

Universidad Central de Venezuela
Facultad de Agronomía
Escuela de Agronomía
Departamento de Ingeniería Agrícola



Evaluación de la calidad postcosecha durante el almacenamiento de los granos de caraota (*Phaseolus vulgaris* L.).

Autora: Rosvir Ana González Calderón
Tutora: Auris Damelys García Méndez

Maracay, noviembre 2015



Universidad Central de Venezuela
Facultad de Agronomía
Escuela de Agronomía
Departamento de Ingeniería Agrícola



Evaluación de la calidad postcosecha durante el almacenamiento de los granos de caraota (*Phaseolus vulgaris* L.)

Trabajo presentado como parte de los requisitos para optar al título de Ingeniera Agrónoma mención Desarrollo Rural que otorga la Universidad Central de Venezuela.

Autora: Rosvir Ana González Calderón
Tutora: Auris Damelys García Méndez

Maracay, noviembre 2015

ACTA DE APROBACIÓN DEL TRABAJO DE GRADO

Nosotros los abajo firmantes, miembros del Jurado Examinador del Trabajo de Grado Evaluación de la calidad postcosecha durante el almacenamiento de los granos de caraota (*Phaseolus vulgaris* L.), cuya autora es la bachillera Rosvir Ana González Calderón, cédula de identidad N° V-20.083.628, certificamos que lo hemos leído y que en nuestra opinión reúne las condiciones necesarias de adecuada presentación y es enteramente satisfactorio en alcance y calidad como requisito para optar al título de Ingeniero(a) Agrónomo(a).

Prof^a. Auris Damely García Méndez
Tutora - Coordinadora
C.I.: 7.189.984

Ing^a. Nohelia Rodríguez
Tutora Institucional - Jurado Principal
C.I.: 9.681.498

Prof^a. María Inés López
Jurado Principal
C.I.: 5.370.110

PENSAMIENTO

“No hay distancia que no se pueda recorrer ni meta que no se pueda alcanzar”

Napoleón Bonaparte.

“Si deseas algo de corazón el universo buscara las herramientas y moverá las piezas a tu favor, sueña, nada es imposible”

Rosvir Ana González Calderón

DEDICATORIA

Quiero dedicar este logro a todas las personas que de una u otra manera han sido parte de este éxito.

A Dios, por darme la vida por ser mi guía en todo momento, por ser color en días grises, a mis padres principalmente por su bendición, su apoyo por la educación y los valores que han dado para ser una persona de bien, a mi hermana Marjhuan González por ser mi todo, ese apoyo incondicional la fuerza que me motiva a seguir y ser esa palabra de aliento que me hace saber que si se puede.

Rosvir Ana González Calderón

AGRADECIMIENTOS

Primeramente Dios, gracias por darme el privilegio de estar viva y permitir vivir este logro, gracias por siempre colocar personas maravillosas en mi camino, a mis ángeles guardianes por siempre escuchar mis oraciones, mis palabras y no abandonarme en los momentos más difíciles, a esas personas que no están aquí conmigo físicamente pero los llevo en mis recuerdos y siempre tendrán un lugar especial en mi corazón, a mis padres por ese amor incondicional por tantas enseñanzas, por estar para mí pase lo que pase y por bendecirme siempre, a mis hermanas principalmente Marjhan González que son mis columnas de apoyo, mi motivación, mi motor a seguir por ser mis mejores amigas, a mi abuelo que ha sido como un padre para mí, a mi primo José Miguel por su ayuda y colaboración por ser como un hermano y estar en todo momento, a mi madrina La Negra que se ha convertido en una gran motivación, una persona en quien confiar y ocupa un lugar especial en mi vida, a mis amigos que más que amigos se han convertido en mi familia y me han hecho parte de la suya el combo sabe quiénes son.

A la Universidad Central de Venezuela por permitir mi formación académica durante todo este tiempo gracias por las experiencias vividas me llevo un gran aprendizaje tanto en lo profesional como en lo personal y espiritual.

Gracias a mi tutora la profesora Damelys García por ser tan especial por que en poco tiempo me ha demostrado que todo en la vida se puede con fe y confianza en sí mismo, gracias Dios por ponerla en mi camino, gracias profesora por darme esa oportunidad y apoyo cuando pensé que no había salida, gracias por creer en mí y hacerme saber que todo tiene solución.

A mi jurado Nohelia Rodríguez y la profesora María Inés López por tanta colaboración para culminar esta meta gracias por sus consejos profesionales y personales.

Gracias a Tata por ser como una segunda madre por tus consejos por abrirme las puertas de tu hogar y estar conmigo apoyándome y dándome ánimos, a mis amigos y compañeros de la universidad gracias por todos los momentos maravillosos que viví con ustedes durante uno de los momentos más bonitos en mi vida como ser estudiante, gracias en especial a un pequeño grupo pero incondicional, gracias por creer en mí, por su confianza, por su preocupación y sus palabras de aliento a todos ustedes mil GRACIAS.

Rosvir Ana González Calderón.

Evaluación de la calidad postcosecha durante el almacenamiento de los granos de caraota (*Phaseolus vulgaris* L.)

Rosvir Ana González Calderón

Universidad Central de Venezuela- Facultad de Agronomía- Departamento de Ingeniería Agrícola. Av. Universidad Vía el Limón. Maracay. Edo Aragua. Correo electrónico: rosg18@hotmail.com

Resumen

La evaluación de la calidad postcosecha durante el almacenamiento de los granos de caraota (*Phaseolus vulgaris* L.) tuvo como propósito establecer las características de importancia tecnológica para su adecuada conservación y mantenimiento de las características culinarias y sensoriales. La metodología aplicada permitió caracterizar la calidad postcosecha desde el punto de vista físico, culinario y sensorial de los granos de caraotas negras recién cosechados muestras comerciales de cuatro (4M) seis meses (6M) y cuatro años (4A) de almacenamiento, determinar los cambios de la calidad postcosecha de los granos de caraota recién cosechados en dos condiciones de simulación de almacenamiento y proponer una guía de buenas prácticas para mantener la calidad postcosecha. Los resultados indicaron que el alto grado higroscópico de los granos de 4M, 6M y 4A, conllevaron al aumento significativo del índice de rehidratación al someterlo en saturación de agua, siendo mayor la capacidad de absorción de agua (CAA) con el uso del bicarbonato al 3% (BS), por los cambios que origina en las capas tisulares, evidenciado por el aumento significativo del diámetro del grano, lo cual influyó en la respuesta positiva para el ablandamiento por cocción. En conclusión el tiempo de 12 horas con BS favorece una mayor CAA y reduce el tiempo de cocción. Aunque el daño por testa dura, origina cambios importantes en los atributos sensoriales. Se recomendó conservar los granos a temperaturas de 18°C y 65%HR, para favorecer la mayor CAA y menor tiempo de cocción a presión atmosférica y vacío.

Palabras claves: caraota (*Phaseolus vulgaris* L.), calidad postcosecha caraota, almacenamiento de granos de caraota, pruebas culinarias de caraota.

Evaluation of the postharvest quality during storage of the grain of bean
(*Phaseolus vulgaris* L.)

Rosvir Ana González Calderón

Central University of Venezuela - Faculty of Agronomy, Department of Agricultural Engineering. Av. University via the lemon. Maracay. Edo Aragua. Email: rosg18@hotmail.com

Abstract

The evaluation of the postharvest quality during storage of the grain of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) was meant to establish the characteristics of technological importance for its proper care and maintenance of the culinary and sensory characteristics. The methodology made possible to characterize the postharvest quality from the physical point of view, culinary and sensory of the grains of black beans and freshly harvested commercial samples of four (4M) six months (6M) and four years (4Y) of storage, determine the changes of the postharvest quality of grains of freshly harvested bean in two simulation conditions of storage and propose a guide of good practices for maintaining postharvest quality. The results indicated that the high level of the hygroscopic grains of 4M, 6M and 4Y, have led to significant increase in the rate of rehydration by subjecting in water saturation, being higher water absorption capacity (CAA) with the use of baking soda to the 3% (BS), by the changes that originates in the tissue layers, as evidenced by the significant increase in the diameter of the grain, which was influenced by the positive response to softening by cooking. In conclusion, the time of 12 hours with BS favors greater CAA and reduces cooking time. Although the damage by testa dura, causes significant changes in the sensory attributes. It is recommended to keep the grain temperatures of 18 °C and 65 %RH, to promote the highest CAA and less cooking time at atmospheric pressure and vacuum

Palabras claves: Bean (*Phaseolus vulgaris* L.), postharvest quality bean, grain storage of bean, evidence of culinary bean.

Tabla de contenido

	Página
Portada.....	<i>i</i>
Acta de aprobación del trabajo de grado.....	<i>iii</i>
Pensamiento.....	<i>iv</i>
Dedicatoria.....	<i>v</i>
Agradecimiento.....	<i>vi</i>
Resumen.....	<i>vii</i>
Abstract.....	<i>viii</i>
Tabla de contenido.....	<i>ix</i>
Índice de cuadros.....	<i>xi</i>
Índice de figuras.....	<i>xii</i>
Índice de anexos.....	<i>xiv</i>
Introducción.....	1
Objetivos.....	3
Marco Teorico.....	4
Generalidades de la caraota.....	4
Postcosecha de la caraota.....	5
Antecedentes.....	7
Metodología.....	10
Tipo y diseño de la investigación.....	10
Lugar de la investigación.....	10
Identificación y procedencia del material vegetal.....	10
Métodos.....	12
Caracterizar la calidad postcosecha como indicadores físicos, culinarios y sensoriales de los granos de caraotas negras recién cosechado y de las muestras comerciales de 4 a 6 meses y 4 años de almacenamiento.....	12
Determinar los cambios de la calidad postcosecha de los granos de caraota recién cosechados en dos condiciones de simulación de almacenamiento considerando los indicadores de calidad del punto anterior.....	15
Proponer una guía de prácticas adecuadas para mantener la calidad postcosecha de interés para el consumo directo de los granos de caraota negra.....	16
Resultados y discusión.....	20
Caracterización de la calidad postcosecha como indicadores físicos, culinarios y sensoriales de los granos de caraotas negras recién cosechado y de las muestras comerciales de 4 a 6 meses y 4 años de almacenamiento.....	20
Determinación de los cambios de la calidad postcosecha de los granos de caraota recién cosechados en dos condiciones de simulación de almacenamiento.....	29
Propuesta de una guía de buenas prácticas para mantener la calidad	

postcosecha de interés para el consumo directo de los granos de caraota negra.....	44
Conclusiones.....	46
Recomendaciones.....	47
Referencias Bibliográficas.....	48
Anexos.....	53

Índice de cuadros

N°		Página
1	Evaluación de las características físicas.	17
2	Evaluación de las características culinarias y sensoriales	19
3	Características físicas de los granos de caraota recién cosechados y almacenados por 4 a 6 meses y 4 años a temperatura ambiente ($35 \pm 1^{\circ}\text{C}$ y $45 \pm 2\%$ HR) a nivel de mercado.....	21
4	Características del color de los granos de caraota recién cosechados y almacenados por 4 a 6 meses y 4 años a temperatura ambiente ($35 \pm 1^{\circ}\text{C}$ y $45 \pm 2\%$ HR) a nivel de mercado.....	23
5	Características del índice de rehidratación, diámetro del grano rehidratado y no rehidratado, porcentaje del incremento del grano rehidratado de las caraotas recién cosechados y almacenados por 4 a 6 meses y 4 años a temperatura ambiente ($35 \pm 1^{\circ}\text{C}$ y $45 \pm 2\%$ HR) a nivel de mercado.....	25
6	Evaluación sensorial de las caraotas recién cosechados y almacenados por 4 a 6 meses y 4 años a temperatura ambiente ($35 \pm 1^{\circ}\text{C}$ y $44 \pm 1\%$ HR) a nivel de mercado.....	28
7	Características texturales de los granos de caraota recién cosechados y almacenados por 4 a 6 meses y 4 años de almacenamiento.....	36
8	Características del color de los granos de caraotas almacenados en dos condiciones de ambiente comercial.....	41
9	Evaluación sensorial de las caraotas almacenadas en dos condiciones de ambiente comercial.	42
10	Características del índice de rehidratación, diámetro del grano rehidratado y no rehidratado, porcentaje del incremento del grano rehidratado de las caraotas recién cosechados y almacenados por 4 a 6 meses y 4 años a temperatura ($18 \pm 1^{\circ}\text{C}$ y $65 \pm 1\%$ HR) ambiente a nivel de mercado.....	43

Índice de figuras

N°		Página
1	Granos de caraota del morfotipo negro (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) variedad: A) Tacarigua y B) Línea 13.....	11
2	Granos de caraota del morfotipo negro (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) de la variedad Tacarigua, provenientes de puntos de venta comercial con un tiempo de almacenamiento de 4 y 6 meses, adquiridos en fecha de 5 de junio 2015.....	11
3	Tiempo de cocción de las caraotas tratadas sin y con bicarbonato de sodio en saturación por una hora y cocción a presión atmosférica y vacío a temperatura ($35 \pm 1^{\circ}\text{C}$ y $45 \pm 2\% \text{HR}$).....	26
4	Tiempo de cocción de las caraotas tratadas sin y con bicarbonato de sodio en saturación por 12 horas y cocción a presión atmosférica y vacío a temperatura ($35 \pm 1^{\circ}\text{C}$ y $45 \pm 2\% \text{HR}$).....	27
5	Tiempo de cocción de las caraotas tratadas sin y con bicarbonato de sodio en saturación por 48 horas y cocción a presión atmosférica y vacío a temperatura ($35 \pm 1^{\circ}\text{C}$ y $45 \pm 2\% \text{HR}$).....	27
6	Porcentaje de pérdidas de peso de las muestras de caraota almacenadas en condiciones de ambiente normal de temperatura ambiente simuladas de galpón ($35 \pm 1^{\circ}\text{C}$ y $44 \pm 1\% \text{HR}$).....	29
7	Porcentaje de pérdidas de peso de las muestras de caraota almacenadas por ocho semanas en condiciones simuladas de temperatura de puntos de ventas con ambiente frío (supermercados) ($18 \pm 1^{\circ}\text{C}$ y $65 \pm 1\% \text{HR}$).....	32
8	Capacidad de absorción de agua de los granos de caraota expuestos en distintos tiempos de saturación sin (SB) y con bicarbonato de sodio al 3% (B) a temperatura ($35 \pm 1^{\circ}\text{C}$ y $44 \pm 1\% \text{HR}$).....	33

