

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS
Y AMBIENTALES.**

ESCUELA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

**AUTORA: CARLOTA ALEXANDRA CABRERA
PONCE**

**CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y
QUÍMICAS DEL FRUTO DE GRANADILLA, *Passiflora
ligularis* Juss.**

DIRECTORA: DRA. LUCIA TOROMORENO

ASESORES:

Ing. Franklin Hernández

Ing. Oswaldo Romero

Dr. Marcelo Dávalos

2006

Ibarra – Ecuador.

**UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE
INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN (INEN)**

CABRERA PONCE

CARLOTA ALEXANDRA

CÉDULA DE CIUDADANÍA N° 100200387-7

TELEFONO: 062-937-798

DITECCIÓN:

IMBABURA	PIMAMIRO	PIMAMPIRO	BOLÍVAR	7-054
.....
PROVINCIA	CIUDAD	PARROQUIA	CALLE	NÚMERO

2006/07/12

RESUMEN.

El presente trabajo fue desarrollado en la ciudad de Ibarra con frutos de granadilla (*Pasiflora ligularis* Juss) en dos morfotipo, la colombiana y local en tres estados de madurez (verde, pintón y maduro), provenientes del cantón Ibarra y cantón Pimampiro, se realizaron en el laboratorio de uso múltiple de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales de la Universidad Técnica del Norte, excepto el contenido de minerales, fósforo, hierro, calcio, que fue determinado a partir de muestras enviadas al Laboratorio de Alimentos de La Universidad Central del Ecuador.

Se determinaron las características físicas del fruto: tamaño, forma, color, volumen, peso, densidad, índice de refracción, pH sólidos solubles; y las propiedades químicas: Humedad, Proteína, carbohidratos totales, Fibra, Azúcares reductores, Azúcares Totales, Cenizas, Sólidos totales, Sólidos en suspensión, Viscosidad del jugo, Vitamina C, Vitamina B y minerales: Calcio, Fósforo, Hierro.

Se consideró que los frutos pintones son óptimos para la industria y el comercio gracias a que en este estado está completamente desarrollada su madurez fisiológica y organoléptica.

Los resultados obtenidos, permitirán al INEN contar con información para la elaboración de normas de calidad.

SUMMARY.

This investigation was developed in Ibarra city with granadilla fruits (*Pasiflora ligularis* Juss) in two morfotipos, the Colombian and the local, in three states of maturity (Green, pinton and mature), the granadilla fruits coming from Ibarra and Pimampiro Cities, It was analyzed in the use multiple Laboratory located in the Engineering in Sciences Agricultural and Environmental school, it is in the “Technical University of Norte”. The fruit mineral content “calcium, phosphorus and Iron it determinates starting from samples sent to the foods Laboratory of Foods of The Central University of Ecuador.

The physical characteristics of the fruit were determined: size, forms, color, volume, weight, density, induces of refraction, soluble solid, pH; and the chemists properties of the juice: humidity, protein, total carbohydrates , fiber, Sugars, total solids, solids in suspension, viscosity , vitamin C, vitamin B and minerals: calcium, phosphorus and Iron.

That considered the state fruits in pinton are optimal for the industry and the commerce, to that it is totally developed your physiologic and organoleptica maturity.

Finally the results obtained will allow INEN to count on information for the elaboration of quality patterns.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los frutos morfotipo local se cosecharon en Hacienda la Delicia del señor José Madera comunidad el Tejar, País Ecuador, Cantón Ibarra. Provincia Imbabura.

Los frutos morfotipo colombiana se cosecharon en la finca del señor Juan Revelo, comunidad de Quinta Yuquín, País Ecuador, Provincia Imbabura, Cantón Pimampiro.

Ubicación del experimento.

Los análisis de las propiedades Físicas y Químicas e la Granadilla se realizaron en los laboratorios de la Facultad de Ingeniería en ciencias Agropecuarias y Ambientales de la Universidad Técnica del Norte.

MATERIALES EQUIPOS Y REACTIVOS.

Material de vidrio.

