

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS
Y AMBIENTALES

ESCUELA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y
QUÍMICAS DEL LIMÓN SUTIL (*Citrus aurantifolia* Swingle).

ARTÍCULO CIENTÍFICO

Tesis de Grado para obtener el título de Ingeniero Agroindustrial.

AUTOR:

CARLOS JAVIER PUENTE HUERA

DIRECTORA:

Dra. LUCÍA TOROMORENO

Ibarra – Ecuador

2006

RESUMEN

DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL FRUTO DEL LIMÓN SUTIL *Citrus aurantifolia* Swingle EN TRES GRADOS DE MADUREZ: VERDE, PINTÓN Y MADURO.

Se realizó la caracterización de las propiedades físicas y químicas del jugo del limón sutil, por pedido del Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN en el laboratorio de uso múltiple de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales de la Universidad Técnica del Norte. Se analizó: tamaño, forma, volumen, porcentaje de cáscara, porcentaje de semilla, porcentaje de residuos internos, porcentaje de jugo, peso unitario, densidad, prueba de penetración, índice de refracción, pH, densidad relativa, carbohidratos, acidez titulable, sólidos totales, humedad, sólidos solubles, proteína, fibra cruda, cenizas y vitamina C; vitamina A y minerales (calcio, fósforo y potasio) fueron determinados en el Laboratorio de Nutrición Animal y Bromatología de la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo.

Las muestras procedentes de la finca Santa Gema de Portoviejo, Manabí fueron tomadas al azar y se prepararon de acuerdo con los requerimientos para el respectivo análisis, especialmente en las pruebas químicas.

Se determinó que el limón sutil es un fruto con un peso promedio de 33.48 gramos, porcentaje de jugo del 49.01%, de 19.65 % en promedio de cáscara en relación con el peso promedio correspondiente.

El estado verde a pintón es el momento ideal de consumo del jugo de esta fruta, porque contiene todos sus nutrientes en el nivel máximo.

En 100 g de fruto, se encontró un contenido de ácido cítrico de 5.77 g, fósforo 15.33 mg, potasio 134 mg, calcio 20 mg, vitamina C 55 mg, vitamina A 20.33 mg.

El jugo es de importancia bromatológica como aderezo, para condimentar recetas exóticas como ceviches, pescados de diferente tipo y otros platos.

El limón sutil se debe cosechar cuando ha llegado a su madurez fisiológica, con la cáscara completamente verde, brillante, piel lisa y de formas redondeadas. Si la fruta se cosecha antes de la maduración adecuada, tendrá un contenido deficiente de jugo.

Durante el proceso de cosecha el cuidadoso manejo del limón sutil es de fundamental importancia para evitar los daños por magulladuras, rajaduras y más estropeos, no debe ser expuesto al sol y el transporte al lugar de análisis se lo debe realizar en el menor tiempo posible y así tener una materia prima en óptimas condiciones para los respectivos análisis físicos y químicos correspondientes para obtener resultados confiables.

El proceso de análisis del jugo de limón sutil se lo debe realizar en el menor tiempo posible después de su extracción, ya que de lo contrario las propiedades físico-químicas de los componentes del fruto tanto en estado verde, pintón y maduro se alterarían.

SUMMARY

DETERMINATION OF THE PHYSICAL AND CHEMICAL FEATURES OF THE SUBTLE LEMON FRUIT *Citrus aurantifolia* Swingle IN THREE RIPENING DEGREES: GREEN, HALF-RIPE, AND RIPE.

The featuring of the physical and chemical properties of the subtle lemon juice was carried out at the request of the Ecuadorian Normalization Institute INEN in the multiple use laboratory of the Faculty of Environmental, Agricultural and Livestock Engineering at the "Técnica del Norte" University. It was analyzed: size, shape, volume, percentages of peel, percentages of seeds, percentages of internal residues, percentages of juice, unit weight, density, penetration proof, refraction index; and pH, relative density, carbohydrates, measurable acidity, total of solids, humidity, soluble solids, proteins, raw fiber, ash and vitamin C; referring to vitamin A and the minerals (calcium, phosphorus and potassium) were determined in the Laboratory of Animal Nutrition and Bromatology of the "Escuela Superior Politécnica del Chimborazo".