9	Capacidad de absorción de agua de los granos de caraota expuestos en distintos tiempos de saturación sin (SB) y con bicarbonato de sodio al 3% (B) a temperatura ($18\pm 1^{\circ}\text{C}$ y $65\pm 1\%\text{HR}$).....	35
10	Tiempo de cocción de las caraotas tratadas sin y con bicarbonato de sodio en saturación por una hora y cocción a presión atmosférica y vacío a temperatura ($18\pm 1^{\circ}\text{C}$ y $65\pm 1\%\text{HR}$).....	37
11	Tiempo de cocción de las caraotas tratadas sin y con bicarbonato de sodio en saturación por 12 horas y cocción a presión atmosférica y vacío a temperatura ($18\pm 1^{\circ}\text{C}$ y $65\pm 1\%\text{HR}$).....	39
12	Tiempo de cocción de las caraotas tratadas sin y con bicarbonato de sodio en saturación por 48 horas y cocción a presión atmosférica y vacío a temperatura ($18\pm 1^{\circ}\text{C}$ y $65\pm 1\%\text{HR}$).....	40

Índice de anexos

N°		Página
1	Encuesta para la evaluación sensorial.....	53

INTRODUCCION

Las caraotas tienen diferentes nombres en el mundo: alubias, chícharos, frijoles, granos, habichuelas o porotos y en Venezuela se conocen como caraotas. De estas existen tres tipos en el país, identificadas como caraotas rojas, blancas y las más comunes caraotas negras (Bressani, 2002). Su consumo a nivel nacional ha sido potenciado por los beneficios y propiedades nutricionales, que según el Instituto Nacional de Nutrición de Higiene Rafael Rangel (INNRR) García *et al.* (2009), así como algunos autores (Granito *et al.*, 2006; Morón *et al.*, 2010; Madriz, 2012; Pérez *et al.*, 2013), se sustenta principalmente en los altos contenidos de proteína (20-30%), además de ser fuente de vitaminas (tiamina, riboflavina, niacina y ácido fólico), minerales (calcio, fósforo, hierro, magnesio, potasio, sodio, zinc), fibras (26,8%), bajos contenidos de grasa (2%), cero colesterol y entre 70 a 80% de carbohidratos complejos, que ofrecen la ventaja de ser absorbidos lentamente en el organismo, al compararlos con los carbohidratos simples como la azúcar.

Dada la importancia de este cultivo en la alimentación del venezolano, El Plan Nacional de Desarrollo Agrícola impulsó a través del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), la siembra de 101 hectáreas para la producción de semillas de caraota de las variedades comerciales de la Línea 13 y Tacarigua, en los estados Barinas y Portuguesa durante el ciclo norte y verano 2015 (Agencia Venezolana de Noticias, 2015). Este desarrollo con la intención de promocionar su consumo como fuente alternativa de proteína, según las declaraciones del director de Oleaginosas y Leguminosas de la Confederación de Asociaciones de Productos Agropecuarios de Venezuela (FEDEAGRO) Ramón Bolotín, quien además señaló que dada la baja producción nacional (6.191 toneladas) para satisfacer la demanda (83% con un consumo per cápita de 3,8 a 4,1 kg/persona/año) se complementará la misma a través de las importaciones de países como Nicaragua, Argentina y China principalmente (Bolotín, 2013; Fedegro, 2014).

Por otro lado, aunque, se resalta la problemática de la calidad postcosecha de estos granos de caraota, para el consumo directo, dado que el tiempo diferencial entre la cosecha, acondicionamiento, almacenamiento, comercialización y consumo, origina cambios no deseables sobre los aspectos reológicos y culinarios al momento de su preparación. Esto se indica debido, a que en la medida que el tiempo de almacenamiento se prolonga, el grano aumenta su dureza incrementando el tiempo de cocción para alcanzar el ablandamiento apto para su consumo directo, por las técnicas comúnmente utilizadas por el venezolano (cocción a presión atmosférica o al vacío). Esto en primera aproximación, atribuido a los cambios en la estructura tisular del grano, por efecto de las condiciones de temperatura y humedad relativa durante el almacenamiento y a las adecuadas prácticas de manejo del material almacenado (Mejías, 2012).

Por esta razón, la investigación se dirigió a evaluar la calidad postcosecha durante el almacenamiento de los granos de caraota (*Phaseolus vulgaris* L.), con respecto a los granos recién cosechados. Esto con la finalidad de conocer el tiempo y las condiciones óptimas de almacenamiento, que se requieren para mantener la calidad postcosecha de un grano, que después de su acondicionamiento pueda responder a un tiempo aceptable de las prácticas culinarias, manteniendo las cualidades de aceptación sensorial y por ende de las propiedades nutricionales.

OBJETIVOS

General

Evaluar la calidad postcosecha durante el almacenamiento de los granos de caraota (*Phaseolus vulgaris* L.).

Específicos

- 1.- Caracterizar la calidad postcosecha como indicadores físicos, culinarios y sensoriales de los granos de caraotas negras recién cosechados y de las muestras comerciales de 4 a 6 meses y 4 años de almacenamiento.
- 2.- Determinar los cambios de la calidad postcosecha de los granos de caraota recién cosechados en dos condiciones de simulación de almacenamiento, considerando los indicadores de calidad del punto anterior.
- 3.- Proponer una guía de prácticas adecuadas para mantener la calidad postcosecha, de interés para el consumo directo de los granos de caraota negra.

MARCO TEORICO

BASES TEORICAS

Origen y características generales de la caraota negra

La caraota es originaria de Centroamérica, entre México y Guatemala, tiende a ser la especie más cultivada y consumida como grano integral en México, América Central, Suramérica y África (Leterme y Muñoz, 2002). Estas forman parte de la familia Fabaceae (Leguminosae), orden Rosales, donde se incluye unos 745 géneros y unas 19.560 especies, integradas por hierbas, arbustos y árboles presentes en una gran diversidad de hábitats (Stevens, 2001). Sin embargo, las leguminosas con mayor valor agrícola desde el punto de vista de la producción de granos con fines comerciales y de alimentación humana, es la subfamilia Papilionoidae a la cual pertenecen las caraotas del morfotipo negro en estudio (Montaldo y Montilla, 1989).

Estas plantas se caracterizan por tener distintos hábitos de crecimiento: arbustiva, herbácea y enredadera. El tallo puede ser erecto o postrado según el hábito de crecimiento de la variedad, con una altura aproximadamente de 30 a 40 centímetros, las hojas son simples y compuestas, las flores pueden ser de color blanco, lila y rosado; los frutos vienen en vaina y sus granos poseen diversos tamaños, colores y formas. La testa de estos granos puede ser brillante u opaca, con un peso promedio de 15 a 25 g/100granos. Se adaptan a suelos franco-arenosos y franco-limosos, con buena fertilidad.

Las temperaturas adecuadas para su crecimiento y desarrollo va desde 15 a 27°C, el ciclo del cultivo puede variar de 90 a 120 días y los rendimientos oscilan entre 800 a 1300 kg/ha, aunque estos dependen de las labores agronómicas y factores ambientales (Morros, 2001; Barrientos, 2010; Fedeaagro, 2013).

En el caso de la variedad 'Tacarigua' objeto de estudio de esta investigación, la planta es de porte erecto, con crecimiento indeterminado y ausencia de guía en la mayoría, la planta es algo ramificada, presenta pigmentación rojiza en los tallos y

nervaduras de las hojas. Las vainas son bastante largas alcanzando un promedio de 10,5 cm. en forma de espada semi-curva, son de color amarillo cremoso al madurar y en algunos casos pueden presentar cierta coloración morada que tiende a oscurecerlas. Una vaina bien desarrollada posee de 6 a 7 granos y en raras ocasiones puede llegar hasta 8, las semillas son de color negro opaco, de forma alargada y peso promedio de 0,24 gr. cada una, posee un período vegetativo de 75 a 80 días, desde la siembra hasta el punto de maduración que exige la cosecha. El período de floración se extiende desde los 35 hasta 50 días después de la siembra (Ortega y Tesara, 1995; Gutiérrez *et al.*, 2011).

En el caso de Línea 13, es una nueva variedad de caraota obtenido por el INIA, evaluado en diferentes zonas agroecológicas del país, con gran adaptación en la mayoría, con características morfológicas y de rendimiento deseables por el agricultor. Su floración es a los 38 días después de la siembra (DDS), hábito de crecimiento tipo II indeterminado sin guía, con 12 cm de inserción de la primera vaina, 25-38 vainas/planta, 5 semillas/vaina, una vaina recta y de color pajizo y una longitud de aproximadamente 10,1 cm, posee un peso de 100 semillas de 14,3 gr, con un rendimiento promedio de 1500 kg.

A nivel nacional las principales zonas productoras de este rubro, corresponden a los estados Barinas, Guárico, Monagas, Portuguesa, Sucre y Yaracuy, con una producción promedio baja de 25.032 toneladas (Fedeagro, 2013), que no es suficiente para cubrir la demanda nacional que es de 83%. En este sentido, (Fedeagro, 2014) señala que para el año 2014 hubo que establecer una compra complementaria de este rubro, la cual fue importada de países como República Dominicana (20.000 toneladas) y Nicaragua (1.220.000 toneladas) para satisfacer la demanda interna.

Calidad postcosecha de la caraota negra

Antes de definir la calidad postcosecha, es importante hacer referencia al momento oportuno de cosecha de este rubro, el cual está determinado cuando las

plantas se encuentran totalmente secas. Desde el punto de vista postcosecha, se recomienda tener cuidado de arrancarlas en las primeras horas de la mañana, cuando las vainas están algo húmedas. Esto para evitar que se abran y se pierdan los granos en el campo. Igualmente se señala, que una vez arrancadas las plantas, se someten a una operación de trillado manual o mecánico para separar el grano de la vaina, seguido de una limpieza para eliminar piedras e impurezas y un empacado en sacos para su transporte, almacenamiento y comercialización (Morros, 2001; INTA, 2007). El grano bajo esta condición se encuentra seco, con un contenido de humedad promedio entre 13 y 15%, siendo almacenados en ambientes frescos y ventilados con una temperatura de 25 a 28°C y menos de 65% de humedad relativa. Sin embargo, a nivel nacional las condiciones de almacenamiento, son muy variables y afectan las características texturales, así como los tiempos de cocción (características culinarias), que son de importancia en la aceptación de los granos para su consumo (Mederos, 2006; Instituto Nacional de tecnología Agrícola, 2007).

Por esta razón, algunos autores (López, 1996; Jacinto *et al.*, 2002; Mederos, 2006), indican que la calidad para la caraota negra, como para la mayoría de las leguminosas, es un concepto que en la práctica es difícil de definir, ya que resulta de las distintas apreciaciones de los consumidores finales y de los usos que a estos le otorgue.

En consecuencia, los consumidores de acuerdo a sus hábitos de consumo, costumbres y presentación, establecen las especificaciones que desean sobre las características físicas, químicas, organolépticas, nutricionales y culinarias de estos granos (Mujica, 2012; Rodríguez y Fernández, 2015). De aquí, que la calidad aceptable, está dada en función del sabor y la textura, las cuales están definidas en gran parte por las cantidades de carbohidratos y proteínas, pero estas a su vez son dependientes de las distintas variedades y afectadas por las condiciones del almacenamiento (relación de temperatura y humedad relativa del medio) (Morros, 2001; Instituto Nacional de tecnología Agrícola, 2007; Mujica *et al.*, 2011; Mujica, 2012).

Con respecto a las condiciones del almacenamiento, (Instituto Nacional de tecnología Agrícola, 2007; Granito *et al.*, 2009; Vivas, 2009; Mujica, 2012) explican que una alta temperatura del medio y alta humedad relativa dan lugar a cambios importantes en la calidad culinaria del grano, por promover cambios físicos y químicos que afectan la capacidad de absorción de agua (CAA) durante el remojo. Esto resulta relevante, ya que de no ser adecuada la CAA, se verá afectado el ablandamiento durante el tiempo de cocción, así como también las cualidades organolépticas y por ende la aceptación comercial.

ANTECEDENTES

Velasco *et al.* en el trabajo titulado: *Propiedades físicas y químicas del grano de diferentes variedades de frijol (Phaseolus vulgaris L.)* “Señalan que el problema de testa dura se debe a un defecto de textura que afecta a las leguminosas de granos almacenados por largos periodos en condiciones de alta temperatura y alta humedad relativa, lo cual definieron como la resistencia de los granos a ablandarse durante la cocción (“Hard to Cook”). Esto al parecer debido a que a nivel microestructural existe una falla en la separación de la célula de los cotiledones durante la cocción, causada por la rigidez de la pared celular y específicamente por la resistencia de la laminilla media a disolverse” (Velasco *et al.*, 2013).

Mujica en el trabajo titulado: *Estudio de la participación de los compuestos fenólicos y de la enzima peroxidasa en el endurecimiento de (Phaseolus vulgaris L.)* “Indica que esta situación analizada desde el punto de vista económico, según representa pérdidas importantes para los agricultores y distribuidores, a pesar de no existir valores referenciales, pero la necesidad de resolver el problema conlleva a que siempre se esté en la búsqueda de alimentos de fácil preparación o listo para el consumo. A parte de la importancia de la calidad nutricional y la posibilidad de que la misma se vea afectada, en términos de la pérdida de proteínas, vitaminas y carbohidratos” (Mujica, 2012).