Vasos de precipitación de 200, 250, 500, 100 ml pirex, buretas graduadas de 25, 50, probetas de 25, 50, 100 ml. Pipetas graduadas de 1, 5, 10, ml, erlenmeyers de 200, 250 ml pirex, tubos de ensayo fotocolorimétricos, termómetros graduados 0°C, a 100°C agitadores magnéticos, tubos para centrifuga, picnómetro de 0 a 100 ml. frascos ámbar, balones de aforo, cajas petri, balones Kjendal balones de aforo de 100, 250, 500.

Equipos

Potenciómetro, balanza analítica, balanza de precisión 0.1g, un destilador de agua, centrifuga, estufa eléctrica, mufla, licuadora, macro kjeldahl, soslex, bomba de vacío, viscosímetro, penetrómetro, cocineta, refrigerador, desecador, mechero bunsen refractómetro de ABBE, termómetro incorporado al refractómetro, baño maría.

Reactivos.

ácido sulfúrico, ácido metafosfórico, ácido clorhídrico 01 normal, ácido bórico, acetato de plomo, azul de metileno, sacarosa, fenoltaleína, soluciones buffer, licor Fehling, solución estándar de indofenol, sulfato de cobre, tartrato de sodio, Agua destilada, hidróxido de sodio 0.1 N, acetona, mezcla sulfocrómica,

Varios.

Cronómetro, espátula, gradilla, pinzas para bureta, porta embudos, soporte universal, cápsulas de porcelana, tamices, pie de rey, jarros de 250, 500, 1000 ml, utensilios de cocina, papel filtro, tapones, espátulas, kitasato, mortero de porcelana, agitadores magnéticos, pinzas, papel carbón.

Materia prima vegetal.

Se utilizaron granadillas que pertenecen a la especie *Passiflora ligularis* J, del morfotipo colombiana proveniente de la Comunidad Quinta Yuquín, cantón Pimampiro, propiedad del Sr. Juan Revelo y el morfotipo local proveniente del Cantón Ibarra Comunidad El Tejar Hacienda La Delicia, propiedad del señor José Madera.

Modelo estadístico.

Para la evaluación estadística se utilizó el diseño propuesto por el INEN, de acuerdo siguiente formato:

Cuadro 1. Modelo de presentación de resultados.

MUESTRA	CARACTERÍSTICA ESTUDIADA		
	VERDE	PINTON	MADURO
M1			
M2			
M3			
PROMEDIO			
DESVIACIÓN.			

Donde:

M1= Promedio de la repetición 1 Estado de madurez VERDE
M1= Promedio de la repetición 2 Estado de madurez PINTON
M1= Promedio de la repetición 3 Estado de madurez MADURO

Manejo específico del experimento.

Tanto para las propiedades físicas como químicas se destinaron las respectivas muestras de frutos, de acuerdo con el siguiente detalle:

Para el análisis físico.	
Material de estudio (morfotipos)	2
Estados de madurez	3
Repeticiones	3
Tamaño de cada repetición	30
Total mediciones	
Morfotipo colombiana	270
Morfotipo local	270

Para el análisis químico.	
Material de estudio (morfotipos)	2
Estados de madurez	3
Repeticiones	3
Muestras	3
Total repeticiones	
Morfotipo colombiana	27
Morfotipo local	27

Se tomaron muestras al azar, se seleccionaron 30 para cada análisis físico, 5 unidades para los análisis químicos, y 20 unidades para el análisis de proteína.

El muestreo se realizó tomando en cuenta Norma NTE. INEN 378 y Norma NTC 4101.

Fórmulas utilizadas para el cálculo de límites de confianza.

Para pruebas físicas:

$$\text{Límite de confianza} = \text{Promedio} \pm \left[\frac{t_{(n-1)} \times \bar{\sigma}_p}{\sqrt{n}} \right]$$

Donde:

$t_{(n-1)}$ = Valor al 5% de error en la tabla t de Student.

$\bar{\sigma}_p$ = Desviación poblacional

\sqrt{n} = Número total de repeticiones utilizadas

Para pruebas químicas:

$$\text{Límite de confianza} = \text{Promedio} \pm \left[\frac{T_{(n-1)} \times \bar{\sigma}_m}{\sqrt{n}} \right]$$

$t_{(n-1)}$ = Valor al 5% de error en la tabla t de Student.

