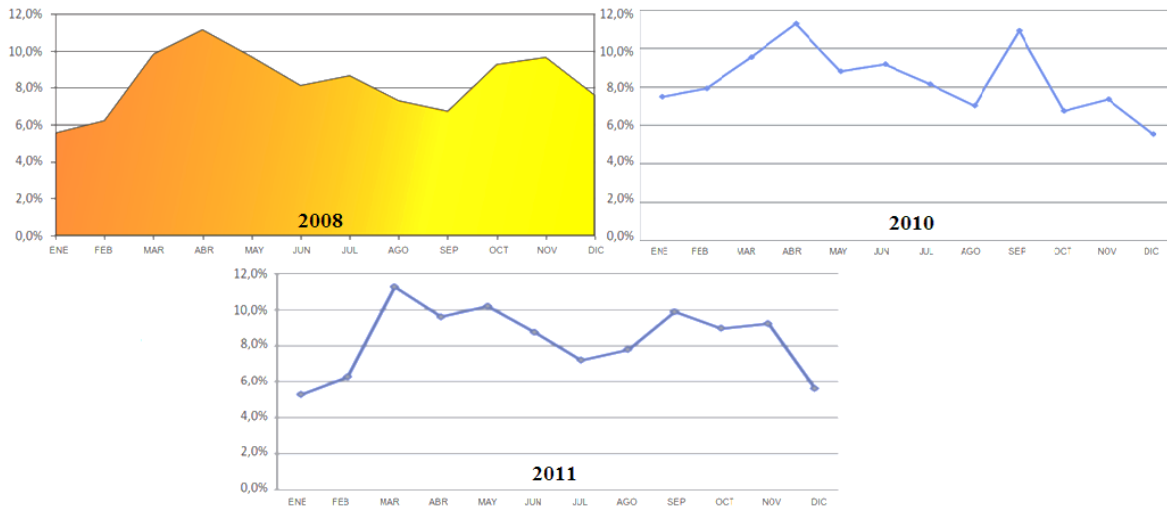


Figura 2. Porcentaje de rendimiento de cultivo de lulo para cada mes de los años 2008, 2010 y 2011.

Observando el comportamiento del rendimiento de la cosecha de lulo se observa que durante todo el año hay una buena producción con rendimientos entre el 5 y 12% con máximos en marzo y septiembre.