Vivas en el trabajo titulado: *Perfil descriptivo y de textura de productos elaborados con harinas de leguminosas fermentadas* “Sostiene que las condiciones no adecuadas de almacenamiento, conllevan a mermas de peso y cambios de humedad en el grano, que pueden predecir el comportamiento físico textural del mismo y los cambios asociados a la fácil preparación en corto tiempo, por las técnicas comúnmente usadas por el venezolano de cocción a presión atmosférica o a vacío” (Vivas, 2009).

Sangroni *et al.* en el trabajo titulado: *Efecto de la alta presión hidrostática (APH) en la imbibición de agua, tiempos de cocción y microestructura del Phaseolus vulgaris L.* “Mencionan que condiciones inadecuadas de almacenamiento conllevan a que estos granos, sean sometidos a diferentes técnicas culinarias para lograr su ablandamiento en corto tiempo, tal como lo señalan con relación al remojo en agua por 8 a 16 horas, con la finalidad de hidratar al grano y promover el ablandamiento más rápido al ser sometido a la cocción a presión atmosférica o vacío. Aunque estos autores, han encontrado que ni el remojo, ni la cocción por varias horas, han sido suficientes para alcanzar el ablandamiento deseado apto para el consumo” (Sangroni *et al.*, 2002).

Tubello en el trabajo titulado: *Estructura y textura de frijoles cocidos* “Considera que Existen efectos negativos que se dan por el almacenamiento prolongado en los granos de leguminosas, como es el endurecimiento de la testa, cambios en el tamaño, forma, aspecto general, color, humedad, granos partidos, rugosidad anormal, olores y sabores extraños” (Tubello, 2002).

Reyes *et al.* en el trabajo titulado: *Hard to cook tendency of chickpea (Cicerarietinum L.) Varieties*, “Explican que el efecto antes mencionado, puede atribuirse también a la relación tiempo, temperatura y humedad relativa de almacenamiento sobre la dureza de los granos, sobre todo cuando las condiciones de almacenamiento son superiores a temperaturas de 25 °C y humedades relativas por encima a 65%, siendo estas fácilmente encontradas en las zonas con climas tropicales y

subtropicales, como ocurre en los países de la América Latina. Aunque los autores mencionados también lo refieren a otros factores, como son el componente genético, condiciones edafo-climáticas durante su ciclo de producción, composición física y química del grano” (Reyes et al., 2001).

METODOLOGÍA

Tipo y Diseño de la Investigación

El tipo de investigación empleada para este trabajo, es de tipo descriptiva y explicativa con un diseño de laboratorio, ya que se realizó en un ambiente controlado, y de forma explícita se refiere a las características de un grupo o situación, midiendo o evaluando diversos aspectos, variables, dimensiones o componentes del fenómeno objeto de estudio, no sólo persigue describir o acercarse a un problema, sino que intenta encontrar las causas del mismo. Puede valerse de diseños experimentales y no experimentales. (Ferrer, 2010).

Su objetivo es medir las variables con la mayor precisión posible y los datos de interés se recogen en forma directa de la realidad, mediante el trabajo concreto del investigador y su equipo. Estos datos, obtenidos directamente de la experiencia empírica, son llamados primarios, denominación que alude al hecho de que son datos de primera mano, originales, producto de la investigación (Tam *et al*, 2008).

Lugar de la investigación

La investigación se realizó en el Laboratorio de Procesamiento Primario de Productos Agrícolas del Instituto y Departamento de Ingeniería Agrícola de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela, núcleo Maracay-estado Aragua, con el apoyo del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA-Maracay) en el Departamento de Mejoramiento Genético de Leguminosas, bajo la tutoría de la Ing. Noelia Rodríguez.

Identificación y procedencia del material experimental

El material experimental correspondió a granos de caraotas frescas del morfotipo negro (*Phaseolus vulgaris* L.) de las variedades Tacarigua y Línea 13, procedente de la unidad de semillas del INIA- Maracay ver (Figura 1). Mientras los granos de caraotas de 4 y 6 meses de almacenamiento de la variedad Tacarigua, fueron empacados 04 de febrero de 2015 y diciembre del 2014

respectivamente y ambos adquiridos en fecha del 05 de junio del 2015, en un punto de venta comercial, bajo la presentación de empaques de bolsas plásticas de alta densidad con capacidad de 1 kilogramo e impresión litografiada de la fecha de empacado que demuestra el tiempo de almacenamiento comercial ver (Figura 2).



Figura 1. Granos de caraota del morfotipo negro (*Phaseolus vulgaris* L.) variedad: A) Tacarigua y B) Línea 13.



Figura 2. Granos de caraota del morfotipo negro (*Phaseolus vulgaris* L.) de la variedad Tacarigua, provenientes de puntos de venta comercial con un tiempo de almacenamiento de 4 y 6 meses, adquiridos en fecha de 5 de junio 2015.

Métodos

- Caracterizar la calidad postcosecha como indicadores físicos, culinarios y sensoriales de los granos de caraota negra recién cosechados y de las muestras comerciales de 4 a 6 meses y 4 años de almacenamiento.

La caracterización de la calidad postcosecha de los granos de caraotas negra, se basó en un plan de muestreo global reducido (norma COVENIN N° 1769-81), donde se tuvo 5 muestras tomadas al azar de un kilo cada uno, las cuales se dividieron en 4 muestras de 100 gramos cada una y por cuadruplicado para los análisis físicos, sensoriales y culinarios, representando 48 muestras por cada tipo de material (recién cosechado, 4 y 6 meses de almacenamiento), dando un total de 134 muestras. Adicionalmente se tomó una muestra de 900 gramos de 4 años de almacenamiento de la variedad Tacarigua (producto comercial), que fue donado por el Laboratorio de Procesamiento Primario de Productos Agrícolas para el estudio, como muestra única referencial. Los métodos de cada determinación fueron utilizados como indicadores de la calidad inicial para el estudio y los mismos se describen a continuación.

Características físicas

- a) Color: Se realizó por el método subjetivo del color aplicando la técnica de visión computarizada (CVS) usando el software de foto imagen (CS2) descrito por Mendoza y Aguilera (2005), donde las variables del método de HunterLab son transformadas a CIELAB. Las variables corresponden a la luminosidad (L), por reflejar el brillo o la opacidad del color característico del grano de caraota.
- b) Humedad: se realizó mediante el calentamiento directo en estufa convencional de acuerdo a la metodología descrita por la Asociación de Químicos Analíticos Oficiales AOAC (1990) n° 964.22 a partir de cuatro gramos de muestra a la temperatura de $130 \pm 1^\circ\text{C}$ y los resultados se expresaron en porcentaje (%), a

partir de las diferencias de peso inicial y final con respecto al peso de la muestra.

- c) Materia seca: se calculó como se indica en el método de la Asociación de Químicos Analíticos Oficiales AOAC (1990) nº 964.22, es decir por diferencia del contenido de humedad, expresando los resultados en porcentaje (%).
- d) Peso específico o densidad aparente del grano: se realizó con 500 gramos de la muestra limpia, empleando la balanza de OHAUS, expresando los resultados en gramos (Echeverría y Rangel, 1992).
- e) Capacidad de absorción de agua: Método de Gutiérrez (2002) y Mejías (2012), usando 100 gramos secos intactos de caraota (PMS) que se pesaron en una balanza electrónica marca Acculab LT -620 con precisión de 0,01 gramo (PMH) y se sumergieron en agua potable a temperatura ambiente en una condición saturada con una solución de bicarbonato de sodio (NaHCO_3) al 3% ya que este componente disminuye el tiempo de cocción tanto de los granos duros como de los frescos causando una modificación microestructural en la separación de la pared celular permitiendo la fácil penetración de agua al grano. La capacidad de absorción de agua se calculó por el cociente entre el peso de los granos hidratados (PMH) con respecto al peso del grano seco (PMS) ($\text{CAA} = (\text{PMH} - \text{PMS}) / \text{PMS}$), expresando los resultados en gramos de agua absorbida /gramos de muestra seca.
- f) Índice de capacidad de rehidratación: Método de Marín *et al.* (2006), es la relación entre la capacidad de absorción de agua y la masa de la muestra seca o deshidratada, como se indica en la ecuación siguiente:

$$\text{CR} = \frac{\text{contenido de agua absorbida}}{\text{masa de la muestra deshidratada}}$$

- g) Diámetro del grano rehidratado: una vez realizada la prueba de rehidratación y volumen en cada nivel de humedad se realizó a tomas de mediciones del

diámetro del grano en la zona ecuatorial con un Vernier eléctrico modelo Mitutoyo Digimatic Caliper tomando como muestra 20 granos hidratados por una hora (Ortega *et al.*, 2010).

Características culinarias: Estas consistieron en medir el tiempo de cocción de los granos de caraota en minutos, al ser sometidos por inmersión en agua a ebullición a presión atmosférica y a vacío hasta que estos alcanzaron el ablandamiento apto para el consumo directo; a este grano con tejido blando, se midió la textura, siguiendo el método antes descrito por Echeverría y Rangel (1992), con el uso del penetrómetro manual Chatillón usando un dial de 1,5 cm de diámetro para aplicar la compresión sobre el grano de forma unidireccional y expresando los resultados en kilogramos fuerza por milímetros de deformación (kgf/mm deformación) como una variable relacionada al tiempo de cocción.

Características sensoriales: se evaluó la aceptación del color, olor, textura y sabor del grano cocido apto para el consumo, aplicando una escala hedónica de cinco puntos desde no me gusta a me gusta muchísimo, siguiendo el método de Witting (1991). El ensayo se hizo con un panel no entrenado de 20 personas de ambos sexos, mayores de 18 años pertenecientes a la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela en Maracay, estado Aragua, a quienes se les entregó una muestra identificadas con códigos.

Los datos que se obtuvieron de la caracterización física y culinaria, fueron sometidos a las pruebas descriptivas, seguido del análisis de varianza y prueba de comparación de medias para establecer la existencia de diferencias estadísticamente significativas en un nivel de confianza del 95% (α : 0,05), siguiendo un modelo completamente aleatorizado. Mientras los datos de la prueba sensorial, se analizaron por la vía no paramétrica aplicando la prueba de Friedman para un nivel de confianza del 95%. Para ello se usó el

programa estadístico STATISTIX versión 9, con soporte de Windows 2007 (Montgomery, 2001).

- Determinar los cambios de la calidad postcosecha de los granos de caraota recién cosechados en dos condiciones de simulación de almacenamiento considerando los indicadores de calidad del punto anterior.

Para determinar los cambios de la calidad postcosecha de los granos de caraota recién cosechados en dos condiciones aceleradas de simulación de almacenamiento, se tomaron 8 muestras reducidas de 100 gramos cada una por cuadruplicado para los análisis de mermas de peso, por un periodo de dos meses y una muestra similar para los análisis físicos y culinarios, dando un total de 96 muestras (plan de muestreo global reducido -norma COVENIN N° 1769-81).

Las condiciones de almacenamiento de los granos de caraota recién cosechados, correspondieron primero a una temperatura de 18°C y humedad relativa de 65% y segundo a la temperatura de $35 \pm 1^\circ\text{C}$ y $45 \pm 2\%$ humedad relativa durante dos meses. En este tiempo se tomaron lecturas semanales para la determinación del porcentaje de la pérdida de peso total por el método indicado por Mejías (2012), el cual consiste en medir las diferencias de peso de la muestra al inicio y final de cada periodo de lectura, expresando los resultados en porcentaje de humedad, capacidad de absorción de agua, tiempo de cocción a presión atmosférica y a vacío, diámetro de granos, características sensoriales: color, olor, sabor, textura del grano, por los métodos antes descritos. Los resultados que se obtuvieron fueron contrastados con los indicadores de la calidad determinados en el punto anterior para analizar los cambios en el tiempo de almacenamiento.

Los datos que se obtuvieron de esta caracterización fueron analizados por la vía paramétrica aplicando las pruebas estadísticas descriptivas, análisis de varianza y prueba de comparación de media por el método de Tukey para un nivel de

confianza del 95% (α : 0,05), bajo un diseño factorial (2x1x2) de mediciones repetidas en el tiempo en dos (2) temperaturas de almacenamiento, una condición del grano (recién cosechado) y dos (2) repeticiones. Para este análisis se usó el programa estadístico STATISTIX versión 9, con soporte de Windows 2007 (Montgomery, 2001).

- Proponer una guía de prácticas adecuadas para mantener la calidad postcosecha de interés para el consumo directo de los granos de caraota negra.

Esta propuesta se planteó considerando los resultados de la caracterización preliminar y el comportamiento de las muestras sometidas a las dos condiciones de almacenamiento con la finalidad de establecer una lista de consideraciones que permitan reducir los cambios texturales del grano que alteran la conservación, su buena calidad culinaria y aceptación para el consumo directo.

Cuadros de Resumen

Cuadro 1. Evaluación de las características físicas.

