

# ESTUDIO NUTRICIONAL DEL PAN DE YUCA “CASABE” ELABORADO POR LA ETNIA PIAROA

**Omar García<sup>1</sup>,  
Ramón Benito Infante<sup>1</sup>,  
Elizabeth Rivero<sup>2</sup>,  
Carlos Rivera<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>*Escuela de Nutricion y Dietética.  
Facultad de Medicina. Universidad  
Central de Venezuela, omar.garcia1908@  
gmail.com.*

<sup>2</sup>*Instituto de Investigaciones Económicas  
y Sociales “Dr. Rodolfo Quintero”.  
Facultad de Ciencias Económicas  
y Sociales. Universidad Central de  
Venezuela.*

<sup>3</sup>*Escuela de Bioanálisis, Facultad de  
Medicina, UCV.*

## Resumen

La *etnia Piaroa*, son indígenas naturales de Suramérica. En Venezuela, viven en el Estado Amazonas y se estimó una población de unos 12.000 piaroas para mediados del año 2005. Los piaroas hablan una lengua que pertenece a la familia Sáliva, aunque con gran influencia de términos arahuacos y caribes. El pan de yuca de nuestros indígenas (o simplemente casabe o cazabe) es un pan ácimo, crujiente, delgado y circular hecho de harina de yuca, cocinado en un budare (plancha circular de arcilla). Su producción y consumo se remonta a tiempos prehispánicos; se elabora a partir de la yuca amarga (*Manihot esculenta* Crantz). El objetivo de esta investigación fue determinar el contenido de algunos nutrientes y otras sustancias como la pectina en muestras de casabe (pan de yuca), elaborados por la población de indígenas Piaroas, que habitan en el Amazonas venezolano.

*Palabras clave:* Piaroas, Casabe, Amazonas, Venezuela.

## A NUTRITIONAL APPROACH TO THE STUDY OF CASSAVA BREAD “CASABE” PRODUCED BY INDIGENOUS VENEZUELAN AMAZON. ETHNICITY PIAROA

## Abstract

The *Piaroa ethnic* group, are natural indigenous to South America. In Venezuela, they live in the State of Amazonas and was estimated a population of approximately 12,000 piaroas for mid of the year 2005. The piaroas speak a language that belongs to the family of Saliva, but with great influence of terms Arawak and Caribs. Cassava bread of our indigenous (or simply cassava or manioc) is an unleavened bread, crunchy, thin, circular flour made from cassava, cooked on a griddle (circular iron clay). Its production and consumption back to pre-Hispanic times were made from bitter cassava (*Manihot esculenta* Crantz). The objective of this research was to determine the content of nutrients and other substances such as pectin in samples of cassava (cassava bread), prepared by the population of indigenous Piaroas, inhabiting the Venezuelan Amazonas.

*Keywords:* Piaroas, Casabe, Amazonas, Venezuela.

## Introducción

La *etnia Piaroa*, son indígenas naturales de Suramérica. En Venezuela, viven en el Estado Amazonas y se estimó una población de unos 12.000 Piaroas para mediados del año 2005 (INE 2008).

Los de'áruwa o piaroas hablan una lengua que pertenece a la familia Sáлива, aunque con gran influencia de términos Arahuacos y Caribes. En esa lengua, se llama de'áruwa a todos los seres vivientes que saben cómo vivir donde viven y hacerlo a gusto. En tiempos actuales se autodenominan Wo'tuja, lo que significa "gente pacífica". Un hecho característico de su cultura, es su odio a la violencia tanto verbal como física (Monsonyi, 2000).

Habitaban en las cuencas de los ríos Puruname, Sipapo, Autana, Cuao, Guayapo, Samariapo, Cataniapo, Paria, Parguaza, el Alto Suapure, la cuenca inferior del Ventuari, el valle del Manapiare, cerca de Puerto Ayacucho, y el margen colombiano del Orinoco (INE, 2008).

En Venezuela, las poblaciones de indígenas desde tiempos inmemoriales han fabricado un tipo de pan sin levadura a partir de la raíz de yuca amarga (*Manihot esculenta*) llamado "casabe", desempeñando un papel vital, en la dieta de muchas comunidades indígenas de Venezuela. Siendo su principal fuente de carbohidratos de bajo costo económico (García, Infante y Rivera, 2007).

Aunque tiene su origen en América del Sur, la yuca se ha convertido en un cultivo utilizado por los indígenas de la zona tropical; ampliamente cultivado y consumido por estos pueblos (Enidiok, Attah y Otuechere, 2008).