2.3. Maracuyá

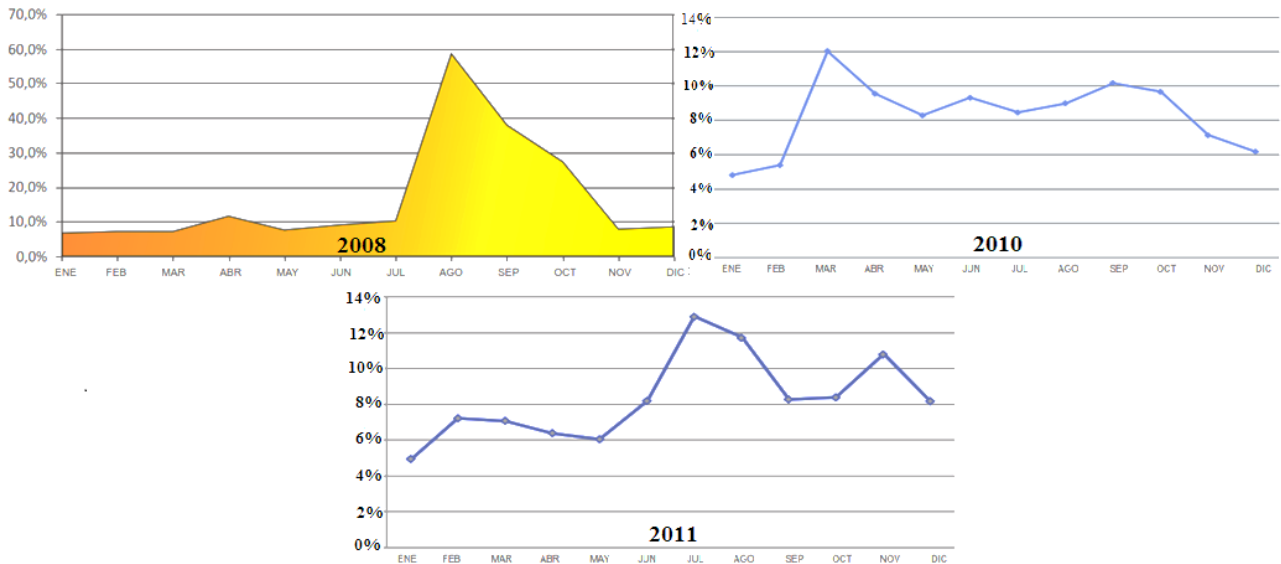


Figura 3. Porcentaje de rendimiento de cultivo de maracuyá para cada mes de los años 2008, 2010 y 2011.

Para el caso del maracuyá, se observa que en los años 2008 y 2011 los mayores rendimientos de cosecha se obtienen a partir del segundo semestre del año, indicando que es una fruta estacional, sin embargo en el año 2010 se obtuvieron importantes rendimientos durante casi todo el año aunque pudo haber sido una anomalía ocurrida durante ese año preciso.

2.4. Guayaba

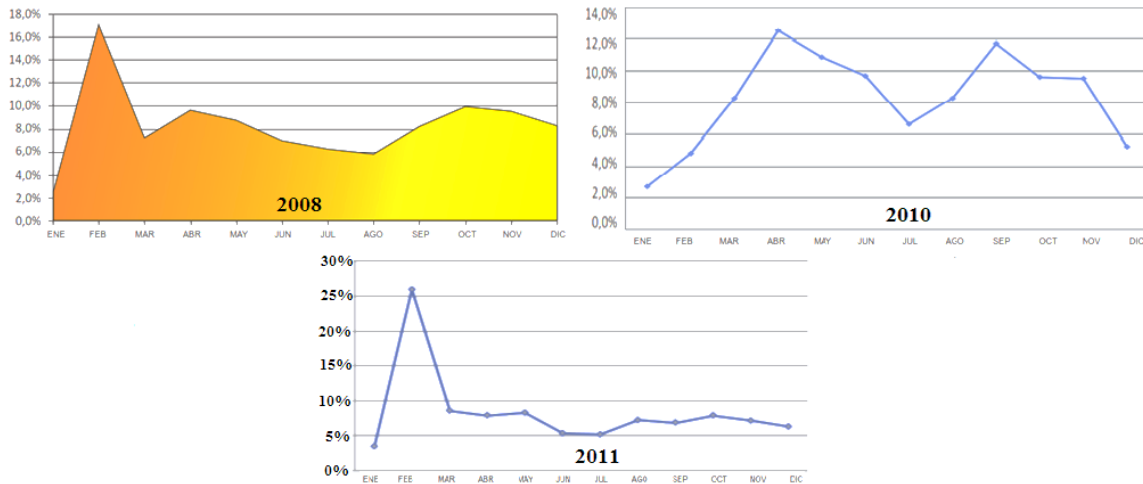


Figura 4. Porcentaje de rendimiento de cultivo de guayaba para cada mes de los años 2008, 2010 y 2011.

De acuerdo a la información anterior se tiene que la guayaba es una fruta estacionaria, presentando el máximo de producción en el primer trimestre del año, sin embargo el comportamiento del año 2010 presentó dos picos de cosecha en los meses de abril y octubre aunque ambos presentaron un rendimiento menor a los máximos obtenidos para el año 2008 y 2011 que fueron 16% y 25% respectivamente.