Características físicas	Métodos	Resultados
Color	<p>Se realizó por el método subjetivo del color aplicando la técnica de visión computarizada (CVS) usando el software de foto imagen (CS2), donde las variables del método de Hunter Lab son transformadas a CIELAB expresando los resultados en Luminosidad (L*) Mendoza y Aguilera, 2005.</p>	<p>Con relación a las determinaciones de color, se encontró que las muestras recién cosechadas después de dos meses en ambiente normal similar a la condición de galpón, presentó pérdida significativa del grado de luminosidad (L**) de los granos, es decir tienden a perder el brillo característico de muestras recién cosechadas, por el contrario en una condición más fresca parecida a la establecida en los puntos de venta con aire acondicionado permanente, las muestras tienden a mantener el color inicial de cosecha.</p>
Humedad	<p>Se realizó mediante el calentamiento directo en estufa convencional de acuerdo a la metodología descrita por la AOAC (1990) nº 964.22 a partir de cuatro gramos de muestra a la temperatura de 130+1°C y los resultados se expresaran en porcentaje (%), a partir de las diferencias de peso inicial y final con respecto al peso de la muestra.</p>	<p>La humedad de las caraoatas recién cosechados de las dos variedades se encontraron en el intervalo sugerido como adecuado para el almacenamiento y comercialización en fresco para el consumo directo, de acuerdo a las especificaciones de Morros (2001); Aldana (2010); Casa (2013); (Hernández <i>et al.</i>, 2009), que indican promedios de 13,0 a 15,5%.</p>
Materia seca	<p>Se calculó como se indica en el método de la AOAC (1990) nº 964.22, es decir por diferencia del contenido de humedad, expresando los resultados en porcentaje (%).</p>	<p>Se determinó que no hubo variaciones significativas en el contenido de materia seca, ya que según algunos autores (Granito <i>et al.</i>, 2006; INTA, 2007; Granito <i>et al.</i>, 2009) por encima del 70% son un buen indicativo de la biodisponibilidad de nutrientes, particularmente del contenido de proteína, almidones disponibles, calcio, sodio, magnesio, potasio y zinc.</p>
Peso específico	<p>Se realizó con 500g de la muestra limpia, empleando la balanza de OHAUS,</p>	<p>La reducción del contenido de humedad, reflejo cambios significativos en el peso específico de estos granos de 4 y 6 meses de almacenamiento comercial, al compararlos con</p>

	expresando los resultados en kg/m^3 Echeverría y Rangel, 1992	los recién cosechados de las dos variedades en estudio. Según Granito <i>et al.</i> (2009), estas variaciones fuera de los intervalos de aceptación comercial de 80 a 89,5 kg/HL ($0,800-0,850 \text{ kg/m}^3$), tienden a ser importantes, ya que afecta no solo la calidad nutricional sino también culinaria, por originar cambios significativos en el endurecimiento del grano, haciéndolo no apto para su uso y consumo.
Capacidad de absorción de agua	Usando 100g secos intactos de caraota (PMS) que se pesó en una balanza electrónica marca Acculab LT -620 con precisión de 0,01 gr (PMH) y se sumergieron en agua potable a temperatura ambiente en una condición saturada con una solución de al 3% de bicarbonato de sodio. La capacidad de absorción de agua se calculó por el cociente entre el peso de los granos hidratados (PMH) con respecto al peso del grano seco (PMS) ($CAA = (PMH - PMS) / PMS$), expresando los resultados en gramos de agua absorbida /gramos de muestra seca Gutiérrez (2002) y Mejías (2012).	Se encontró que los granos que se hidrataron durante 12 y 48 horas a temperatura fresca ($18 \pm 1^\circ\text{C}$ y $65 \pm 1\% \text{HR}$) obtuvieron una mayor CAA con respecto a los granos hidratados a temperatura ambiente encontrándose valores estadísticamente significativos ($P < 0,05$).
Índice de rehidratación	$CR = \frac{\text{contenido de agua absorbida}}{\text{masa de la muestra deshidratada}}$ Marín <i>et al.</i> (2006)	Se encontró que los granos que obtuvieron un mayor diámetro fueron los granos recién cosechados los de mayor tamaño y volumen adquiridos por la CAA y por ende del IR como del DR, al compararlo con las muestras almacenadas a temperatura ambiente.
Diámetro del grano rehidratado	A los granos rehidratados se midió en la zona ecuatorial con un Vernier Digital modelo Mitutoyo Digimatic Caliper tomando como muestra 20 granos hidratados por una hora y expresando los resultados en milímetros (mm) Ortega <i>et al.</i> (2010).	Los granos con mayor volumen o diámetro fueron los granos de las variedades recién cosechadas a temperatura fresca, al contrario de los granos a temperatura ambiente ya que estos presentaron una disminución de su tamaño original.

Cuadro 2. Evaluación de las características culinarias y sensoriales.

Características culinarias y sensoriales	Método	Resultados
<p>Características Culinarias</p>	<p>Tiempo de cocción de los granos de caraota en minutos, al ser sometidos por inmersión en agua a ebullición a presión atmosférica y a vacío hasta que estos alcanzaron el ablandamiento apto para el consumo directo; a este grano con tejido blando, se midió la textura.</p> <p>Textura por el método antes descrito por Echeverría y Rangel (1992) con el uso del penetrómetro manual Chatillón usando un dial de 1,5 cm de diámetro para aplicar la compresión sobre el grano de forma unidireccional y expresando los resultados en kilogramos fuerza por milímetros de deformación (kgf/mm deformación) como una variable relacionada al tiempo de cocción.</p>	<p>En referencia al tiempo de cocción (minutos), se encontró que los granos almacenados a temperatura ambiente con respecto a los de medio frío, tienden a aumentar al transcurrir el tiempo de almacenamiento de manera proporcional a presión atmosférica. Por el contrario, con la cocción a presión de vacío sobre el tiempo de ablandamiento del grano disminuye, dado el efecto importante que ejerce esta condición sobre la ruptura de la integridad de los tejidos, para lograr los cambios texturales deseables. Esta observación se detectó para todos los tratamientos en estudio.</p>
<p>Características sensoriales</p>	<p>Con el panel no entrenado de 20 personas de ambos sexos se evaluó el color, olor, textura y sabor del grano cocido apto para el consumo aplicando una escala hedónica de cinco puntos desde no me gusta a me gusta muchísimo Witting (1991).</p>	<p>Al analizar los resultados de la evaluación sensorial después de dos meses de almacenamiento (ver Cuadro 7), se encontró que la mayor preferencia de los panelistas, fueron por los granos recién cosechadas (RCT y RCL13) mantenidos en el ambiente frío, el cual simula la condición de puntos de venta con aire frío, que en ambiente normal a temperatura ambiente ($P < 0,05$). Es importante señalar que, esta respuesta se repitió al evaluar la preparación de los granos a presión atmosférica y vacío, no encontrándose diferencias estadísticamente significativas por las formas de cocción o preparación ($P \geq 0,05$).</p>

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización de la calidad postcosecha como indicadores físicos, culinarios y sensoriales de los granos de caraotas negras recién cosechado y de las muestras comerciales de 4 a 6 meses y 4 años de almacenamiento.

A continuación se presentan los resultados que servirán de referencia como indicadores de la calidad inicial, para analizar el comportamiento de los granos de caraota, recién cosechados con los adquiridos a nivel de mercado, que han estado almacenados por un periodo de 4 y 6 meses, incluyendo la muestra de 4 años.

En este sentido, se observa en el Cuadro 3, las principales características físicas determinadas en los granos a temperatura ambiente ($35 \pm 1^\circ\text{C}$ y $45 \pm 2\%$ HR), donde la humedad de las caraotas recién cosechados de las dos variedades (Tacarigua y Línea 13) se encontraron en el intervalo sugerido como adecuado para el almacenamiento y comercialización en fresco para el consumo directo, de acuerdo a las especificaciones de Morros (2001); Aldana (2010); Casa (2013); (Hernández *et al.*, 2009), que indican promedios de 13,0 a 15,5%. Pero al comparar estos valores con los promedios encontrados en los granos de la misma variedad Tacarigua de 4 y 6 meses de almacenamiento en empaques comerciales a nivel de los puntos de venta, se encontró que los mismos tuvieron contenidos menores de humedad. Observándose que este mismo comportamiento se mantuvo en la muestra de referencia de 4 años.

Esta respuesta fue atribuida a un proceso normal de deshidratación como respuesta de estos tejidos vivos no sólo al comportamiento normal metabólico de respiración/transpiración, sino también a la inadecuada condición de almacenamiento que por efecto de la temperatura y humedad relativa del medio, conlleva a que la relación de esta tasa metabólica incremente y por ende ocurra pérdida del contenido de humedad

Cuadro 3. Características físicas de los granos de caraota recién cosechados y almacenados por 4 a 6 meses y 4 años a temperatura ambiente ($35 \pm 1^\circ\text{C}$ y $45 \pm 2\%$ HR) a nivel de mercado.

Variedad del grano/tiempo de almacenamiento	% Humedad	% Materia seca	Peso específico (kg/m^3)
RCT	$13,90 \pm 1,35^a$	$86,1 \pm 0,04^b$	$0,800 \pm 0,01^a$
RCL13	$14,55 \pm 2,42^a$	$85,45 \pm 0,03^b$	$0,811 \pm 0,07^a$
4MT	$12,27 \pm 0,56^b$	$87,73 \pm 0,04^b$	$0,730 \pm 0,04^b$
6MT	$11,36 \pm 0,165^c$	$88,64 \pm 0,03^b$	$0,677 \pm 0,06^c$
4AT	$11,02 \pm 0,23^c$	$88,98 \pm 0,04^a$	$0,630 \pm 0,07^c$

RC: Recién Cosechados; M: Meses, A: Años; T: Variedad Tacarigua; L13: Variedad Línea 13
 Letras iguales en una misma columna indica que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las muestras ($p \geq 0,05$).

relativa del medio acelera las mermas de peso por alteración de la tasa metabólica normal de estos granos, que deben conservarse en ambientes frescos, aireados y con una humedad relativa adecuada, que no origine un déficit de presión de vapor entre el producto. Es importante, señalar que a pesar de esta reducción del contenido de humedad en granos de 4 y 6 meses, se puede considerar favorable por evitar las posibilidades de daños por infestación de hongos en almacenamiento, dada la baja actividad de agua (a_w), que esta condición promueve.

Por otro lado, se determinó que no hubo variaciones significativas en el contenido de materia seca, ya que según algunos autores (Granito *et al.*, 2006; INTA, 2007; Granito *et al.*, 2009) por encima del 70% son un buen indicativo de la biodisponibilidad de nutrientes, particularmente del contenido de proteína, almidones disponibles, calcio, sodio, magnesio, potasio y zinc. Indicando además, que con ello no significa que la humedad fuera de los límites deseables, pueda afectar el uso de las caraotas y por ende su contribución en el aporte ideal de la calidad nutricional de la ingesta de la población.

Por otra parte, la reducción del contenido de humedad, reflejo cambios significativos en el peso específico de estos granos de 4 y 6 meses de almacenamiento comercial, al compararlos con los recién cosechados de las dos variedades en estudio. Según Granito *et al.* (2009), estas variaciones fuera de los intervalos de aceptación comercial de 80 a 89,5 kg/HL (0,800-0,850 kg/m³), tienden a ser importantes, ya que afecta no solo la calidad nutricional sino también culinaria, por originar cambios significativos en el endurecimiento del grano, haciéndolo no apto para su uso y consumo. A parte que en silos almacenamiento el grano con muy bajos pesos específicos o gravedad específica, tiende a un alto grado de fracturabilidad durante su manejo en los procesos de aireación y traspaso de un silo a otro por gravedad o caída libre, originando altas pérdidas postcosecha INTA, (2007).

Con relación al color de los granos (ver Cuadro 4), se encontró que los recién cosechados mostraron una mayor luminosidad e intensidad del color negro dado por los valores promedio de L*, los cuales mostraron una significativa disminución (P<0,05) en las muestras de tiempos de almacenamiento de 4 a 6 meses e incluso las de 4 años, dando lugar a la opacidad del color negro

Cuadro 4. Características del color de los granos de caraota recién cosechados y almacenados por 4 a 6 meses y 4 años a temperatura ambiente ($35 \pm 1^\circ\text{C}$ y $45 \pm 2\%$ HR) a nivel de mercado.

Variedad del grano/tiempo de almacenamiento	Color método de Hunter Lab a Cielab*	
	L*	Imagen
RCT	$32,00 \pm 0,04^b$	
RCL13	$36,52 \pm 1,03^a$	
4MT	$20,89 \pm 0,06^b$	
6MT	$19,87 \pm 1,03^c$	
4AT	$11,14 \pm 1,01^d$	

RC: Recién Cosechados; M: Meses, A: Años; T: Variedad Tacarigua; L13: Variedad Línea 13; L*: Luminosidad.

Letras iguales en una misma columna indica que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las muestras ($p \geq 0,05$).

característico, lo cual se atribuyó a la deshidratación del tejido por efecto de las condiciones de almacenamiento y empaque del producto comercial. Según Morros (2001), Jacinto *et al.* (2003) y Muñoz *et al.* (2010) el color de las caraotas aun cuando es una característica intrínseca de estos granos de leguminosas en periodo de almacenamiento prolongado, tienden a mostrar pérdida de su brillantez superficial, dándole un alto grado de opacidad a su color negro característico.

Con relación a otras características que dan respuesta al comportamiento de la calidad culinaria de los granos de caraota, se analizaron las variables de capacidad de absorción de agua (CAA), índice de rehidratación (IR) y diámetro del grano rehidratado (DR) de las caraotas de las muestras tomadas como referencia para este estudio (ver Cuadro 5). Al respecto, se encontró como era de esperarse que los granos recién cosechados presenten una mayor CAA y por ende tanto el IR como del DR, al compararlo con las muestras almacenadas, existiendo por ello diferencias estadísticamente significativas entre las muestras ($P < 0,05$).

Este comportamiento en principio se explica por los posibles cambios que pudieron ocurrir a causa de la deshidratación durante el periodo de almacenamiento, que conllevó a graduales variaciones de la estructura tisular del grano, que según Mederos (2006), Muñoz *et al.* (2010) y Paredes *et al.* (2012) esta modificación puede llegar a crear una barrera que da un alto grado de impermeabilidad a la testa, afectando la facilidad de imbibición y por tanto, se ve limitado el incremento del volumen del grano. Como referencia, estos autores reportan que un aumento del diámetro ecuatorial menor a dos o tres veces el inicial, es indicativo de alteración de la testa por deshidratación a causa de una conservación inadecuada y prolongada.

Cuadro 5. Características del índice de rehidratación, diámetro del grano rehidratado y no rehidratado, porcentaje del incremento del grano rehidratado de las carotas recién cosechados y almacenados por 4 a 6 meses y 4 años a temperatura ambiente ($35 \pm 1^{\circ}\text{C}$ y $45 \pm 2\% \text{HR}$) a nivel de mercado.