The samples coming from the farm "Santa Gema" in Portoviejo, Manabí, were taken at random and they were prepared according to the requirements for the respective analysis, especially in the chemical exams. It was determined that the subtle lemon is a fruit with an average weight of 33.48 grams, the percentage of juice of 49.01 percent, 19.65% of peel average, related to the corresponding average weight.

The half-ripe state of the fruit is the ideal moment for the consumption of this fruit because it contains all its nutritional values at its highest level.

In 100g of fruit, it could be found citric acid content 5.77g, phosphorus 15.33 mg, potassium 134 mg, calcium 20 mg, vitamin C 55 mg, vitamin A 20.33 mg.

The juice has bromatologic importance as dressing to season exotic recipes such as ceviche (shrimp cocktail), different kinds of fish and other dishes.

The subtle lemon should be harvested when it has come to its physiological ripeness with its peel completely green, shining, smooth peel and round shapes. If the fruit is harvested before the appropriate ripeness, it will have deficient juice content.

During the harvesting process, the careful handling of the subtle lemon has basic importance to avoid damages due to bruising, cracking and other kinds of spoiling. It should not be exposed to sunlight and the transport to the analysis place should be carried out in the shortest possible time to have a raw material in best conditions for the respective corresponding physical and chemical analysis to obtain reliable results.

The analysis process of the juice of the subtle lemon should be carried out in the shortest possible time after its extraction if not, the physical-chemical properties of the components of the fruit both in green, half-ripe and ripe status would modify.

MATERIALES Y MÉTODOS

MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS

- **Materiales de Vidrio:** Probetas, balones Kjeldahl, balones de aforo, balones de extracción fondo plano, pipetas, tubos de ensayo, embudo Buchner, quitasato, termómetros, cápsulas de porcelana, vasos de precipitación, crisoles, buretas, tubos refrigerantes, erlenmeyers, micro buretas.
- **Equipos:** Balanza analítica, balanza gramera, calibrador, potenciómetro, penetrómetro, base de calentamiento y agitación, refractómetro de Abbe, licuadora, estufa, mufla, macro Kjeldahl, mecheros, cocineta eléctrica, utensilios de cocina.
- **Reactivos:** Agua destilada, hidróxido de sodio, ácido sulfúrico, ácido acético glacial, ácido metafosfórico, ácido nítrico, ácido clorhídrico, cloroformo, peróxido de potasio, peróxido de cobre, acetato de plomo, licor Feehling A, licor Feehling B, oxalato de amonio, ácido bórico, diclorofenol-indofenol, rojo de metilo, azul de metileno, verde de bromocresol, fenoltaleina, cloruro de calcio.
- **Materia Prima Vegetal:** Frutos del limón sutil (*Citrus aurantifolia* Swingle) en tres grados de madurez: verde, pintón y maduro, proveniente del cantón Portoviejo, sector La Balsita km. 12 ½ vía a Rocafuerte de la finca Santa Gema propiedad del Ing. Ramón Honorato Navia Navia.

Características del área de estudio

• Ubicación de Finca Santa Gema

Provincia:	Manabí
Cantón:	Portoviejo
Sector:	La Balsita km 12 ½ vía a Rocafuerte
Finca:	Santa Gema
Temperatura promedio:	18° C
Altitud:	65 m.s.n.m

Manejo específico del experimento

- **Muestreo.-** Este se realizó de acuerdo a la NTE INEN 1750 y se efectuó en la finca.
- **Tratamiento previo.-** Para los análisis físicos se utilizó el fruto entero, salvo para el caso de índice de refracción donde se preparó la muestra según la NTE INEN 380; mientras que para los análisis químicos se usó solo el jugo y se lo preparó según los requerimientos para cada análisis.