2.5. Tomate de árbol

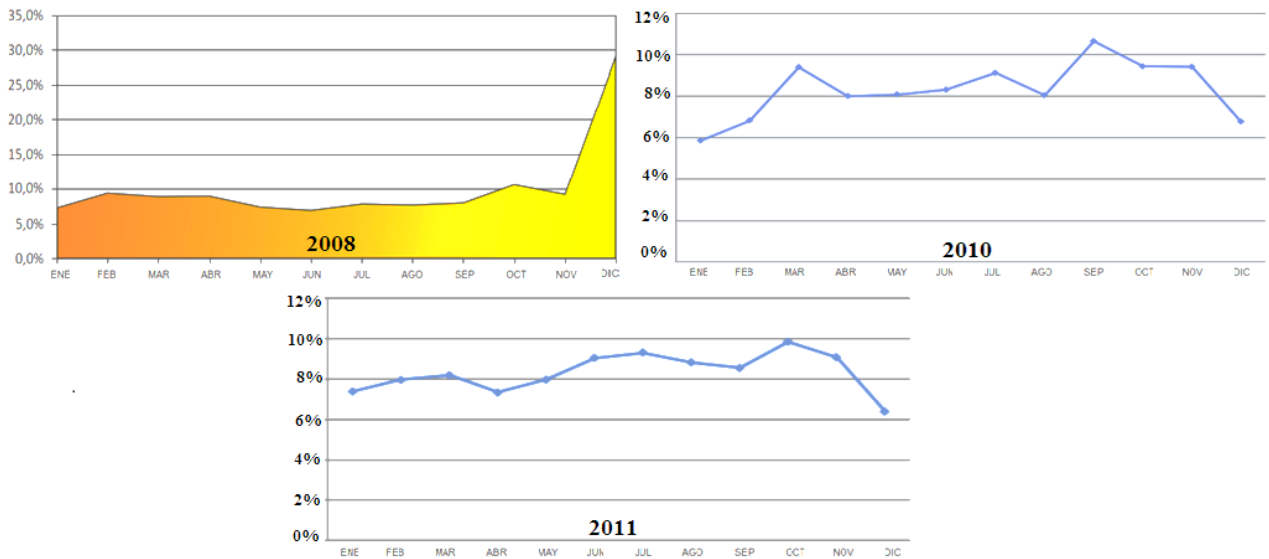


Figura 5. Porcentaje de rendimiento de cultivo de tomate de árbol para cada mes de los años 2008, 2010 y 2011.

De lo anterior se observa que el tomate de árbol presenta un rendimiento de cosecha con ligeras variaciones durante todo el año, oscilando entre el 6% y 10% a lo largo del año, indicando que no es estacional.

En conclusión, frutas no estacionales tales como la mora, lulo y tomate de árbol pueden generar importantes cantidades de residuos que se pueden utilizar como materia prima en la fabricación de productos con valor agregado como los que se presentan más adelante. Por otra parte los residuos de maracuyá se producen en mayor medida en el segundo semestre del año y de la guayaba en el primer semestre, por lo tanto, se podría diseñar una planta de producción que utilice estos residuos como materia prima pero que sea flexible y pueda cambiar su abastecimiento de materia prima dependiendo de su disponibilidad durante el año.

3. A través de búsquedas en bases de datos evaluar los usos potenciales de estos residuos

Metodología


Para el desarrollo de este objetivo se hizo uso de bases de datos científicas disponibles en los recursos bibliográficos de la Universidad Nacional de Colombia, tales como Science Direct, Scopus, Springer, entre otras, para buscar artículos y trabajos científicos en donde se evalúen posibles usos de residuos agroindustriales de las frutas objetivo. Esta información se muestra en la tabla 2 donde se muestra brevemente el objetivo del estudio y el procesamiento o tratamiento del residuo en específico además del producto de alto valor agregado esperado.

Tabla 2. Revisión bibliográfica sobre los usos potenciales de residuos de fruta

FRUTA	NOMBRE DEL ARTICULO	PRODUCTO PROPUESTO	AUTORES	RESUMEN	PROCESADO DE RESIDUOS
Maracuyá	Extracción de pectina líquida a partir de cáscaras de Maracuyá (<i>Passiflora edulis</i>)	Pectina líquida a partir de cáscaras de Maracuyá aplicado a mermelada de piña.	M.ivadeneira, P. Cáceres ¹⁹	<p>Se pretende obtener material gelificante mediante hidrólisis ácida, determinando parámetros como temperatura, pH, y tiempo, evaluados a través del contenido de ácido galacturónico y grado de esterificación dando como respuesta su capacidad gelificante.</p> <p>Se evidencia la aplicación en la mermelada de piña.</p> <p>Se obtuvo una pectina de alto grado de esterificación 50%, pero gelificación lenta, produciendo texturas de consistencia similar a la pectina comercial.</p>	<p>- Se trituran las cáscaras, se someten a hidrólisis, donde son calentadas en una solución de agua acidulada a pH 3 con ácido cítrico, relación volumen agua cáscara 3:1.</p> <p>-Se calienta a 90°C por 80°C</p> <p>-Se separa el extracto pectínico y el bagazo, escurriendo y prensando en lienzo, procurando que el lienzo quede seco.</p> <p>-El tiempo de extracción es muy importante porque a tiempos muy cortos se reduce la eficiencia y a tiempos prolongados, la materia prima comienza a degradarse</p>