Tipo de grano	Valores	(ICR)	DNR (mm)	DR (mm)	% IDR
RCT	Media	$0,042 \pm 0,005^a$	$10,66 \pm 2,30^a$	$12,76 \pm 1,13^b$	$119,69 \pm 1,76$
	Min-Max	0,04-0,10	7,50-9,00	7,00-14,50	
RCL13	Media	$0,043 \pm 0,008^a$	$10,86 \pm 2,20^a$	$13,41 \pm 1,34^b$	$123,48 \pm 2,10$
	Min-Max	0,03-0,08	8,00-10,00	7,50-15,00	
4MT	Media	$0,040 \pm 0,006^b$	$9,65 \pm 2,13^b$	$11,16 \pm 1,22^b$	$115,64 \pm 1,43$
	Min-Max	0,04-0,08	6,50-9,00	8,00-11,30	
6MT	Media	$0,040 \pm 0,005^b$	$9,21 \pm 2,47^b$	$10,80 \pm 1,30^b$	$117,26 \pm 1,90$
	Min-Max	0,03-0,06	6,00-9,50	6,00-11,00	
4AT	Media	$0,038 \pm 0,006^c$	$6,10 \pm 2,00^c$	$8,41 \pm 1,60^c$	$137,86 \pm 1,15$
	Min-Max	0,03-0,07	4,50-7,00	3,00-8,50	

ICR: Índice de la capacidad de rehidratación; DNR: Diámetro del grano no rehidratado; DR: Diámetro del grano rehidratado; %IDR: porcentaje del incremento del grano rehidratado; RC: Recién Cosechados; M: Meses, A: Años, T: Variedad Tacarigua, L13: Variedad Línea 13. Letras iguales en una misma columna indica que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las muestras ($p \geq 0,05$).

De acuerdo a estos resultados, se justificó las diferencias estadísticamente significativas encontradas entre las muestras ($P < 0,05$), con relación al tiempo de cocción, en el análisis de la calidad culinaria ver (Figura 3). Los resultados obtenidos de las muestras recién cosechadas no coinciden con los promedios sugeridos por Casa (2013), de 60 minutos máximos y tampoco al compararlos con las muestras de 4 a 6 meses y 4 años de almacenamiento en ninguna de las condiciones estudiadas a presión atmosférica y a vacío (Sangroni *et al.*, 2002).

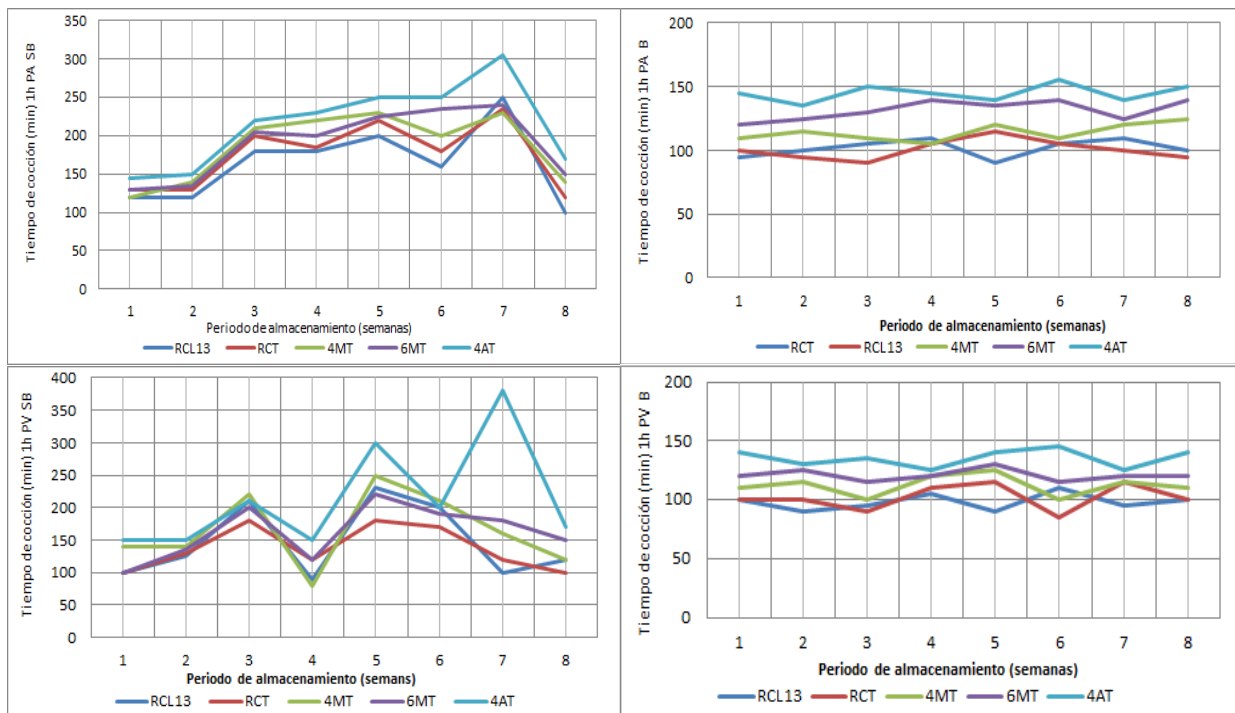


Figura 3. Tiempo de cocción de las carotas tratadas sin y con bicarbonato de sodio en saturación por 1 hora y cocción a presión atmosférica y vacío a temperatura ($35 \pm 1^\circ\text{C}$ y $45 \pm 2\% \text{HR}$).

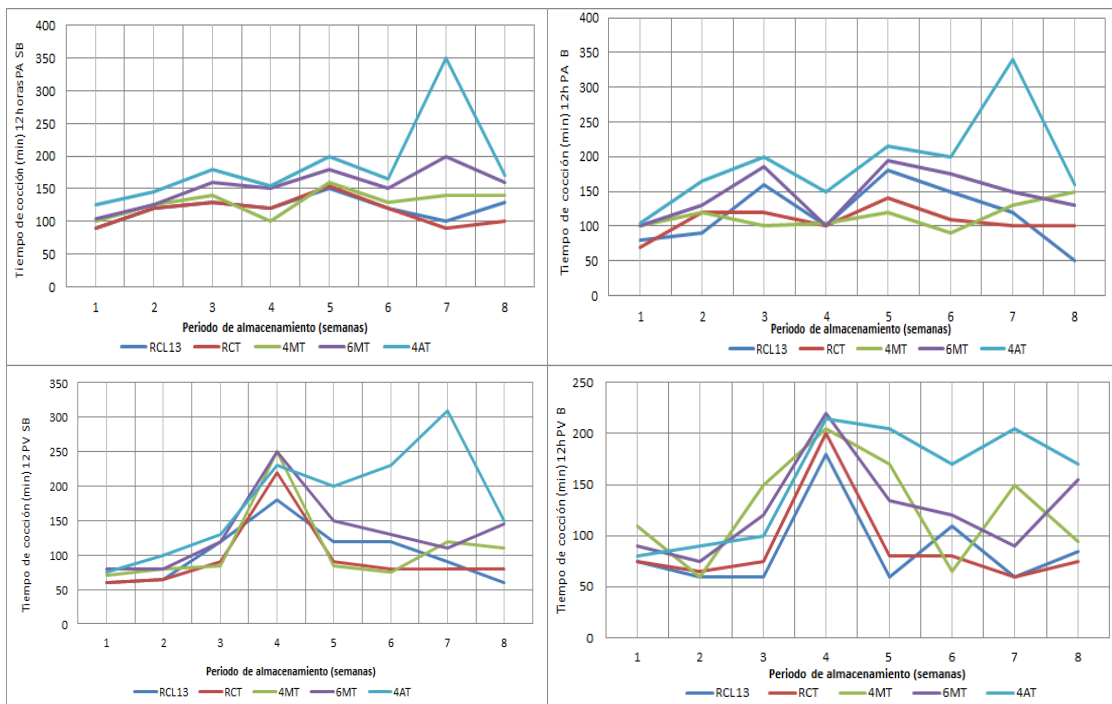


Figura 4. Tiempo de cocción de las carotas tratadas sin y con bicarbonato de sodio en saturación por **12 horas** y cocción a presión atmosférica y vacío a temperatura ($35 \pm 1^\circ\text{C}$ y $45 \pm 2\%$ HR).

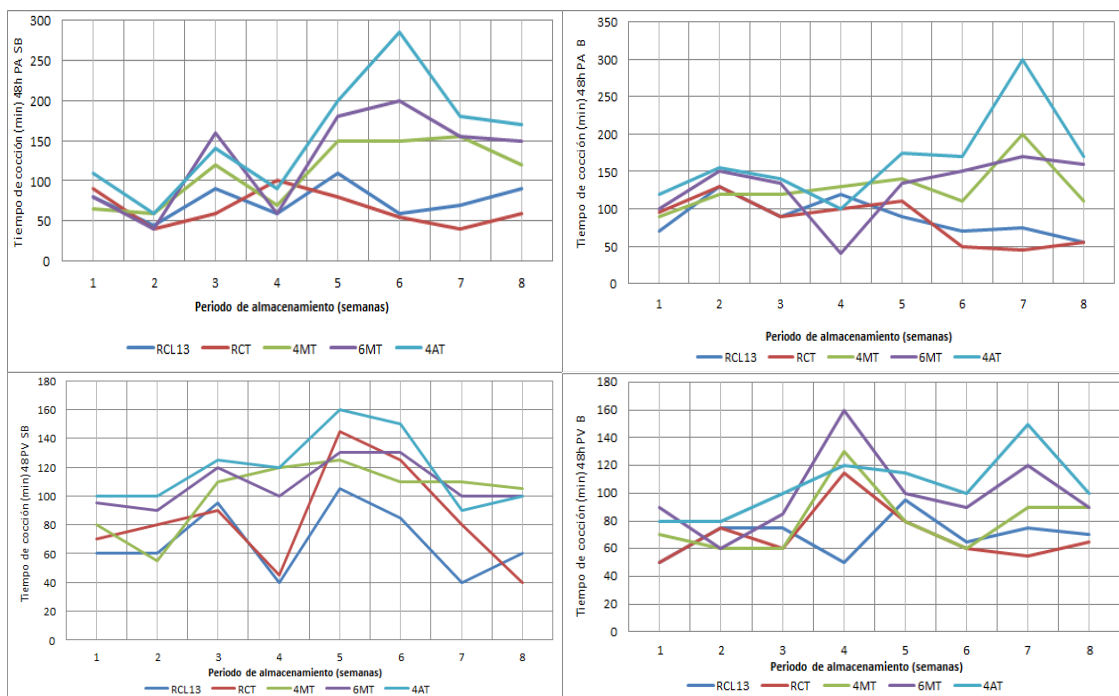


Figura 5. Tiempo de cocción de las carotas tratadas sin y con bicarbonato de sodio en saturación por **48 horas** y cocción a presión atmosférica y vacío a temperatura ($35 \pm 1^\circ\text{C}$ y $45 \pm 2\%$ HR).

Estas muestras fueron sometidas a una evaluación sensorial (ver Cuadro 6) y se encontró que los granos recién cosechados (RCT y RCL13) fueron los granos de mayor preferencia por el panel no entrenado, indicando que fueron los granos con mejor sabor, textura, olor y apariencia aceptable, esto puede estar dado a que los granos recién cosechados su olor y sabor del caldo es lo más cercano a las costumbre de los consumidores, a diferencia de los granos almacenados de 4 y 6 meses su sabor y textura no fueron de agrado para los consumidores, aplicando las mismas técnicas culinarias.

Cuadro 6. Evaluación sensorial de las caraotas recién cosechados y almacenados por 4 a 6 meses y 4años a temperatura ambiente ($35 \pm 1^\circ\text{C}$ y $44 \pm 1\% \text{HR}$) a nivel de mercado.

Evaluación sensorial				
	Sabor	Olor	Textura	Color
RCT	$7,80 \pm 1,78^{ab}$	$8,40 \pm 1,67^b$	$7,80 \pm 1,78^a$	$8,40 \pm 2,61^b$
RCL13	$8,80 \pm 1,78^{ab}$	$7,80 \pm 1,78^a$	$8,40 \pm 2,19^b$	$8,00 \pm 2,00^a$
4MT	$5,00 \pm 1,41^c$	$5,00 \pm 1,41^c$	$3,80 \pm 1,78^c$	$3,80 \pm 1,78^c$
6MT	$3,80 \pm 1,78^d$	$3,40 \pm 1,67^d$	$2,60 \pm 1,67^d$	$2,20 \pm 1,09^d$
4AT	$1,60 \pm 0,89^e$	$2,60 \pm 1,67^e$	$1,80 \pm 1,78^e$	$1,40 \pm 0,89^e$

RC: recién cosechados; M: Meses, A: Años, T: Variedad Tacarigua, L13: Variedad Línea 13
 Letras iguales en una misma columna indica que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las muestras ($p \geq 0,05$).

Determinación de los cambios de la calidad postcosecha de los granos de caraota recién cosechados en dos condiciones de simulación de almacenamiento considerando los indicadores de calidad del punto anterior.

Pérdida de peso

En la Figura 6. se presenta el comportamiento de la pérdida de peso de las muestras almacenadas a la temperatura que simula las condiciones del medio ambiente ($35 \pm 1^\circ\text{C}$ y $44 \pm 1\% \text{HR}$), donde se observa que las caraotas recién cosechadas (RCT y RCL13) tienden a una merma sostenida en el tiempo, que en términos de % de la pérdida de peso diaria resulta superior a las muestras que han tenido 4 y 6 meses de almacenamiento en las mismas condiciones.