Especificaciones para la toma de datos:

• Propiedades Físicas:

Grados de Madurez:	3 (verde, pintón y maduro)
Número de mediciones :	90
Total mediciones:	270

• Propiedades Químicas:

Grados de Madurez:	3 (verde, pintón y maduro)
Número de mediciones:	9
Total mediciones:	27

MÉTODOS

Preparación de la muestra

- Grado de Madurez
- Extracción del jugo del limón sutil

Propiedades físicas

- Tamaño
- Forma
- Peso Unitario
- Volumen
- Densidad
- Porcentaje de Residuos internos, Cáscara, Semilla y Jugo del limón sutil.
- Resistencia a la Penetración
- Índice de Refracción

Propiedades químicas

- Densidad Relativa
- Porcentaje de Agua y Sólidos Totales
- Porcentaje de Fibra
- Carbohidratos
- Porcentaje de Proteína
- Porcentaje de Cenizas
- Minerales (Potasio, Calcio, Fósforo)
- Vitamina A
- Vitamina C
- pH
- Acidez Titulable
- Sólidos solubles

MODELO ESTADÍSTICO

La experimentación se evaluó estadísticamente con un diseño provisto por el INEN, en los análisis físicos se realizaron treinta mediciones en cada estado con tres repeticiones, mientras que para los análisis químicos se realizaron tres mediciones con tres repeticiones por estado, los datos que se reportaron fueron los promedios de las repeticiones, se calculó el promedio, la desviación y el límite de confianza. En los análisis físicos se utilizó el valor de “t” tabular para la población con el 95% de acierto y 5% de error, y para los análisis químicos se utilizó el valor de “t” tabular para la muestra.

Tabla....

MUESTRA			
	M1	M2	M3
R1			
R2			
R3			
Promedio			
Desviación			
Lím. Conf.			

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

- El peso encontrado en el limón sutil fue de 33.48 g en estado maduro, 29.55 g en estado pintón y 25.65 g en estado verde.
- El volumen encontrado en el limón sutil en estado maduro fue de 34.86 cm³, 30.65 cm³ en estado pintón y 27.05 cm³ en estado verde.
- La densidad del limón sutil fue de 0.95 g/cm³ en estado verde, 0.95 g/cm³ en estado pintón y 0.96 g/cm³ en estado maduro.