<p>Maracuyá</p>	<p>Evaluación de las características espesantes del mesocarpio de maracuyá (<i>Passiflora edulis</i> var. <i>flavicarpa</i>) en la producción de conservas</p>	<p>Mesocarpio pulverizado de la cáscara usado como gelificante en jalea de guayaba</p>	<p>Edwin Miguel Rodríguez Díaz²⁰</p>	<p>Al reemplazar la pectina por mesocarpio pulverizado en la formulación de jalea de guayaba se logró obtener viscosidades similares sin afectar el color, contenido de sólidos solubles y sinéresis.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Se seleccionaron los frutos de maracuyá en buen estado, sin hongos, gusanos o partes en descomposición, en un estado de coloración amarillo. - Lavar y desinfectar las frutas, y retirar pulpa y semillas. - Quitar todo el exocarpio de la cáscara para impedir que al final del proceso aportara color indeseable. - Triturar el mesocarpio obtenido en una licuadora industrial - Someter a Tratamiento térmico (10 minutos en agua a 90°C) para inactivar a enzimas pectinasas y evitar la degradación de la pectina - Secar el mesocarpio durante 6 horas a una temperatura de 150°C - Enfriar la mezcla hasta llevar a temperatura ambiente - Moler y tamizar en malla de 60 mesh (Tamiz Tyler) para obtener un producto con granulometría parecida a la pectina comercial. - Pesar y almacenar a 25 °C hasta su uso.
<p>Maracuyá</p>	<p>Harina de Cáscara de Maracuyá como Sustituto Graso en Chorizos de Tilapia Roja</p>	<p>Harina de la cáscara</p>	<p>Carlos A. Acosta G.1; Diego A. Virviescas S.2; Ángela M. Otálvaro A. (Memorias ICTA 2014)²¹</p>	<p>La harina de cáscara de maracuyá se puede utilizar en la elaboración de embutidos, debido a su capacidad de retención de agua y a su contenido de fibra que le confieren propiedades importantes para la elaboración de emulsiones.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Separar el mesocarpio del resto de la cáscara (la cáscara de maracuyá se compone de mesocarpio y exocarpio, el mesocarpio que es la materia prima empleada en este trabajo, corresponde a la parte blanda de la cáscara)

				<p>En la elaboración de los chorizos con sustitución de grasa animal por harina de cáscara de maracuyá, se observó un aumento en la concentración de fibra dietara total en los productos que aporta un valor agregado a nivel nutricional a los mismos y a sus características físicas. En cuanto al nivel de textura de acuerdo a la prueba de fuerza de corte se concluye que el chorizo con sustitución del 2,5% de grasa animal por harina de maracuyá es la muestra que presenta características más similares al patrón, mientras posibilita una reducción de la grasa en los chorizos en un 43%.</p>	<p>-Secar a 70°C por ocho horas durante 5 días. Hasta alcanzar humedad del mesocarpio del 3%,</p> <p>-Moler para obtener partículas con un diámetro -de 0,8 mm.</p> <p>-Con esta harina, se procedió a elaborar las formulaciones de los chorizos de pescado</p>
Maracuyá	Extracción Asistida por Microondas de Pectina Empleando Cáscara de Maracuyá (<i>Passiflora edulis</i>)	Pectina	<p>Luis Eduardo Mosquera Narváez, Diana Edith Molina Soler, Rafael Humberto Gutiérrez Bravo, María Soledad Hernández Gómez</p> <p>(Memorias ICTA 2014) ²¹</p>	<p>La tecnología EAM funciona para la extracción de sustancias pépticas, los mejores resultados se lograron a una potencia de 252,19W.</p> <p>El tiempo y la potencia del microondas aumenta la cantidad extraída de pectina pero cambia su textura, recomendable efectuar ensayos de calidad del material extraído y trabajar a</p>	<p>Preparación de la muestra</p> <p>Las cáscaras fueron cortadas en trozos aproximados de 2 cm², lavadas con agua corriente, escaldadas y secadas a 50°C en un secador de bandejas de convección forzada eléctrico de 110V hasta peso constante.</p> <p>Luego se molieron, tamizaron (tamiz 10 mesh) y almacenaron en recipientes de vidrio a temperatura ambiente hasta su uso</p>