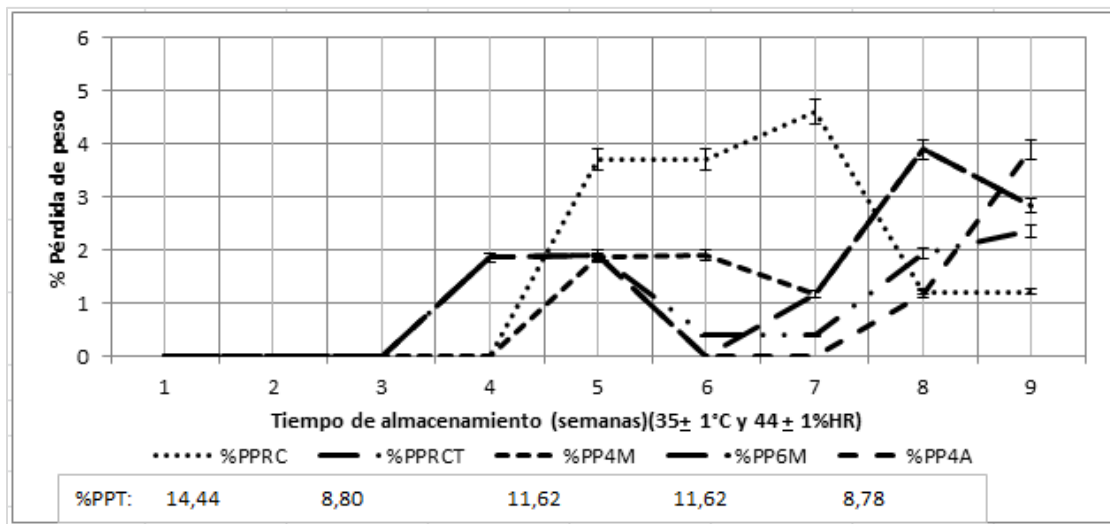


Figura 6. Porcentaje de pérdidas de peso de las muestras de caraota almacenadas en condiciones de ambiente normal de temperatura ambiente simuladas de galpón ($35 \pm 1^\circ\text{C}$ y $44 \pm 1\% \text{HR}$).

Por otro lado, también se detectó en el caso de las caraotas RCT (8,80%), que la merma total fue menor que en la RCL13 (14,44%), existiendo por ello diferencias estadísticamente significativas entre estas muestras ($P < 0,05$). Según Sangroni et

al. (2002) y Mujica *et al.* (2011), este comportamiento se atribuyó a la posible diferencia del material genético a nivel de sus características tisulares.

Por otro lado, es interesante resaltar que las muestras de 4 y 6 meses bajo las condiciones mencionadas no presentaron diferencias estadísticamente significativas en las mermas de peso total (11,62%), determinadas en el lapso de ocho semanas de observación ($P \geq 0,05$). Esta respuesta puede estar relacionada a la humedad de equilibrio del material vegetal en las condiciones de $35 \pm 1^\circ\text{C}$ y $44 \pm 1\% \text{HR}$, lo cual induce a que el producto no ceda ni absorba humedad.

De acuerdo a Rivas (2008), los granos son tejidos vivos que en almacenamiento continúan con un proceso metabólico normal donde la velocidad de respiración y transpiración son dependientes de la temperatura y humedad relativa del medio, lo cual conlleva que el mismo ante un déficit de presión de vapor pierda humedad, hasta alcanzar el equilibrio con el medio ambiente. Es por ello que en silos de almacenamiento, estas variables además de ser constantemente monitoreadas son controladas, para evitar tales mermas Instituto Nacional de tecnología Agrícola (2007).

Al comparar estos resultados con las muestras almacenadas por un tiempo de cuatro años (4AT), se determinó que la pérdida de peso diaria promedio es baja y desuniforme, indicando diferencias estadísticamente significativas entre las semanas de almacenamiento ($P < 0,05$) lo cual refleja que dentro de la masa del material existen granos que presentan difusión diferencial del vapor de agua, ante el déficit de presión de vapor que crea la condición ambiental de almacenamiento, que muestra granos que ya no ceden humedad al medio alcanzando más rápido su humedad de equilibrio y por tanto, se justifica que las mermas totales al final del tiempo de almacenamiento sea menor a las muestras antes mencionadas (8,78%).

Este resultado permite inferir que las caraotas por largos periodos de almacenamiento, pierden lentamente su contenido de humedad, de manera muy

dependiente de la humedad relativa del medio. En este sentido, la humedad de 44%, la cual se considera baja a la temperatura del aire seco de 35°C, de acuerdo a la curva psicrometría genera en la masa de granos una merma promedio de 15%, lo cual afecta al grano conllevándolo a una deshidratación y hasta arrugamiento de la cobertura superficial que en este caso es más drástica que en las muestras 4MT y 6MT (ver Figura 6).

Adicionalmente, esta condición también puede llegar a promover lo que Lizarraga (2004); Aguirre y Gómez (2010), señalan como “testa dura”, que se refiere a que el mismo ocasiona que los granos a pesar de que absorban suficiente agua durante el remojo, no se ablandan durante un período de tiempo determinado de cocción, y que a la vez tiende a influir en sus características culinarias (Lizarraga, 2004; Rivas, 2008; Aguirre y Gómez, 2010).

Al analizar el comportamiento de las muestras en condiciones simuladas de anaquel de supermercados ($18\pm 1^{\circ}\text{C}$ y $65\pm 1\%\text{HR}$) (ver Figura 7), se detectó que la humedad ejerció un efecto importante en la merma de peso, ya que la alta humedad contribuyó a un aumento en el contenido de humedad del grano, pero en los lapsos donde el punto de venta suspende la condición de ambiente fresco, el grano entra a un proceso de déficit depresión de vapor, que conlleva a que el mismo presente pérdidas de peso diaria variables en función a la absorción de agua.

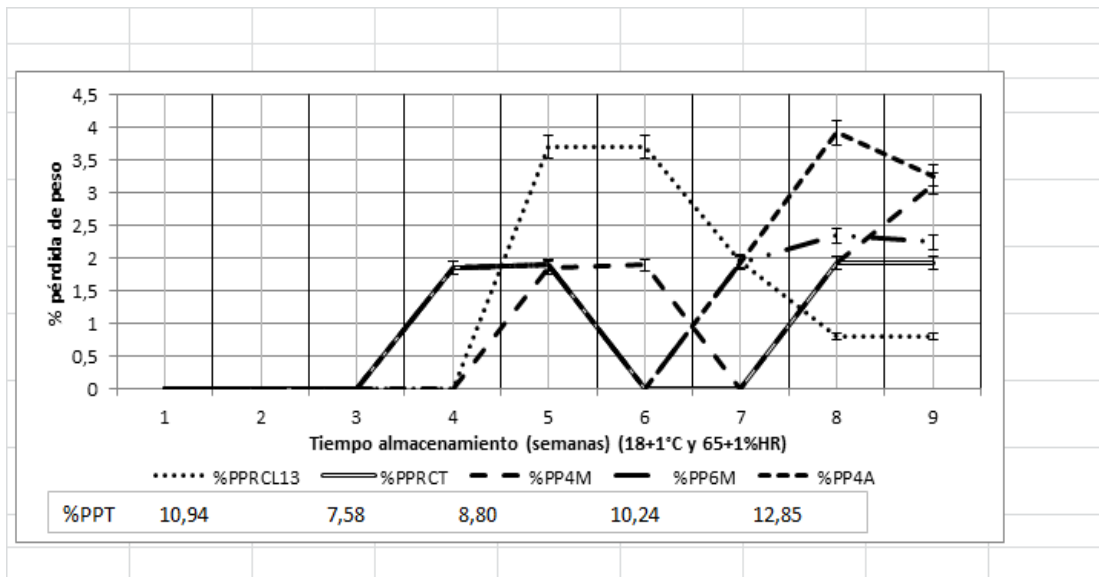


Figura 7. Porcentaje de pérdidas de peso de las muestras de caraota almacenadas por ocho semanas en condiciones simuladas de temperatura de puntos de ventas con ambiente frío (supermercados) (18±1°C y 65±1%HR).

En este sentido, las muestras recién cosechadas (RCT y RCL13), presentaron una menor pérdida de peso al compararla con las muestras en la condición de medio ambiente normal ($P < 0,05$), siendo este comportamiento similar en las muestras de 4 y 6 meses de almacenamiento ($P < 0,05$). Pero al comparar estas últimas entre ellas a la misma condición de ambiente fresco, se observó que la merma es mayor para las muestras 6MT (10,34%), esto atribuido a que estas caraotas se encuentran con una modificación física de las capas tisulares por el efecto del tiempo de almacenamiento a temperatura ambiente, que las hace un material con alta tendencia higroscópica. Esto implica que tiende a absorber más rápido humedad del medio.

Capacidad de absorción de agua (CAA)

Con relación a la capacidad de absorción de agua (CAA) en los granos de caraota almacenados a temperatura ambiente $35 \pm 1^\circ\text{C}$ y $44 \pm 1\% \text{HR}$ (ver Figura 8), se encontró que las muestras recién cosechadas (RCL13 y RCT) en saturación por una hora sin y con el uso del bicarbonato de sodio (producto comúnmente usado

por el ama de casa), presentaron un menor porcentaje de absorción de agua al compararlo con las muestras 4MT y 6MT. A pesar de haberse determinado incrementos significativos en el diámetro de ambos granos hidratados con respecto a los almacenados de 4 MT y 6 MT (ver figura 8).

Este último comportamiento era de esperarse, dado el alto grado higroscópico de los granos, que al encontrarse en saturación de agua tiende a aumentar su CAA, lo cual se visualiza por el aumento del diámetro de los mismos (ver Figura 8). Esta condición higroscópica se debe a las pérdidas de peso durante el tiempo de almacenamiento, existiendo diferencias estadísticamente significativas en las 6MT con respecto 4MT ($P < 0,05$), por mostrar un mayor % CAA.

Al analizar el comportamiento de los granos de caraota expuestos a saturación con agua por 12 y 48 horas sin y con bicarbonato de sodio (ver Figura 8), se detectó desuniformidad en la forma de captación de agua por los granos, principalmente en los almacenadas por 4MT y 6MT, lo cual se obtuvo valores promedios negativos y positivos en el intervalo de -23,08 a + 21,05%. Esta amplia variación que se denota a lo largo del tiempo de almacenamiento, fue atribuido a las diferencias que existen de contenidos de humedad de los granos dentro de la masa de grano, como

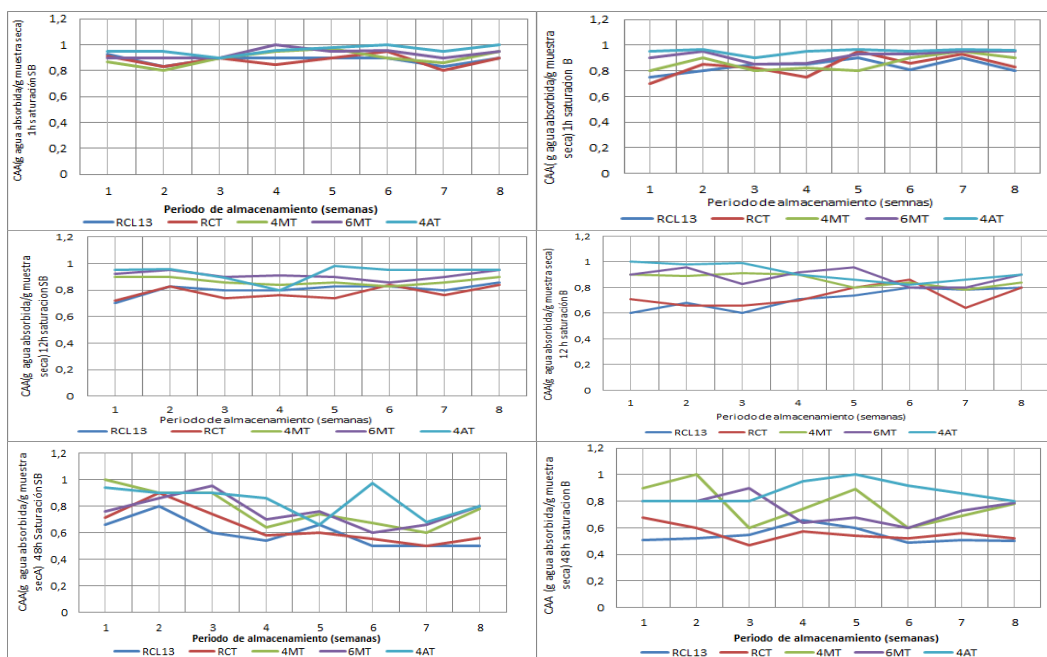


Figura 8. Capacidad de absorción de agua de los granos de caraota expuestos en distintos tiempos de saturación sin **(SB)** y con bicarbonato de sodio al 3% **(B)** a temperatura **(35± 1°C y 44 ± 1%HR)**.

consecuencia del efecto de la temperatura y la humedad relativa sobre las modificaciones físicas en las capas tisulares de los granos.

No obstante en las muestras saturadas con bicarbonato de sodio los %CAA tienden a ser mayor que en las muestras saturadas sólo con agua en los granos de 4MT y 6MT. Esto posiblemente, debido a que al parecer en la medida que tiende a aumentar la CAA disminuye la resistencia textural (RT), lo cual era de esperarse por aumentar la turgencia del tejido, como consecuencia del efecto del tratamiento térmico sobre la ruptura de los tejidos a nivel de la testa y del grano (Aguirre y Gómez, 2010; Mejías, 2012).

Este ensayo en los granos de caraota almacenados a 18+1°C y 65+1%HR y sometidos a saturación con agua por una hora sin bicarbonato de sodio (ver Figura 9), se obtuvo aumento en el volumen del grano, en los granos recién cosechados (RCT Y RCL13), al igual que los granos de 4MT Y 6MT comparando con los valores a temperatura ambiente (35± 1°C y 44 ± 1%HR) que estos a su vez pueden dar lugar a que ocurra el fenómeno de la testa dura que promueve a la menor CAA (Sangroni *et al.*, 2002; Lizarraga, 2004; Abreu *et al.*, 2005).