- El diámetro del limón sutil fue de 3.68 cm en estado verde, 3.87 cm en estado pintón y 3.98 cm en estado maduro.
- El diámetro transversal del limón fue de 3.53 cm en estado verde, 3.70 cm en estado pintón y 3.86 cm en estado maduro.
- El porcentaje de cáscara del limón sutil en estado verde fue de 19.65 por ciento, en estado pintón con 19.98 por ciento y en estado maduro es de 18.91 por ciento.
- El porcentaje de residuos internos del limón sutil en estado verde fue de 41.46 por ciento, en estado pintón de 36.02 por ciento y 30.46 por ciento en estado maduro.
- El porcentaje de jugo del limón sutil en estado verde fue de 37.07 por ciento, 42.32 por ciento en estado pintón y 49.01 por ciento en estado maduro.
- El porcentaje de semilla en estado verde fue de 1.81 por ciento, en estado pintón 1.69 por ciento y en estado maduro 1.65 por ciento.
- El limón sutil en estado verde presentó 72.88 kg/cm^2 de resistencia a la penetración, en estado pintón 65.76 kg/cm^2 y en estado maduro 55.98 kg/cm^2 .
- El índice de refracción fue de 1.34 en los tres estados de madurez.
- El porcentaje de agua del jugo del limón sutil en estado verde fue de 89.33 por ciento, en estado pintón 89.97 por ciento y en estado maduro 91.97 por ciento.
- Los sólidos totales en estado verde fueron de 10.67 por ciento, en estado pintón 10.03 por ciento y en estado maduro 8.03 por ciento.
- El porcentaje de fibra del jugo del limón sutil en estado verde fue 0.133 por ciento, en estado pintón 0.127 por ciento y en estado maduro 0.103 por ciento.
- La presencia de carbohidratos en el estado verde del jugo del limón sutil fue de 9.15 por ciento, 8.57 por ciento en estado pintón y 6.56 por ciento en estado maduro.
- El porcentaje de proteína del jugo del limón sutil en estado verde fue de 1.18 por ciento, en estado pintón 1.08 por ciento y en estado maduro 1.08 por ciento.
- El porcentaje de cenizas presente en el jugo del limón sutil en estado verde fue de 0.20 por ciento, en estado pintón 0.26 por ciento y en estado maduro 0.28 por ciento.
- El contenido de potasio del jugo de limón sutil en estado verde fue de 134 mg, en estado pintón 120.33 mg y en estado maduro 116.67 mg.
- El contenido de calcio en el jugo del limón sutil en estado verde fue de 20 mg, en estado pintón 17.33 mg y en estado maduro 16.33 mg.
- El jugo del limón sutil en estado verde tuvo 15.33 mg de fósforo, en estado pintón 13.33 mg y en estado maduro 12.33 mg.
- El contenido de vitamina A en estado verde fue de 20.33 mg, en estado pintón 18.33 mg y en estado maduro 15.67 mg.
- El jugo del limón sutil en estado verde tuvo 55 mg/100 g de vitamina C, en estado pintón 47 mg/100 g y en estado maduro 43.67 mg/100 g.
- El pH del jugo del limón sutil en los tres estados fue el mismo; con los siguientes valores, en estado verde 2.40, en estado pintón 2.38 y en estado maduro 2.37.
- El contenido de ácido cítrico en el jugo del limón sutil fue similar en los tres estados, en estado verde 5.77 g/100 g, en estado pintón 5.48 g/100 g y en estado maduro 5.39 g/100 g.
- La presencia de sólidos solubles en el jugo del limón sutil en estado verde fue 7.56° Brix , en estado pintón 7.61° Brix y en estado maduro 7.72° Brix .
- La densidad relativa del jugo del limón sutil en estado verde fue de 1.04, en estado pintón 1.03 y en estado maduro 1.03.

CONCLUSIONES

- En el análisis físico del limón sutil, el peso unitario en estado verde fue de 25.65 g, en estado pintón 29.55 g y en estado maduro 33.48 g.
- El volumen del fruto del limón sutil en estado verde fue de 27.05 g, en estado pintón 30.65 g y en estado maduro 34.86 g.
- La densidad del fruto del limón sutil en estado verde fue de 0.95 g/cm^3 , en estado pintón 0.95 g/cm^3 y en estado maduro 0.96 g/cm^3 . Observándose que la densidad no varía de un estado de madurez a otro.
- En el diámetro longitudinal del limón sutil se observó que en estado verde fue de 3.68 cm, en estado pintón 3.87 cm y en estado maduro 3.98 cm.