La yuca es un cultivo que resiste muy bien a los subtropicales, donde muchas personas padecen de desnutrición; por lo que podría ser una fuente de alimentación valiosa para países en desarrollo. La raíz de yuca, es una buena fuente de energía, mientras que sus hojas tiernas, proporcionan proteínas, vitaminas y minerales, (Montagnac, Davis y Tanumihardjo, 2009).

Aunque la yuca tiene bajo contenido

de nutrientes, hay otras sustancias naturales asociadas principalmente a la fibra dietaria (FD) que pueden tener importancia en la nutrición humana. Una de ellas, son las sustancias pépticas.

La pectina presente en la yuca, así como en la mayoría de los vegetales, es una sustancia química con una estructura muy compleja, formada por ácido D-galacturónico con enlaces  $\alpha$ -(1-4) (Kertész, 1951).

Constituyen el 30% del peso seco de la pared celular primaria de la pared celular vegetal y en presencia de agua, tiende a formar geles; lo cual es de gran importancia en la industria de alimentos (Carpita y McCann, 2000).

El objetivo de esta investigación fue determinar el contenido de nutrientes y otras sustancias como la pectina en muestras de casabe (pan de yuca), elaborados por una población de indígenas Piaroas, que habitan en el Amazona venezolano.

### Materiales y métodos

El casabe utilizado en este estudio, fue elaborado por indígenas de la etnia Piaroa y fue adquirido en el Mercado Municipal la ciudad de Puerto Ayacucho, capital del Estado Amazonas, Venezuela.

Puerto Ayacucho, está ubicado al margen derecho del río Orinoco. En 1997, Puerto Ayacucho, tenía una población de aproximadamente 70.000 habitantes, entre criollos e indígenas (INE, 2008).

El casabe o torta de casabe como también se le conoce en Venezuela, es un pan en forma de torta redonda, plana y delgada, tostada al fuego. Elaborado con harina gruesa de yuca amarga (*Manihot esculenta*) a la cual previamente se le han eliminado los glucocianógenos (INN, 1999).

### Análisis proximal

Se adquirieron las tortas de casabe en

el Mercado Municipal, provenientes de la comunidad de Gavilán, Municipio Atures, Puerto Ayacucho, Estado Amazonas. Las mismas fueron repartidas al azar en cinco lotes de muestras de cinco tortas cada uno. Luego se hizo un "pool" de ellas. Las muestras fueron secadas en estufa de vacío con circulación de aire forzado (55 ° C x 8 horas), molidas, tamizadas y empacadas en bolsas especiales de polietileno y guardadas en un desecador hasta su uso final. Posteriormente, fueron analizadas para: humedad, proteína cruda (N x 6,25), fibra dietaria (FD), carbohidratos totales, cenizas, grasas, de acuerdo a los procedimientos de la A.O.A.C (1990).

### Determinación de Fibra Dietética

La fibra dietética insoluble (FDI) y la fibra dietética soluble (FDS) en las muestras de casabe, se determinaron mediante el método enzimático-gravimétrico descrito por Prosky *et al.* (1988). Brevemente, la determinación es como sigue: se digiere 0,5 g de muestra con  $\alpha$ -amilasa termoestable (Sigma Chemical Co, USA) a pH 6,0 durante 30 min a 100°C y se deja enfriar. A continuación, se ajustó el pH a 7,5 y se incubaron con la proteasa VIII (Sigma Chemical Co, USA) durante 30 min a 60°C. Después de enfriar la muestra, se ajustó el pH a 4,5 y se incubaron con amiloglucosidasa a 60°C por 30 min. La muestra así obtenida, se precipita sobre crisoles previamente pesados que contienen celite (Sigma Chemical Co. USA) como medio filtrante para la fase digerida por las enzimas antes mencionadas. El residuo logrado, se lavó con etanol y acetona. La determinación de proteínas resistentes y cenizas, se determinaron como fue descrito por Prosky *et al.* (1988) y el método gravimétrico N° 955.29 de la A.O.A.C. (1990).

La fibra dietética soluble (FDS) se determinó en el filtrado combinado con el producto del lavado obtenido por procedimiento descrito anteriormente

para la FDI. La FDT fue asumida como la suma de las fracciones FDI + FDS.