$\bar{\sigma}_m$ = Desviación de la muestra

\sqrt{n} = Número total de repeticiones utilizadas

MÉTODOS

Métodos para evaluar las propiedades físicas y químicas

Los métodos empleados para la caracterización del fruto en tres grados de madurez, son establecidos por el INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización) y por AOAC (Association Of. Oficial and Analytical Chemists).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Propiedades Físicas del fruto de granadilla morfotipo colombiana.

Parámetro	ESTADOS DE MADUREZ		
	Verde	Pintón	Maduro
Diámetro polar	7,43 cm	8,05 cm	7,84 cm
Diámetro radial	7,59 cm	7,16 cm	7,08 cm
Volumen	230,94 cm ³	143,28 cm ³	108,83 cm ³
Peso Bruto	129,29 g	107,68 g	107,27 g
Peso cáscara	95,83 g	58,69 g	53,07 g
Peso jugo	18,71 g	31,35 g	32,67 g
Peso de semilla	14,75 g	19,42 g	21,53 g
Densidad del fruto	099 g/cm ³	1,03 g/cm ³	099 g/cm ³
Firmeza del fruto	94,50 Dinás	91,50 Dinás	91,08 Dinás

Composición Química del fruto de granadilla morfotipo colombiana.

Parámetro	ESTADOS DE MADUREZ		
	Verde	Pintón	Maduro
Acidez	0,85 %	057 %	0,47 %
pH	4,41	4,45	5,14
Humedad	85,97 %	88,13 %	86,57 %
Cenizas	071 %	078 %	0,91 %
Sólidos totales	14,06 °Brix	11,85 °Brix	13,24 °Brix
Sólidos solubles	9,53 %	14,43 %	14,87 %
Índice de refracción	1,3472	1,3548	1,3535
Sólidos en suspensión	25,33 %	30,33 %	35,67 %
Proteínas	0,95 %	0,73 %	0,50 %
Azúcares reductores l	4,24 %	3,85 %	6,03 %
Azúcares reductores t	3,14 %	7,67 %	7,50 %
Fibra	0,32 %	0,38 %	0,40 %
Densidad del jugo	1,049 g/cm ³	1,049 g/cm ³	1,059 g/cm ³
Viscosidad del jugo	77,50 g/s	103,75 g/s	93,47 g/s
Vitamina C	28,48 mg	26,53 mg	21,45 mg
Vitamina B(Niacina)			26,22 mg/100g
Calcio.			304,13 mg/Kg
Fósforo.			688,57mg/100g
Hierro.			7,59 mg/Kg

Propiedades Físicas del fruto de granadilla morfotipo local.

Parámetro	ESTADOS DE MADUREZ		
	Verde	Pintón	Maduro
Diámetro polar	7,72 cm	7,84 cm	7,72 cm
Diámetro radial	7,03 cm	7,43 cm	7,13 cm
Volumen	136,07 cm ³	143,28 cm ³	136,33 cm ³
Peso Bruto	133,04 g	147,52 g	127,42 g
Peso cáscara	82,22 g	78,43 g	57,73 g
Peso jugo	30,96 g	42,41 g	43,96 g
Peso de semilla	19,86 g	26,68 g	25,76 g
Densidad del fruto	1,00 g/cm ³	0,81 g/cm ³	0,98 g/cm ³
Firmeza del fruto	92,42 Dinás	89,33 Dinás	88,86 Dinás

Composición Química del fruto de granadilla morfotipo local.