- El diámetro transversal del fruto del limón sutil en estado verde fue de 3.53 cm, en estado pintón 3.70 cm, y en estado maduro de 3.86 cm
- En lo que respecta a la forma del fruto del limón sutil, este se presentó de dos formas: ovoidea u oval y esférica o globosa.
- El porcentaje de cáscara del fruto del limón sutil en estado verde fue de 19.65 por ciento, en estado pintón 19.98 por ciento y en estado maduro 18.91 por ciento.
- El porcentaje de residuos internos del fruto del limón sutil en estado verde fue de 41.46 por ciento, en estado pintón 36.02 por ciento y en estado maduro 30.46 por ciento. Notándose que el porcentaje de residuos internos fue inversamente proporcional al estado de madurez del fruto.
- Con respecto al porcentaje de jugo del fruto del limón sutil, en estado verde fue de 37.07 por ciento, en estado pintón 42.32 por ciento y en estado maduro 49.01 por ciento. Observándose un incremento del porcentaje de jugo de acuerdo a la madurez, cuanto más maduro el fruto, el porcentaje de jugo fue mayor.
- El porcentaje de semilla del fruto del limón sutil en estado verde fue de 1.81 por ciento, en estado pintón 1.69 por ciento y en estado maduro 1.65 por ciento.
- En cuanto a la resistencia a la penetración el fruto del limón sutil en estado verde tuvo 72.88 kg/cm², en estado pintón 65.76 kg/cm² y en estado maduro 55.98 kg/cm². Observándose que la resistencia a la penetración fue disminuyendo con el avance en el estado de madurez del fruto.
- El índice de refracción del jugo del limón sutil en estado verde fue de 1.34 N_D, en estado pintón 1.34 N_D y en estado maduro 1.34 N_D. Observándose que este no varió en ningún estado de madurez.
- El porcentaje de agua del jugo del limón sutil, en estado verde fue de 89.33 por ciento, en estado pintón 89.97 por ciento y en estado maduro 91.97 por ciento.
- El porcentaje de sólidos totales del jugo del limón sutil en estado verde fue de 10.67 por ciento, en estado pintón 10.03 por ciento y en estado maduro 8.03 por ciento. Se observó una disminución en el porcentaje de sólidos totales del jugo de acuerdo al paso en el estado de madurez.
- La fibra del jugo del limón sutil en estado verde fue de 0.133 por ciento, en estado pintón 0.127 por ciento y en estado maduro 0.103 por ciento. Concluyéndose que el porcentaje de fibra del jugo tuvo una disminución mínima de acuerdo al estado de madurez.
- El porcentaje de carbohidratos del jugo del limón sutil en estado verde fue de 9.15 por ciento, disminuyendo en estado pintón al 8.57 por ciento y 6.56 por ciento en estado maduro. Observándose que el porcentaje de carbohidratos del jugo del limón sutil sufrió una disminución paulatina de acuerdo al incremento en la madurez del fruto.
- El porcentaje de proteína del jugo del limón sutil en estado verde fue 1.18 por ciento, presentándose una ligera disminución en estado pintón al 1.08 por ciento y se mantuvo en este porcentaje en estado maduro.
- El porcentaje de cenizas presente en el jugo del limón sutil en estado verde fue de 0.20 por ciento, sufriendo un ligero incremento en estado pintón al 0.26 por ciento y en estado maduro al 0.28 por ciento.
- El contenido de potasio del jugo del limón sutil en estado verde fue de 134 mg presentándose una disminución al pasar al estado pintón con 120.33 mg, y en estado maduro de 116.67 mg.
- El contenido de calcio del jugo del limón sutil en estado verde fue de 20 mg, en estado pintón 17.33 mg y en estado maduro 16.33 mg. Observándose una disminución gradual en cada estado de madurez, es decir la relación que existió es inversamente proporcional cuanto más verde fue el fruto la cantidad de calcio fue mayor y al ir madurando la cantidad de calcio disminuyó..
- El contenido de fósforo del jugo de limón sutil fue mayor en estado verde presentando 15.33 mg, descendiendo gradualmente en estado pintón hasta 13.33 mg y en estado maduro hasta 12.33 mg. El contenido de fósforo en el jugo fue inversamente proporcional al estado de madurez del fruto.
- El contenido de vitamina A del jugo de limón sutil en estado verde fue de 20.33 mg, teniendo una disminución al pasar al estado pintón a 18.33 mg y finalmente en el estado maduro presentó un valor de 15.67 mg.
- El contenido de vitamina C presente en el jugo del limón sutil en estado verde fue de 55 mg/100g, disminuyendo en el estado pintón hasta 47 mg/100g, con una disminución mayor hasta llegar al estado maduro donde presentó 43.67 mg/100g. Es decir la cantidad de vitamina C del jugo del limón sutil fue disminuyendo paulatinamente con el estado de madurez.
- El pH del jugo del limón sutil en estado verde fue de 2.40, en estado pintón de 2.38 y en estado maduro de 2.37. Concluyendo que en los tres estados de madurez fue el mismo, no sufre ninguna variación.