### Determinación de pectina

El ácido D-galacturónico, es la unidad fundamental de la pectina. La cuantificación de este ácido, es fundamental para la determinación de la cantidad de pectina presente en una muestra. El contenido de pectina, se suele expresar, como el contenido de ácido D-galacturónico.

Los métodos fotocolorimétricos son los más comúnmente utilizados. Se basan en la aplicación de diferentes compuestos cromóforos, como por ejemplo, el carbazol. Químicamente es un compuesto heterocíclico; un anillo dibencenpirrólico unido a un átomo de nitrógeno. El carbazol, en presencia del ácido urónico y en un medio ácido (ácido sulfúrico) produce una coloración violeta. Basándose en este principio, Dische (1962) describe un método para la determinación de ácidos urónicos. El carbazol, reacciona con los residuos 5-formil-2-furancarboxílico ácidos de la pectina, produciendo una solución coloreada, que puede medirse colorimétricamente con una absorbancia en el rango de luz visible (Shi, Mazza y Moguer, 2008). El procedimiento para la cuantificación de la pectina es como sigue: se tomaron 2 g. de muestra de casabe, previamente deshidratada, molida y tamizada (por duplicado). Se lavan con alcohol etílico neutro (80%) y se le extrae la pectina, con una solución de ácido oxálico al 0,5%.

Luego se lleva a ebullición y se filtra. Este procedimiento se repite dos veces. El filtrado así obtenido, se centrifuga a 3.000 rpm durante 15 minutos. El precipitado es resuspendido en una solución de NaOH 0,5 N y se lleva a un volumen conocido. A partir de aquí, se aplica el procedimiento descrito para la reacción de la carbazol por Dische (1962), modificado por Bitter y Muir (1962).

### Estadística

Los resultados están expresados como la media  $\pm$  la desviación estándar de al menos cuatro determinaciones por duplicado. Se usó el software estadístico Minitab, versión 13.20 USA.

RESUL Los resultados están expresados como la media  $\pm$  la desviación estándar de al menos cuatro determinaciones por duplicado. Se usó el software estadístico Minitab, versión 13.20 USA.

### Resultados

La composición proximal de las muestras de casabe, se muestran en la Tabla I.

En líneas generales, el contenido de humedad, proteínas, grasas, carbohidratos totales y cenizas, son muy parecidos a los reportados en la literatura en cuanto a muestras de casabe en Venezuela se refiere. Resaltando el alto contenido de carbohidratos (más del 80%) y el bajo contenido de otros nutrientes, por debajo del 1% en algunos casos. El contenido de la pectina y FD

del casabe, se muestra en la Tabla II.

El porcentaje de pectina, fue de 0,6%. La fracción soluble de la fibra dietaria fue de 1,6 y la fracción insoluble 4,7%. Esto valores, nos sugieren que el casabe es una buena fuente de fibra dietaria, sobre todo en la fracción insoluble de la misma.

### Discusión

Los resultados en cuanto al contenido de humedad, proteínas, grasas, carbohidratos totales y cenizas no difieren mucho de los valores presentados para el casabe en la Tabla de Composición de Alimentos de Venezuela (1999); Sin embargo, dichos valores pertenecen a un "pool" de muestras de casabe elaborado por poblaciones criollas de ciertas zonas geográficas de Venezuela, no están incluidas las elaboradas por indígenas.

El contenido de humedad del casabe está por debajo del 10%. Lo cual es comprensible, ya que, el alimento durante su elaboración es secado en hornos de barro. El contenido de proteínas tal como se esperaba, fue bajo (1,2%). Lo cual se explica, por el bajo contenido de proteínas que tiene la raíz de yuca.

El contenido de grasa, fue realmente bajo (0,6%). Valor este, que se relaciona con la casi inexistencia de materia grasa en la raíz de yuca.

En cuanto al contenido de carbohidratos totales, el valor de más del 80% en el casabe, muestra una vez más, el potencial

**Tabla I.** Análisis proximal de muestras de casabe, elaborado por indígenas Piaroas, Venezuela (g/100 g de alimento fresco).

Alimento	Humedad	Proteínas	Grasas	Carbohidratos Totales (♦)	Cenizas	Fibra cruda
Torta de Casabe	9,6 $\pm$ 0,12	1,2 $\pm$ 0,14	0,6 $\pm$ 0,21	87,3 $\pm$ 0,29	1,7 $\pm$ 0,21	1,7 $\pm$ 0,09

Los valores representan la media  $\pm$  la desviación estándar de al menos 4 determinaciones independientes.