				<p>potencias bajas y tiempos prolongados o potencias altas en tiempos cortos.</p> <p>La mejor condición se logró en una exposición de 14 min a 252,19W, obteniendo una concentración de pectina seca de 0,0074g/mL.</p>	<p>Extracción de pectina</p> <p>Se utilizó un horno microondas, se modificó con un sistema de agitación al interior del reactor empleando un motor de 163 RPM con salida de 24 voltios.</p> <p>Para la toma de muestras en diferentes tiempos se empleó una manguera plástica a la cual se indujo vacío usando una jeringa de 20mL.</p> <p>Para la extracción se usó 33,33g de cáscara de maracuyá seca en 1L de agua de la llave, relación 1:30, m/v, a diferentes potencias (9,99W, 131,09W y 252,19W). Se tomaron 15 ml del extracto en diferentes tiempos de exposición (0, 2, 6, 10, 14, y 18min), se filtró al vacío; posteriormente se tomaron alícuotas de 5ml del extracto filtrado para la precipitación de la pectina con etanol al 96% en una relación extracto-etanol 1:2 v/v, se dejó por dos horas a temperatura ambiente, se filtró al vacío para recuperar la pectina y se secó a 50°C hasta peso constante. La concentración de pectina se expresó como el peso de la pectina seca sobre 5mL del extracto filtrado.</p>
<p>Guayaba, maracuyá y cítricos</p>	<p>Valorización de residuos agroindustriales – frutas – en Medellín y</p>	<p>Pectinas de las cáscaras</p>	<p>Sandra Milena Yepes; Lina Johana Montoya Naranjo y</p>	<p>La obtención de pectina se puede realizar a partir de cáscaras de frutas como guayaba, maracuyá y cítricos Las pectinas son sustancias</p>	<p>La Extracción debe hacerse en dos fases bien diferenciadas: primero, se solubilizan las materias pécticas insolubles en agua y luego se</p>

	el sur del Valle del Aburrá, Colombia		Fernando Orozco Sánchez ²	blancas amorfas que forman en agua una solución viscosa; combinadas en proporciones adecuadas con azúcar y ácidos, forman una sustancia gelatinosa utilizada como espesante.	disocian las materias pécticas que se han hecho solubles. Se obtiene mayor rendimiento y calidad de pectinas cuando se procesa la cáscara de guayaba partida en cuartos y la cáscara de maracuyá partida en trozos de aproximadamente 1/8 de su tamaño. Dentro de los numerosos usos que tienen las pectinas se pueden citar la elaboración de geles, conservas, compotas, mazapanes, emulsificación y estabilización de mayonesa y elaboración de helados y postres de leche
Maracuyá, guayaba, tomate de árbol	Valorización de residuos agroindustriales – frutas – en Medellín y el sur del Valle del Aburrá, Colombia	Cáscaras confitadas	Sandra Milena Yepes; Lina Johana Montoya Naranjo y Fernando Orozco Sánchez ²	Los residuos de maracuyá pueden utilizarse para producción de sustancias alimenticias animales y humanas debido a su alto valor de fibra dietaria total (66,9%). Con las cáscaras de cualquiera de las frutas pueden elaborarse “cáscaras confitadas”.	Se debe hervir la cáscara en un 20% de azúcar durante 15-20 minutos. Luego, se va aumentando progresivamente la cantidad de azúcar hasta alcanzar 65 - 70°Brix. Estas cáscaras se usan principalmente como pasabocas, en productos de panadería y repostería y como agregado para mermeladas
Maracuyá	Valorización de residuos agroindustriales – frutas – en Medellín y el sur del Valle del Aburrá, Colombia	Alimento para animales	Sandra Milena Yepes; Lina Johana Montoya Naranjo y Fernando Orozco Sánchez ²		Los residuos de maracuyá pueden utilizarse para producción de sustancias alimenticias animales y humanas debido a su alto valor de fibra dietaria total (66,9%).