- La acidez titulable del jugo del limón sutil en estado verde fue de 5.77 g/100g de ácido cítrico, en estado pintón de 5.48 g/100g y en estado maduro de 5.39 g/100g. Observándose que la presencia de ácido cítrico presente en el jugo del limón sutil se mantuvo durante el periodo de madurez.
- Los sólidos solubles del jugo del limón sutil en estado verde fue de 7.56° Brix, en estado pintón de 7.61° Brix y en estado maduro de 7.72° Brix. Concluyendo que los sólidos solubles se mantuvieron sin alteración durante el proceso de madurez.
- La densidad relativa del jugo del limón sutil en los tres estados de madurez se mantuvo constante con un valor de 1.03.

RECOMENDACIONES

- Por los parámetros analizados, se recomienda que la cosecha del fruto sea en estado verde, para asegurar así un mayor tiempo de conservación al ambiente y en refrigeración. Además el manejo post-cosecha realizarlo en forma técnica.
- Realizar los mismos análisis físico-químicos, en el fruto del limón sutil procedente de varias zonas del país, y que las condiciones para éstos análisis sean similares, con los tiempos mínimos posibles en la realización de los mismos; con la finalidad de observar si las condiciones climáticas influyen en la composición química o física del fruto y su jugo.
- Realizar los mismos análisis de jugo de limón sutil, efectuados en este trabajo, tanto al momento de la extracción del jugo, a intervalos de una hora, hasta unas cuatro horas, luego a las doce horas y veinte y cuatro horas, para verificar los cambios, con miras a definir medios de conservación e industrialización.
- Analizar el fruto de limón sutil, en los tres estados verde, pintón y maduro, de un mismo lote, para verificar los cambios físico-químicos.
- Realizar los análisis de laboratorio en el menor tiempo posible, luego de la cosecha, para evitar la alteración de las propiedades físico-químicas de los componentes del fruto.

BIBLIOGRAFÍA

- ACOSTA, Alonso y ACOSTA, Virgilio. 1992. *“Introducción a la física”*, Tomo 1, Ediciones Cultural, Cuarta Edición, Impreso en Colombia. p 59, 159.
- ARMENDARIS, Gerardo 2002. *“Química Orgánica 3”*, Editado por DIMAXI S.A. Ecuador. p 189, 234.
- BERK Z. 1980. *“Introducción a la bioquímica de alimentos”*, Editorial El Manual Moderno S.A. de C.V, México. p. 88..
- COELHO, Y. 1993. *“Lima ácida para exportación: aspectos técnicos del producto.”* Frupex-Embrapa. p 8-12.
- DAVIES, F., 2002. *“Cítricos”*, Editorial Acribia, S.A., Zaragoza. p 233 a 238; 239 a 244.
- Diccionario de la Lengua Española, 2001. Editorial Espasa, Vigésima Segunda edición, Tomo 4, Madrid. p 505, 13288, 13355.
- Enciclopedia agropecuaria Terranova, 1995. *Producción Agrícola I*, Bogotá. p 259.
- FAO, 1987. *“Manual para el mejoramiento del manejo poscosecha de frutas y hortalizas”*, Santiago. p 31 a 33.
- FERNÁNDEZ, S., 1998. *“Análisis de los Alimentos”*, Segunda Edición, Editorial Acribia,
- GARCÍA, J. 1994. *“El minador de los cítricos, Phyllocnistis citrella stnt. Hoja divulgativa”*.
- GARCÍA, J. 1998. *“Cómo prevenir la enfermedad de la tristeza de los cítricos”*. CENTA. p 25.
- GÓMEZ, E. 1986. *“Frutas en Colombia”*, ediciones Cultural, Bogotá. P 79 a 83.
- GÓMEZ, J. 2001, Abril 14. *“Ingreso incontrolado del Perú Exprime a productores del limón”*, El Universo, Guayaquil, p 1 a 16.
- INEN. Instituto Ecuatoriano de Normalización. Normas: 381, 382, 398, 266, 389, 391, 401, 435, 1750, 1757.
- JENSEN, William 1988. *“Botánica”*, Editorial Asturias, México. p 577.
- LARRAÑAGA, C. et. al. 1999. *“Control e Higiene de los Alimentos”*, Mc Graw Hill, Madrid. p 53 a 55.
- MAIER, H. *“Métodos modernos de análisis de los alimentos”*, Tomo I p6.
- MANUAL AGROPECUARIO. 2002. *“Tecnologías orgánicas de la granja integral autosuficiente,”* Fundación Hogares Juveniles Campesinos, Bogotá. p 785,786.
- MARCONDES, P. 1991. *“Manejo de florecimiento de la producción de lima ácida con reguladores de crecimiento”*, EAUFBA. p 58 a 60.