(♦): Los carbohidratos totales se obtienen por diferencia.

**Tabla II.** Contenido de fibra dietaria (FD) y pectina en muestras de casabe elaborado por indígenas Piaroas, Venezuela (g / 100g de muestra fresca).

Alimento	Fibra dietaria insoluble (FDI)	Proteínas	Grasas	Carbohidratos Totales (♣)	Cenizas	Fibra cruda
Torta de Casabe	9,6 ± 0,12	1,2 ± 0,14	0,6 ± 0,21	87,3 ± 0,29	1,7 ± 0,21	1,7 ± 0,09

Los valores representan la media ± la desviación estándar de al menos 4 determinaciones independientes.

(♣): La fibra dietaria total, se obtuvo por la sumatoria de FDI + FDS.

energético que tiene el alimento como una buena fuente de energía para la población indígena que lo consume.

El valor de cenizas (minerales totales) fue de 1,7% en las muestras de casabe. Este valor, fue superior al reportado por la Tabla de Composición de Venezuela (1999), el cual fue de 0,9%. Lo cual nos sugiere, que el casabe puede ser una buena fuente de sales minerales para la dieta diaria del indígena.

El contenido de pectina encontrado en la muestra de casabe es mucho menor a lo reportado para algunos vegetales y frutas, especialmente las cítricas, donde el contenido de pectina es mayor. Por ejemplo, se ha reportado un contenido de pectina de 2,8 - 3,0 g/100g en limones. Un análisis de limones pelados, arrojó un contenido de pectina de 0,63 g / 100g (Schols, Visser y Voragen, 2009). Ros, Schols y Voragen (1996), reportaron valores para las naranjas peladas de 0,57 g/100g. En general, la cantidad de pectina presente en otras frutas, es inferior a 1g / 100g. (Schols, Visser y Voragen, 2009).

El consumo promedio de la raíz de yuca cocida y sus derivados tales como: mañoco, yucuta y el mismo casabe puede llegar en promedio, a unos 300g por persona/día en los indios del Amazonas venezolano, Chacón (2001). Aunque el contenido de pectina total de la yuca es bajo, el consumo de otros alimentos

como las frutas y vegetales ricos en pectina aumentaría la presencia de pectina en la dieta de estas poblaciones.

Algunos investigadores sostienen, que el consumo de pectina en la dieta diaria, puede ser beneficioso para la salud (Tungland y Meyer, 2002; Kim 2002; Mansoor, Burgin y Cerda, 1983; Marounek, Volek, Synytsya y Copikova, 2007), por sus efectos como ejemplo, la disminución del colesterol sérico, aumentar la masa fecal, etc.

No existe hasta ahora, una recomendación diaria de pectina en la dieta. Como la pectina forma parte de la fracción soluble de la FD, las recomendaciones dietéticas sobre la misma, se realizan de acuerdo al consumo de fibra total.

El Instituto de Medicina de Estados Unidos (IOM), recomienda que la ingesta diaria de FD para mujeres menores de 50 años, sea de 25 g por día. Para las mujeres mayores de 50 años, 21 gramos por día. Para los hombres menores de 50 años, 38 g de FD por día. Para los hombres mayores de 50 años, 30 gramos de FD por día (OIM, 2002).

Algunos estudios sugieren que la pectina puede bajar el colesterol serico (Keys, Grande y Anderson, 1961; Terpstra Lapre, De Vries, Beynen 2002; Mouronek *et al.*, 2007), otros más bien sugieren que la asociación de pectina, polifenoles y FD al mismo tiempo,

fue más beneficioso para reducir el colesterol, que la pectina sola. (Ruiz *et al.*, 2010).

Algunos estudios en Venezuela reportan, que la población indígena tiene valores de colesterol y triglicéridos en sangre, menores que la población criolla. (Bengoa y Coll, 1950; Bosh y Camejo 1964; Mancilla y Silva, 2003, Lares *et al.*, 2011) y posiblemente se deba al tipo de dieta que consumen los indígenas, diferente a la de los criollos.

Por ejemplo, para los Yanomami, otro grupo indígena venezolano, diferente a los Piaroas; los niveles promedio de colesterol total son: de 122 mg/dl para los varones y 142 mg/dl para las mujeres. Sus niveles de colesterol-LDL promedian 68 mg/dl para los hombres y 78 mg/dl para las mujeres. (Gun, 2004; Mancilla y Silva, 2003).

Por otra parte, los indios yanomami no son obesos y su presión sanguínea no aumenta con la edad.