Lulo	Exploración del potencial de aprovechamiento de residuos de lulo (<i>Solanum quitoense</i>) para la producción de biopolímeros	Polímeros	Jimmy Alexander López Narváez; Pedro Vanegas Mahecha. ²²	El tratamiento de las cutículas con enzimas pectinolíticas y celulolíticas mejora notablemente la separación de compuestos hidrolizables. La etapa de hidrólisis de las cutículas muestra mejores resultados a temperatura de 105°C y el grado de despolimerización aumenta con la solución de NaOMe respecto a la de NaOH.	<ul style="list-style-type: none"> - Caracterización del residuo y separación de las cutículas - Secado y extracción de ceras. - Hidrólisis y despolimerización e identificación de ácidos grasos
Tomate de árbol, Mora	Extracción y uso de tres pigmentos naturales a partir de tomate de árbol (<i>solanum betaceum cav.</i>), mortiño (<i>vaccinium mytillus l.</i>) y mora de castilla (<i>rubus glaucus</i>) como alternativa colorante natural para alimentos	Antocianinas a partir del Mucílago interno que recubre a la semilla del Tomate de árbol	Cano Lasso Alejandra Patricia ²³	Los resultados indicaron que la coloración obtenida a partir del pigmento en base de tomate de árbol es la que más se acerca a la del testigo y en cuanto a los cambios de color durante el tiempo de almacenamiento fue más estable.	Extracción de antocianinas, como alternativa de sustitución parcial o total de sales de nitro en salchichas comerciales, mediante una solución de etanol al 90° de pureza con una concentración de ácido cítrico del 0,03% a una temperatura de 60°C, los extractos se obtuvieron a partir 1kg del mucílago del tomate de árbol.
Tomate de Árbol	Supercritical fluid extracts from tamarillo (<i>Solanum betaceum Sendtn</i>) epicarp and its application as protectors against lipid	Extracción de Antioxidantes de la cáscara	Henry I. Castro-Vargas a, Patricia Benelli b, Sandra R.S. Ferreira b, Fabián Parada-Alfonsoan ²⁴	Extractos de la cascara de Tomate de árbol fueron exploradas por dos métodos en carne tierna cocinada.	<ul style="list-style-type: none"> - Extracción Supercrítica - Extracción Soxhlet

	oxidation of cooked beef meat			Los resultados indicaron que extracto es una fuente potencial de antioxidantes.	
Tomate de árbol	Tamarillo (cyphomandra betacea) seed oils as a potential source of essential fatty acid for food, cosmetic and pharmaceutical industries	Aceite de las semillas de tomate de árbol	Y. Ramakrishnan, A. Khoddami, S.P. Gannasin and K. Muhammad ²⁵	El aceite extraído de las semillas de tomate de árbol (Cyphomandra betacea) se analizó para identificar el contenido de ácido graso esencial. El análisis se realizó mediante cromatografía de gases y los ácidos grasos más abundantes en el aceite de semilla de tomate de árbol fueron linoleico (70,47%) y oleico ácido (14,93%). Ácido graso poliinsaturado total en este aceite de semilla fue 72,20% haciendo de este aceite de semilla de una fuente prometedora de ácidos grasos esenciales para aplicaciones alimentarias, cosméticas y farmacéuticas.	<ul style="list-style-type: none"> - Pretratamiento: Selección, Lavado, Secado, molienda - Extracción de aceites por Soxhlet con éter de petróleo como solvente - Análisis de aceites por Cromatografía de gases
Maracuyá	Odor potency, aroma profile and volatiles composition of cold pressed oil from industrial passion fruit residues	Aceite a partir de las semillas de maracuya	Karina M.M. Leão, Karina L. Sampaio, Alessandra A.C. Pagani, Maria Aparecida A.P. Da Silva ²⁶	Se propone la elaboración de aceite aromático derivado de residuos industriales de procesamiento de maracuyá. El aceite obtenido poseía un alto poder odorífero, de dos a tres veces superior a la pulpa, un perfil de aroma similar a la pulpa fresca de maracuyá y buen potencial para su uso en la fabricación de productos aromatizantes.	<ul style="list-style-type: none"> - Los residuos (principalmente semillas) se deshidrataron a 45°C hasta humedad de 6%. - Se muelen y tamizan hasta pasar por malla 20. - Se utiliza una prensa hidráulica para la extracción del aceite. - El aceite se purifica mediante centrifugación y separar la emulsión aceite agua. - El rendimiento obtenido fue de 9.8%