- MASON, 2002. “*Estadística para administración y economía*”, Editorial Alfaomega Colombia S.A., Décima Edición.
- MATISSEKEK, Schnepel y STEINER, G 1998. “*Análisis de los alimentos*”, Editorial Acribia S.A. España.
- MEMBRIELA, Antonio 1999. “*Propiedades de la materia*”, Primer Ciclo.
- MIALL, Stephen 1988. Diccionario de Química, Traducción española y notas por el Dr. José Giral, Editorial ATLANTE S.A. México. p 438, 772.
- MORIN, L. 1985. “*Cultivo de Cítricos*”, Editorial del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura IICA. San José. p 67.
- MOTA, J. 2000. “*Análisis económico de cítricos en Ecuador*”, Artículo, Quito.
- OCHSE, J. et al 1991. “*Cultivo y mejoramiento de plantas tropicales y subtropicales*”, Editorial Limusa, Volumen I, México. p 544 a 546.
- OSORIO, D. 2003. “*Volvamos al Campo*”, Manual de Cítricos, editor Grupo Latino Ltda. p 15; 16 a 20.
- PEÑARRIETA, U. 2003. Julio 23. *El limón sutil del valle Portoviejo intenta abrirse las puertas en EE.UU.* El Diario, Portoviejo. pág. A-3.
- PUZZI, D. 1984. “*Relación entre los niveles de infestación por ácaros*”.
- RIBEIRO, Antonio y ALVARENGA, Beatriz 2001. “*Física General*”, Editorial Unilibros, México. P. 300.
- RAMOS, P. 2001, Diciembre 1. “*Al piso va el precio del limón*”, El Universo, Guayaquil. pág. I-15.
- RODRÍGUEZ, M. 2002. “*Cultivo de Cítricos*.” México.
- ROST, Thomas et al 1992. *Introducción a la Biología Vegetal*, Botánica, Editorial LIMUSA, México. p 170, 172.
- SÁNCHEZ, C. 2005. “*Producción y Comercialización de Cítricos*”, ediciones Ripalme, Lima. p 25 a 29; 110,111.
- SARMIENTO, E. 1986. “*Frutas en Colombia*”, Ediciones Cultural, Bogotá.
- STROHECKER, R. y HENNING H. 1967. “*Análisis de Vitaminas*” Editorial Paz Montalvo, Madrid. p 277.
- U.S.A. CFSAN 1998. Guía para reducir al mínimo el riesgo microbiano en los alimentos como frutas y vegetales frescos. p 37 a 41