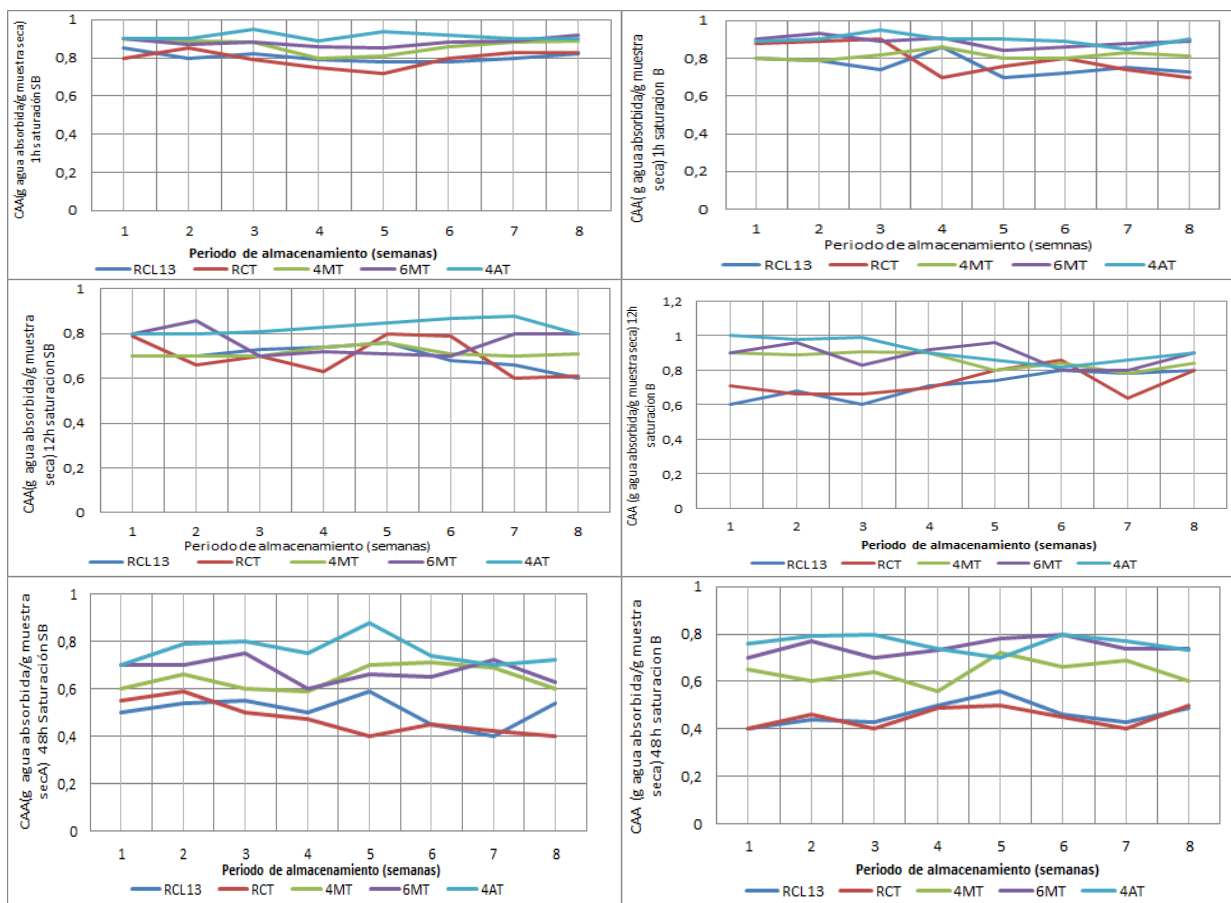


Figura 9. Capacidad de absorción de agua de los granos de caraota expuestos en distintos tiempos de saturación sin (SB) y con bicarbonato de sodio al 3% (B) a temperatura (18+1°C y 65+1%HR).

En cuanto a las características texturales (ver Cuadro 7) los granos en condición ambiente ($35 \pm 1^\circ\text{C}$ y $44 \pm 1\% \text{HR}$) obtuvieron un ablandamiento apto para consumo de 0,35 a 45 gf/mm y las muestras almacenadas en temperatura fresca ($18 \pm 1^\circ\text{C}$ y $65 \pm 1\% \text{HR}$) obtuvieron un ablandamiento apto para consumo de 0,35 a 0,39 kgf/mm (ver Cuadro 5), según Sangroni *et al.* (2002); Aguirre y Gómez (2010); Mujica *et al.* (2015), estas características texturales están dentro de la condición apta para su consumo.

Cuadro 7. Características texturales de los granos de caraota recién cosechados y almacenados por 4 a 6 meses y 4 años.

Tipo de grano	Textura del grano apto para el consumo directo (kgf/mm deformación) a temperatura ($35 \pm 1^\circ\text{C}$ y $44 \pm 1\% \text{HR}$).		Textura del grano apto para el consumo directo (kgf/mm deformación) a temperatura ($18 \pm 1^\circ\text{C}$ y $65 \pm 1\% \text{HR}$).	
	Presión atmosférica (PA)	Presión atmosférica (PV)	Presión atmosférica (PA)	Presión de vacío (PV)
RCT	$0,39 \pm 0,11^b$	$0,37 \pm 0,10^a$	$0,35 \pm 0,20^a$	$0,32 \pm 0,65^a$
RCL13	$0,38 \pm 0,12^b$	$0,37 \pm 0,11^a$	$0,35 \pm 0,30^a$	$0,33 \pm 0,72^a$
4MT	$0,40 \pm 0,12^c$	$0,39 \pm 0,10^b$	$0,37 \pm 1,00^b$	$0,35 \pm 1,21^a$
6MT	$0,42 \pm 0,12^c$	$0,40 \pm 0,11^c$	$0,39 \pm 0,90^b$	$0,37 \pm 1,02^a$
4AT	$0,45 \pm 0,11^d$	$0,41 \pm 0,10^c$	$0,39 \pm 0,12^b$	$0,38 \pm 0,13^b$

RC: Recién Cosechados; M: Meses, A: Años; T: Variedad Tacarigua; L13: Variedad Línea 13
 Letras iguales en una misma columna indica que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las muestras ($p \geq 0,05$).

Tiempo de cocción

En referencia al tiempo de cocción (minutos), se encontró que los granos almacenados a temperatura ambiente con respecto a los de medio frío, tienden a aumentar al transcurrir el tiempo de almacenamiento de manera proporcional a presión atmosférica. Por el contrario, con la cocción a presión de vacío sobre el tiempo de ablandamiento del grano disminuye, dado el efecto importante que ejerce esta condición sobre la ruptura de la integridad de los tejidos, para lograr los

cambios texturales deseables. Esta observación se detectó para todos los tratamientos en estudio.

Al analizar el comportamiento de los granos saturados con agua sin bicarbonato de sodio y con bicarbonato de sodio al 3% por espacio de una hora, se encontró que el tiempo de cocción fue menor a presión de vacío. Sin embargo, se observó que la muestra con el tratamiento de bicarbonato de sodio a presión atmosférica, tuvo un comportamiento similar a la muestra sin el uso de este compuesto, empleado para el ablandamiento del tejido, a fin de reducir el tiempo de cocción. Esta respuesta también se vio influenciada por la condición de almacenamiento del grano, ya que al parecer el almacenamiento fresco ($18\pm 1^\circ\text{C}$ y $65\pm 1\%\text{HR}$), contribuyó a mantener el grado de humedad del grano y su turgencia, con un efecto positivo en acortar el tiempo de cocción con respecto al determinado a temperatura ambiente (ver Figura 10).

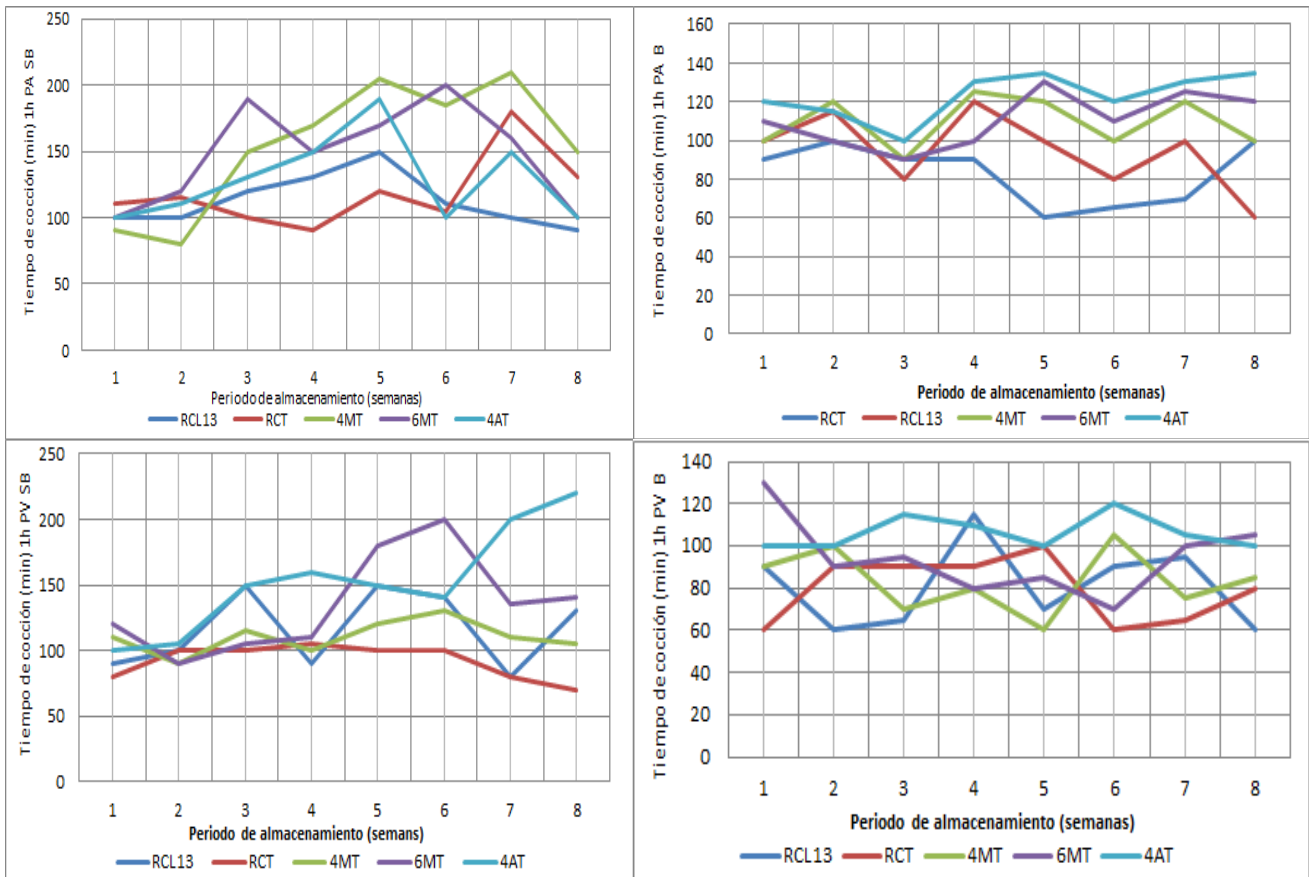


Figura 10. Tiempo de cocción de las caraoatas tratadas sin y con bicarbonato de sodio en saturación por **1 hora** y cocción a presión atmosférica y vacío a temperatura (**18±1°C y 65±1%HR**).

También es de señalar que las muestras de 4MT, 6MT y 4AT, son las que presentaron el mayor tiempo de cocción con respecto a las recién cosechadas, encontrándose en estas diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$). Aunque se reflejó que los granos de 4MT, tienden a un ligero menor tiempo de cocción con respecto a las 6MT y 4AT, dadas diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$). Este comportamiento era de esperarse por las condiciones no adecuadas de almacenamiento, que esto a su vez afecta los tejidos del grano y conlleva a un tiempo de cocción mayor al esperado Sangroni *et al.* (2002); Abreu *et al.* (2005) y Mejías (2012).

Es de resaltar que en las muestras 4MT, 6MT y 4AT, un alto %CAA y aumento del diámetro del grano por su exposición a 12 y 48 horas en saturación con agua, sin y con bicarbonato de sodio, el alto nivel de hidratación deseable para favorecer el ablandamiento durante la cocción, no influyó en la disminución del tiempo de cocción a presión atmosférica y a vacío (ver Figura 11), como se esperaba teóricamente. Es importante resaltar, que estos tiempos de cocción fueron establecidos en función a los valores promedio de textura para el ablandamiento de aceptación para el consumo, tomado como referencia del objetivo anterior para cada tipo de muestra (ver Figura 11).