Parámetro	ESTADOS DE MADUREZ		
	Verde	Pintón	Maduro
Acidez	0,78 %	0,63 %	0,41 %
PH	4,55	5,52	5,77
Humedad	86,80 %	87,74 %	85,27 %
Cenizas	0,98 %	1,05 %	1,26 %
Sólidos totales	9,87 %	11,19 %	14,73 %
Sólidos solubles	11,08 °Brix	14,45 °Brix	14,78 °Brix
Índice de refracción	1,3495	1,3549	1,3554
Sólidos en suspensión	26,00 %	32,33 %	25,67 %
Proteínas	0,92 %	0,73 %	0,49 %
Azúcares reductores l	2,93 %	3,28 %	4,67 %
Azúcares reductores t	3,18 %	7,32 %	7,31 %
Fibra	0,39 %	0,33 %	0,44 %
Densidad del jugo	1,048 g/cm ³	1,054 g/cm ³	1,058 g/cm ³
Viscosidad del jugo	77,36 g/s	104,03 g/s	93,47 g/s
Vitamina C	28,70 mg	26,23 mg	22,90 mg
Vitamina B(Niacina)			7,45 mg/100g
Calcio			262,11 mg/Kg
Fósforo			401,16 mg/100g
Hierro.			7,43 mg/Kg

CONCLUSIONES Y RECOMEDACIONES

CONCLUSIONES.

El tamaño del fruto de granadilla es independiente del estado de madurez tanto en el morfotipo colombiana, como en el morfotipo local, existiendo una leve variación en el diámetro polar del morfotipo colombiana. (Cuadro 1, 2, 3, 4)

La forma de la granadilla en el morfotipo local es de una cápsula redondeada, y en el morfotipo colombiano debido a su mayor diámetro polar presenta la forma de una cápsula ovalada (fotografía 1,2)

El color del fruto de granadilla es una característica organoléptica que es dependiente del estado de madurez, a medida que varia de verde hasta el amarillo, aumenta el estado de madurez. (Fotografía 3)

El peso y el volumen del fruto están en relación directa, sin embargo son independientes de la madurez debido a que existen otros factores internos como el peso de la cáscara, semilla y jugo (cuadros 7, 8, 9, 10)

El peso de la cáscara es inversamente proporcional a la madurez del fruto, a medida que disminuye el peso, aumenta el estado de madurez, debido a que la cáscara es más gruesa y pesada por el contenido de agua en estado verde, conforme madura el fruto se hace más delgada y quebradiza (Cuadros 11, 12)

El jugo y la semilla están directamente proporcionales a la madurez del fruto, a medida que madura el fruto, se incrementa el peso del jugo y el peso de la semilla, teniendo mejores pesos en el estado pintón y maduro (cuadros 13, 14, 15, 16)

De los promedios registrado se concluye que, la densidad del fruto es ligeramente menor a 1 en sus tres estados de madurez y en sus dos morfotipos colombiana y local, (cuadros 17, 18)

La firmeza de los frutos es similar en los tres estados, y en los dos morfotipos debido a que la cáscara es dura en sus tres estados (cuadros 19,20)

La acidez del jugo de granadilla disminuye a medida que el fruto madura, tanto en el morfotipo colombiana, como en el morfotipo local (cuadros 21, 22, 23, 24)

El pH del jugo es directamente proporcional a la madurez, a medida que aumenta la madurez, se incrementa el pH con valores próximos a 7 en el estado maduro (25, 26, 27, 28)

La humedad del jugo de granadilla está entre los Intervalos (84,917 – 88,337) para el morfotipo colombiano y (32,39 – 88,121) para la granadilla polinizada. Demostrando que tiene un alto contenido de humedad (cuadros 29, 30)

La cantidad de ceniza es mínimo en sus tres estados y en los dos morfotipos, colombiana y local (cuadros 31, 32)

El porcentaje de sólidos totales está entre los intervalos de confianza de (11,663 – 15,083) para el morfotipo colombiana y (11,879 – 14,992) para el morfotipo local indicando un buen porcentaje de sólidos, que puede ser empleado para procesos de deshidratación (cuadros 33, 34)

El porcentaje de sólidos solubles es directamente proporcional a la madurez del fruto, a medida que el fruto madura, se incrementa el porcentaje de sólidos solubles, en los dos morfotipos (cuadros 36,36, 37, 38)

El porcentaje de sólidos en suspensión varía de acuerdo con la madurez, a mayor madurez, mayor porcentaje de sólidos en suspensión (cuadros 39,40)

La proteína del jugo es mínima, en los dos morfotipos, es mayor en el estado verde y conforme madura disminuye el porcentaje la proteína (cuadros 41, 42)

Tanto los azúcares reductores libres y los azúcares reductores totales van incrementando su porcentaje de acuerdo con madurez la madurez del fruto (cuadros 43,44,45,46)

RECOMENDACIONES.