Conclusiones

A pesar de que no se encontraron las estadísticas acerca de la producción de residuos de fruta en el país y específicamente en la zona de influencia del proyecto, en este trabajo se realizaron aproximaciones basados en la producción total anual de fruta y los consumos por parte del sector agroindustrial y en fresco, encontrándose que de frutas como el tomate de árbol o maracuyá se generan la mayor cantidad de residuos principalmente en el departamento de Antioquia, indicando un gran potencial de aprovechamiento industrial de éstos en la fabricación de productos tanto alimenticios como químicos de alto valor agregado, mejorando la economía de la región y la rentabilidad de las empresas transformadoras locales, adicionalmente se reduce el impacto ambiental y social que estos residuos generan. Se muestran también posibles usos de los residuos en la fabricación de algunos compuestos de mayor valor agregado o de productos alimenticios derivados.

En conclusión se encontró que los residuos de tomate de árbol son los más viables para ser sometidos a estudios posteriores de formulación de proyectos de aprovechamiento desde el punto de vista de que se generan grandes volúmenes en la región, principalmente en Antioquia y teniendo en cuenta también que el tomate de árbol es una fruta no estacional por lo que sus residuos son generados durante todo el año.

Referencias

1. Residuos de las frutas, potencialmente provechosos - UNIMEDIOS: Universidad Nacional de Colombia. <http://agenciadenoticias.unal.edu.co/detalle/articulo/residuos-de-las-frutas-potencialmente-provechosos.html>. Accessed April 18, 2016.
2. Valorization-Fruits-in A. Valorización De Residuos Agroindustriales-Frutas-En Medellín Y El Sur Del Valle Del Aburrá, Colombia. *Rev Fac Nal Agr Medellin*. 2008;61(1):4422-4431.
3. Henao GJ, Márquez LMZ. APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS EN COLOMBIA. *Univ ANTIOQUIA*. 2008. <http://uniciencia.ambientalex.info/infoCT/Apressolorgco.pdf>. Accessed April 18, 2016.
4. Ministerio De Agricultura y desarrollo Rural. *Anuario Estadístico de Frutas Y Hortalizas 2007-2011 Y Sus Calendarios de Siembras Y Cosechas. Resultados Evaluaciones Agropecuarias Municipales.*; 2012.
5. Ministerio De Agricultura y desarrollo Rural, Asohofrucol. Plan Frutícola Nacional PFN. 2006. http://www.asohofrucol.com.co/archivos/biblioteca/biblioteca_14_FINAL_PFN_COMPLETO.pdf. Accessed April 18, 2016.
6. ASOHOFRUCOL. Plan Frutícola por Departamentos. <http://asohofrucol.com.co/bibliotecavirtual.php>. Accessed April 18, 2016.
7. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. *Plan Frutícola Nacional. Desarrollo de La Fruticultura En Antioquia.*; 2006.
8. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. *Plan Frutícola Nacional. Desarrollo de La Fruticultura En Tolima.*; 2006.
9. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. *Plan Frutícola Nacional. Desarrollo de La Fruticultura En Caldas.*; 2006.
10. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. *Plan Frutícola Nacional. Desarrollo de La Fruticultura En Risaralda.*; 2006.
11. Machado APDF, Pasquel-Reátegui JL, Barbero GF, Martínez J. Pressurized liquid extraction of bioactive compounds from blackberry (*Rubus fruticosus* L.) residues: a comparison with conventional