Estos valores, son casi la mitad de los niveles señalados para las poblaciones criollas brasileñas o venezolanas de las grandes ciudades o de otros países latinoamericanos.

Esta última observación es importante, porque los Yanomami y los Piaroas, tienen casi el mismo patrón de alimentación y condiciones de vida

semejantes en la selva amazónica de Venezuela.

## Conclusiones

En este trabajo se mostró, que el casabe es una buena fuente de carbohidratos en la dieta del indígena Piaroa y que tiene un bajo contenido de nutrientes esenciales como las proteínas o las grasas.

Se comprobó que el casabe, contiene un buen contenido fibra dietaria, la cual es importante para el buen funcionamiento de las vías digestivas, especialmente de las vías inferiores (intestinos).

Los resultados arrojan que el contenido de pectina en las muestras de casabe está por debajo del 1%. Si bien este valor es bajo, se compensa con un consumo elevado del casabe como tal y de sus derivados directos, los cuales unido al consumo de frutas y demás vegetales, aporta a la dieta diaria del indígena Piaroa una buena cantidad de pectina.

## Bibliografía

- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS (AOAC). 1990. "Official Methods of Analysis". Ass Agric Chem. 15 th ed. Washington, DC. USA.
- BAKER, R. (1997). "Reassessment of some fruit and vegetable pectin level". J Food Science. 62 (2):225-229.
- BITTER, T., MUIR, H., (1962). "A modified uronic acid carbazole reaction". Anal Biochem. 4:330-334.
- BOSCH, V., CAMEJO, G. (1964). "Serum lipoproteins of Amazonian Indians and In habitants of an urban area of Venezuela fractionated by preparative ultracentrifugation". Metabolism. 12:1456-1461.
- BENGOA, J., COLL, P. (1950). "Consumo de alimentos en Venezuela durante el año 1949". Arch Ven Nutr.1:315.
- CHACON, J. et al. (2001). "Informe de las pasantías comunitarias". Estado Amazonas. Puerto Ayacucho. Venezuela. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Medicina, Escuela de Nutricion y Dietética.
- CARPITA, N., MCCANN, M. (1999). "Biochemistry and molecular biology of plants". American Society of Plant Physiologists. Rockville, Meriland. USA. p. 43.
- CASE, C., PALMA, A., BRITO, S., LARES, M., PEREZ, E. (2006). "Factores de riesgo asociados a diabetes mellitus tipo 2 en indios Waraos del delta del Orinoco, Venezuela". Interciencia. 4:309-311.
- DISCHE, Z. (1962). "Colours reactions of hexuronic acids". In: R L Whisler, ML Wolfron Eds. Methods in carbohydrates chemistry. Vol 1. Academic Press Inc. New York. p 497-501.
- DE JONG, A., PLAT, J., MENSINK, R. (2003). "Metabolic effects of plant sterols and stanols". J Nutr Biochem. 14:362-369.
- ENIDIOK, S., ATTAH, L., OTUECHERE, C. (2008). "Evaluation of moisture, total cyanide and fiber contents of garri produced from cassava (*Manihot utilissima*) varieties obtained from Awassa in southern Ethiopia". Pakistan J Nutrition. 7 (5): 625-629.
- GARCÍA, O., INFANTE, R., RIVERA, C. (2007). "La fibra alimentaria y sus aspectos nutricionales. Una visión de los alimentos venezolanos". Informe Medico.6: 285-294.
- GUN, R. (2004). "Nutritional and health". In. *Encyclopaedia of Medical Anthropology: Health and Illness*". Ember C, Ember M Eds. Vol I. New York, Springer. p 178-183.
- INSTITUTE OF MEDICINE (IOM) (2001). "Dietary functional and total fiber". In: Dietary References Intake; energy, carbohydrates, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein, and amino acids (Macronutrients). Washington D.C. USA. The National Academic Press. p 7-10.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA (INE). (2013). <http://www.ine.gov.ve/> Consultado el 05/3/13/.
- KATAN, M., GRUNDY, S., JONES, P. (2001). "Efficacy and safety of plant stanols and sterols in the management of blood cholesterol levels". Mayo Clinic Proceedings, 78: 965-78.
- KERTESZ, Z. (1951). "The Pectic Substances". Interscience Publishers, Inc. New York. USA. p.45.
- KEYS, A. GRANDE, F., ANDERSON, J. (1961). "Fiber and pectin in the diet and serum cholesterol concentration in man". Proc Soc Exp Biol Med. 106:555-558.
- KIM, Y. (2002). "AGA technical review: Impact of dietary fiber on colon cancer occurrence". Gastroenterology. 6:1235-1257.
- KUZARA, J. (2004). "Yanomamo".