Para la determinación de propiedades físicas de la granadilla se recomienda trabajar con el mismo fruto, así como también en las propiedades químicas para de esta manera evitar variación en los análisis.

Los análisis que se hagan a la fruta se deben realizar en el menor tiempo posible debido a que van transformando sus condiciones gracias al tiempo de almacenamiento.

Para la comercialización y exportación de esta fruta se recomienda realizar su cosecha en estado pintón.

Se recomiendan realizar investigaciones en procesos de transformación y obtención de productos derivados, donde se requiere frutos con alto contenido de vitamina C, carbohidratos y porcentajes de cáscara polimerizada y semillas.

Para realizar los diferentes análisis tanto físicos y químicos, en diferentes productos vegetales, se debe tener muy en cuenta los cuidados y precauciones necesarias durante todos y cada uno de los métodos aplicados para de esta manera dar garantía de sus resultados.

BIBLIOGRAFIA

1. CASTRO, J.; Cerdas, M.; Fernández, K.; Moreno, F y Rodriguez, J. Caracterización del manejo postcosecha de la granadilla (*Passiflora ligularis*) y sus cualidades físicas y químicas durante la madurez y almacenamiento. Convenio Postcosecha CNP-UCR. 1997
2. CRIOSTO C., Optimum produces for ripening stone fruti, managment of ripening fruti, decembe 1994
3. CHARLEY H., Tecnología de Alimentos, Procesos químicos y físicos en la preparación de alimentos. Editorial Limusa, 1991
4. FLORES, J., Guía tecnológica y de posibilidades de inversión de cultivos no tradicionales. Localización de Cultivos de Granadilla. Convenio MAG – IICA, 2000, Quito- Ecuador.
5. FERNADEZ Salguero., Análisis de los alimentos, Métodos analíticos y de control de calidad. 2000.
6. ENCICLOPEDIA SALVAT, “LA ENCICLOPEDIA”, Salvat Editores S.A., tomo 17, España, 2004.
7. ENCICLOPEDIA TERRANOVA, Producción Agrícola Tomo 1, 1995.
8. HERRERA L., el al. 2002 Tutoría de la Investigación, Quito-Ecuador 2003
9. FISHER, G., Ecofisiología, Crecimieneto y Desarrollo de la granadilla *Passiflora ligularis* Juss. Universidad Nacional de Colombia. Disponible en: [<http://agronomía.unal.edu.co.passiflora.htm>, 2003].
10. KIRK R.S., Sawyer, R., Egan,H., “composición y analisis de alimentos de pearson”, Compañía Editorial Continental, segunda edisión en Español, México, 2004.
11. QUER P. Font., Diccionario de Botánica. Editorial Labor S.A. Barcelona, España. 1973.
12. MATISSEK 1., Schenepel F., Steiner G., Análisis de los alimentos. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza – España, 1998.
13. RECASENS, 1; Soria Y., Práctica 2: Determinación de parámetros de calidad postcosecha en prácticas de fisiología de la poscollita, ETSEA – Universidad de Leida.
14. MEYER Marco., Gaetano Paltrieneri, Usami Olmos, Medina Figueroa, manual para educación agropecuaria, Control de Calidad de Productos Agropecuarios, Editorial Trillas, 1987

16. VALDEZ S. Hugo., FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA Gerencia Programa de Desarrollo y Diversificación. Euniión Técnica la Red Latinoamericana de Agroindustria de Frutas Tropicales. Año 1987.

Normas

16. NTE INEN 380, Primera revisión (1985)
17. NTE INEN 381, Primera revisión (1985)
18. NTE INEN 382, Primera revisión (1985)
19. NTE INEN 389, Primera revisión (1985)
20. NTE INEN 552, Primera revisión (1985)
21. NTE INEN 401, Primera revisión (1985)
22. NTE INEN 401, Primera revisión (1985)
23. NTE INEN 378, Primera revisión (1978)
24. NTE INEN 1750, Primera revisión (1985)
25. NTC ICOTEC 4010, Primera revisión (1997)