- methods. *Food Res Int.* 2015;77:675-683. doi:10.1016/j.foodres.2014.12.042.
12. Pasquel Reátegui JL, Machado AP da F, Barbero GF, Rezende CA, Martínez J. Extraction of antioxidant compounds from blackberry (*Rubus* sp.) bagasse using supercritical CO₂ assisted by ultrasound. *J Supercrit Fluids.* 2014;94:223-233. doi:10.1016/j.supflu.2014.07.019.
 13. Reina G CE. Manejo Postcosecha y evaluación de la calidad del lulo (*Solanum quitoense* sp.) que se comercializa en la ciudad de neiva. *Univ Surcolombiana.* 1998. http://agronet.gov.co/www/docs_si2/Manejo_poscosecha_y_evaluacion_de_la_calidad_en_lulo.pdf. Accessed April 19, 2016.
 14. Guidi A, Arandia Quiroga MZ. Obtencion de Pectina a Partir De la cascara de maracuya mediante Hidrólisis Ácida. *J Boliv ciencias.* 2010;(4):67-71.
 15. Ordoñez-Santos LE, Hurtado Aguilar P, Ríos Solarte OD, Arias Jaramillo ME. Total concentration of carotenoids in tropical fruits' waste. *Prod + Limpia.* 9(1):91-98. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-04552014000100007&lng=en&nrm=iso&tlng=en. Accessed April 19, 2016.
 16. Reina CE. Manejo postcosecha y evaluación de la calidad para tomate de arbol (*Cyphomandra betacea* sendt). que se comercializa en la ciudad de Neiva. *Univ Surcolombiana.* 1998. http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/jspui/bitstream/11348/4694/1/Manejo_poscosecha_y_evaluacion_de_la_calidad_en_tomate_de_arbol.pdf. Accessed April 19, 2016.
 17. Ministerio De Agricultura y desarrollo Rural. *Anuario de Frutas Y Hortalizas 2004 - 2008.*; 2008.
 18. Ministerio De Agricultura y desarrollo Rural. *Anuario Estadístico de Frutas Y Hortalizas 2006-2010 Y Sus Calendarios de Siembras Y Cosechas.*; 2010.
 19. Rivadeneira M, Cáceres P. ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA Extracción de pectina líquida a partir de cáscaras de Maracuyá (*Passiflora edulis*) y su aplicación en el desarrollo de un producto de humedad intermedia. *Technology.*
 20. Rodr EM. Evaluación de las características espesantes del mesocarpio de maracuyá (*Passiflora edulis* var. flavicarpa) en la producción de conservas. 2012.
 21. II Congreso Internacional de Investigación e Innovación en Ingeniería, Ciencia y Tecnología de Alimentos – IICTA 2014. In :; 2014.
 22. Mahecha PV. Exploración del potencial de aprovechamiento de residuos de lulo. 2012;143(Figura 2):93-94.
 23. Ciencias DDE, Vida DEL a, Agropecuario I. “ EXTRACCIÓN Y USO DE TRES PIGMENTOS NATURALES A PARTIR DE TOMATE DE ÁRBOL (*Solanum betaceum* Cav.), MORTIÑO (*Vaccinium myrtillus* L.) Y MORA DE CASTILLA (*Rubus glaucus*) COMO ALTERNATIVA COLORANTE NATURAL PARA. 2011.
 24. Castro-Vargas HI, Benelli P, Ferreira SRS, Parada-Alfonso F. Supercritical fluid extracts from tamarillo (*Solanum betaceum* Sendtn) epicarp and its application as protectors against lipid oxidation of cooked beef meat. *J Supercrit Fluids.* 2013;76:17-23. doi:10.1016/j.supflu.2012.10.006.
 25. Paper C. Tamarillo (*Cyphomandra betacea*) Seed Oil as a Potential Source of Essential Fatty Acids for Food, Cosmetic and Pharmaceutical Industries. 2015;(July).
 26. Leão KMM, Sampaio KL, Pagani AAC, Da Silva MAAP. Odor potency, aroma profile and volatiles composition of cold pressed oil from industrial passion fruit residues. *Ind Crops Prod.* 2014;58:280-286. doi:10.1016/j.indcrop.2014.04.032.