- In. Encyclopaedia of Medical Anthropology: Health and Illness. Ember C., Ember M., Eds. Vol I. Klower Academic Plenum Publishers. N.Y. USA. p.1017.
- LARES, M., PEREZ, E., SCHROEDER, M., GESTNE, A., CASE, C., BRITO, S., CIARFELLA, A. (2011). "Biochemical and antropometric markers, metabolic síndrome and main dietary habits of a Waraos population sample". Food Nutr. Sci. 2: 444- 450.
- MANCILLA, J., SILVA, N. (2003). "The Yanomami indians in the INTERSALT Study". Arq Bras Cardiol. 80 (3): 209-300.
- MANSOOR, M., BURGIN, C., CERDA, J. (1983). "Effect of dietary pectin on iron absorption and turnover in the rat". J Nutr. 111: 2385 -2389.
- MAROUNEK, M., VOLEK, Z., SYNYTSYA, A., COPÍKOVÁ J. (2007). "Effect of pectin and amidated pectin on cholesterol homeostasis and cecal metabolism in rats fed a high cholesterol diet". Physiological research. 4: 433-442.
- MICHELI, F. (2001). "Pectin methylesterases: cell wall enzymes with important roles in plant physiology". Trend Plant Sci. 9: 414-419.
- MONTAGNAC, J., DAVIS, C., TANUMIHARDJO, S. (2007). "Nutritional value of cassava for use as a staple food and recent advances for improvement". Food Science and Food Safety. 8 (3):181-194.
- PROSKY, L.; ASP N.; SCHWEISER, T.; DEVRIES J. FURDA I. (1988) "Determination of insoluble, soluble And total dietary fiber in food and food production. Interlaboratory study. J Assoc Off Anal chem. 71:348-350.
- RIVERA, C., GERARDI, A., INFANTE, R., CARRASCO, H., RODRIGUEZ O. (1993). "Dietary fiber analysis of cassava using gravimetric methods". Arch Latino Amer Nutr. 1:78-80.
- ROS, J., SCHOLS, H., VORAGEN, A. (1996). "Extraction, characterisation, and enzymatic degradation of lemon peel pectins". Carbohydr Res. 282: 271-284.
- RUIZ, B., QUINTELA, J., DE LA FUENTE, E., HAYA, J., PÉREZ, L. (2010). "Insoluble carob fiber rich in polyphenols lowers total and LDL cholesterol in hypercholesterolemic subjects". Plant Foods Hum Nutr. 65:50-56.
- SHI, J., MAZZA, G., MAGUER, M. (2001). "Functional foods: Biochemical and processing aspects". Florida: CRC Press. p 278.
- SCHOLS, H.; VISEER, R.; VORAGEN, A. (2009). "Pectins and Pectinases". Schols, Viseer & Voragen, Eds. Wageningen Academic Publishers Inland. U.K. p. 336.
- TABLA DE COMPOSICION DE ALIMENTOS PARA USO PRÁCTICO. Publicación N° 52. Serie de cuadernos azules. Caracas, Venezuela. 1999.
- THAKUR, B., SINGH, R., HANDA, A. (1996). "Effects of an antisense pectin methylesterase gene on the chemistry of pectins in tomato (*Lycopersicon esculentum*) fruit juice". J Agric Food Chem. 44 (2): 628-630.
- THAKUR, B., SINGH, R., HANDA, A. (1996). "Chemistry and uses of pectin- a review". Crit Rev Food Sci Nutr. 37 (1): 47-73.
- TUNGLAND, B., MEYER, D. (2001). "Nondigestible oligo and polysaccharides (dietary fiber): their physiology and role in human health and food". Comprehensive Reviews in Food Sci Food Safety. 1:73-92.
- TERPSTRA, A., LAPRE, J., DE VRIES, H., BEYENEN, A. (2001). "The hypocholesterolemic effect of lemon peel pectin and the waste stream material of lemon peels in hybrid F1B hamsters". Eur J Nutr 41:19-26.
- YADAV, S., YADAV, P., YADAV, D., (2007). "Pectin lyases of a few indigenous fungal strains". J Sci. Ind Resh. 8:601 -604