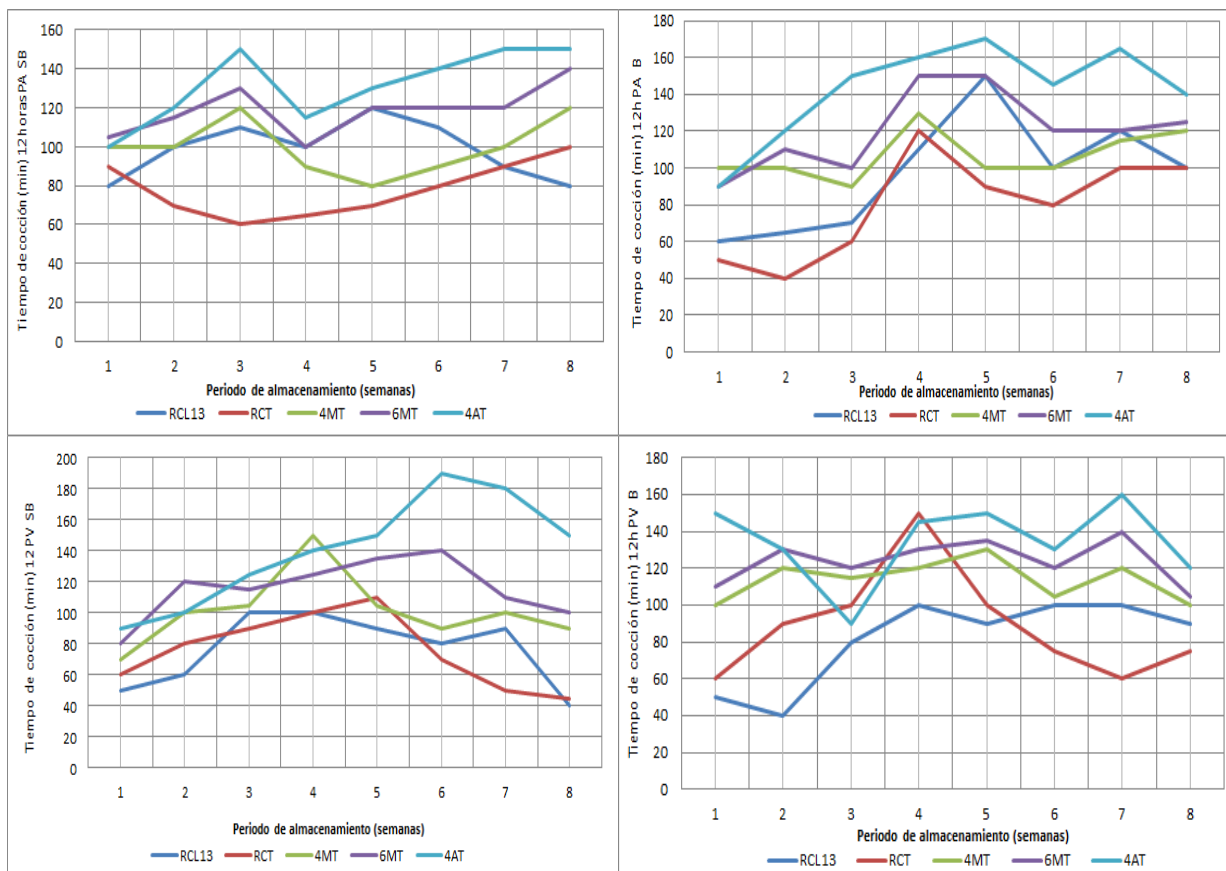


Figura 11. Tiempo de cocción de las carotas tratadas sin y con bicarbonato de sodio en saturación por **12 horas** y cocción a presión atmosférica y vacío a temperatura (**$18\pm 1^\circ\text{C}$** y **$65\pm 1\%HR$**).

Con base a estos resultados se determinó que el tiempo de cocción a presión atmosférica sin uso de bicarbonato de sodio incrementa de 20 a 30 minutos en las muestras 4 MT, 6MT y 4AT, con respecto a las recién cosechadas para lograr hacerlas aptas para el consumo y de hasta que tiempo son cocidas a presión de vacío, ya que con el uso de bicarbonato estos tiempos son menores en todos los casos.

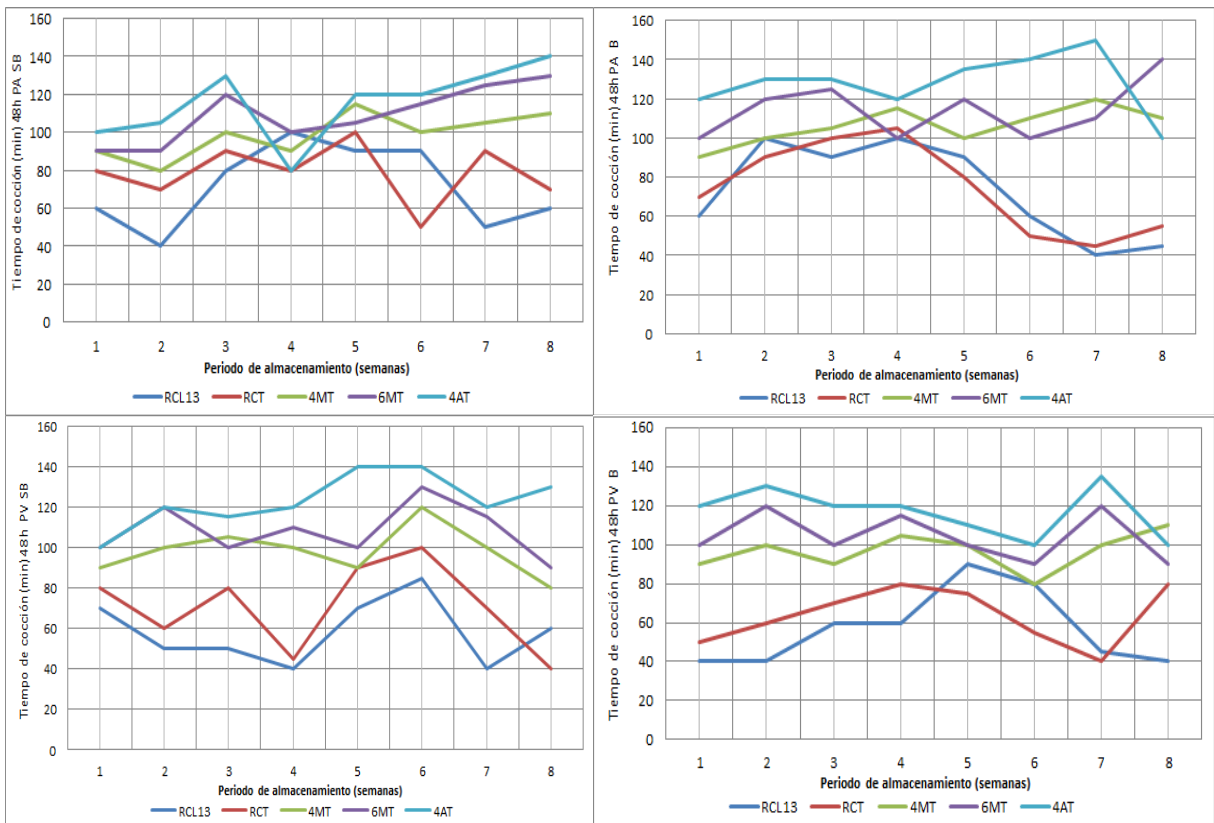


Figura 12. Tiempo de cocción de las caraotas tratadas sin y con bicarbonato de sodio en saturación por **48 horas** y cocción a presión atmosférica y vacío a temperatura ($18\pm 1^\circ\text{C}$ y $65\pm 1\%\text{HR}$).

Color

Con relación a las determinaciones de color (ver Cuadro 8), se encontró que las muestras recién cosechadas (RCT y RCL13) después de dos meses en ambiente normal o temperatura ambiente ($35\pm 1^\circ\text{C}$ y $44 \pm 1\%\text{HR}$) similar a la condición de galpón, presentó pérdida significativa del grado de luminosidad (L^*) de los granos, es decir tienden a perder el brillo característico de muestras recién cosechadas, por el contrario en una condición más fresca ($18\pm 1^\circ\text{C}$ y $65\pm 1\%\text{HR}$) parecida a la establecida en los puntos de venta con aire acondicionado permanente, las muestras tienden a mantener el color inicial de cosecha, muy parecido al típico. Esto permite suponer que un medio fresco a frío, con la humedad relativa probada en este ensayo, es conveniente para mantener esta cualidad indicativa para el consumidor de un grano de caraota fresco.

Cuadro 8. Características del color de los granos de caraotas almacenados en dos condiciones de ambiente comercial.

Variedad de caraota / condición almacenamiento	Muestras de granos de caraotas/ Color método CIELab: Luminosidad (L*)				
	RCT	RCL13	4MT	6MT	4AT
Inicial (To)	32,00± 0,04 ^a	36,52 ± 1,03 ^a	20,89 ± 0,06 ^a	19,87 ± 1,03 ^b	11,14 ± 1,01 ^b
Imagen					
Final (2 meses)					
Ambiente normal 35± 1°C y 44 ± 1%HR	25,45±0,10 ^b	30,00 ± 1,33 ^b	15,60±0,05 ^b	15,00±1,60 ^b	10,43±1,10 ^b
Imagen					
Ambiente frío 18+1°C y 65+1%HR	33,60±1,11 ^a	37,02±1,60 ^a	20,00±0,01 ^a	20,33±0,80 ^a	12,81±1,44 ^a
Imagen					

RC: Recién Cosechados; M: Meses, A: Años; T: Variedad Tacarigua; L13: Variedad Línea 13
 Letras iguales en una misma columna indica que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las muestras ($p \geq 0,05$).

Evaluación sensorial

Al analizar los resultados de la evaluación sensorial después de dos meses de almacenamiento (ver Cuadro 9), se encontró que la mayor preferencia de los panelistas, fueron por los granos recién cosechados (RCT y RCL13) mantenidos en el ambiente frío, el cual simula la condición de puntos de venta con aire frío, que en ambiente normal a temperatura ambiente ($P < 0,05$). Es importante señalar que, esta respuesta se repitió al evaluar la preparación de los granos a presión atmosférica y vacío, no encontrándose diferencias estadísticamente significativas por las formas de cocción o preparación ($P \geq 0,05$).

Mientras, el análisis de las muestras de los granos de caraotas de 4MT y 6MT, indicaron menor preferencia por los panelistas, esto último debido al color negro claro y opaco de las caraotas cocidas, textura arenosa y fibrosa, pérdida del sabor (sabor neutro) y olor característico, lo cual se corroboró con el análisis de color por el método de CIELab (ver Cuadro 9).

Cuadro 9. Evaluación sensorial de las caraotas almacenadas en dos condiciones de ambiente comercial.

Condición de almacenamiento	Atributos sensoriales	Evaluación sensorial: Prueba de Friedman				
		RCT	RCL13	4MT	6MT	4AT
Inicial	Sabor	7,80±1,78 ^a	8,80±1,78 ^a	5,00±1,41 ^a	3,80±1,78 ^b	1,60±0,89 ^b
	Olor	8,40±1,67 ^a	7,80±1,78 ^a	5,00±1,41 ^a	3,40±1,67 ^b	2,60±1,67 ^b
	Textura	7,80±1,78 ^a	8,40±2,19 ^a	3,80±1,78 ^a	2,60±1,67 ^b	1,80±1,78 ^b
	color	8,40±2,61 ^a	8,00±2,00 ^a	3,80±1,78 ^a	2,20±1,09 ^b	1,40±0,89 ^b
Ambiente normal 35±1°C y 44±1%HR	Sabor	7,20±2,28 ^b	7,80±1,78 ^b	4,40±2,20 ^b	2,15± 1,10 ^b	1,00± 1,11 ^b
	Olor	7,40±2,19 ^b	6,40±1,67 ^b	4,90± 1,19 ^b	2,50± 1,53 ^b	1,65± 0,80 ^b
	Textura	6,60±0,89 ^b	6,20±1,78 ^b	3,30± 1,00 ^b	2,62± 1,89 ^b	1,00± 0,45 ^b
	color	6,00±1,14 ^b	6,20±1,78 ^b	3,00± 1,00 ^b	2,00± 1,23 ^b	1,10± 1,40 ^b
Ambiente frío 18±1°C y 65±1%HR	Sabor	8,60±1,67 ^a	7,00±2,44 ^b	5,50± 2,10 ^a	4,56± 1,20 ^a	2,20±1,19 ^a
	Olor	8,80±1,00 ^a	6,60±2,19 ^b	4,80± 2,44 ^a	4,68± 1,45 ^a	2,30±1,00 ^a
	Textura	7,60±2,44 ^a	7,40±1,67 ^b	3,01± 1,90 ^a	2,00± 1,10 ^a	2,00±0,89 ^a
	color	7,40±2,44 ^a	7,00±2,00 ^b	2,20± 2,50 ^a	2,05± 0,94 ^a	1,13±1,55 ^a

RC: Recién Cosechados; M: Meses, A: Años; T: Variedad Tacarigua; L13: Variedad Línea 13
 Letras iguales en una misma columna indica que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las muestras ($p \geq 0,05$).

Con relación a las variables de índice de rehidratación (IR) y diámetro del grano rehidratado (DR) de las caraotas de las muestras tomadas como referencia para este estudio (ver Cuadro 10). Al respecto, se encontró que los granos obtuvieron un mayor diámetro siendo los granos recién cosechados los de mayor tamaño y volumen adquiridos por la CAA y por ende del IR como del DR, al compararlo con las muestras almacenadas a temperatura ambiente.

Este comportamiento en principio se explica por los posibles cambios que pudieron ocurrir a causa del almacenamiento a temperatura frescas (18+1°C y 65+1%HR) dando esta condición, una mayor facilidad de imbibición que ayuda a un mayor incremento del tamaño del grano.

Cuadro 10. Características del índice de rehidratación, diámetro del grano rehidratado y no rehidratado, porcentaje del incremento del grano rehidratado de las caraoatas recién cosechados y almacenados por 4 a 6 meses y 4 años a temperatura (18+1°C y 65+1%HR) ambiente a nivel de mercado.

Tipo de grano	Valores	(ICR)	DNR (mm)	DR (mm)	% IDR
RCT	Media	0,050±0,003 ^a	12,22±2,00 ^a	14,50±2,00 ^a	118,65±2,00
	Min-Max	0,04-0,12	9,00-13,00	12,00-15,50	
RCL13	Media	0,049±0,009 ^a	12,50±2,90 ^a	15,66±2,13 ^a	125,28±1,50
	Min-Max	0,04-0,010	10,00-13,00	14,50-16,00	
4MT	Media	0,046±0,009 ^b	10,87±1,40 ^b	13,00±1,45 ^b	119,59±1,90
	Min-Max	0,04-0,010	8,50-11,50	11,00-14,00	
6MT	Media	0,045±0,002 ^b	10,51±1,43 ^b	12,66±1,99 ^b	120,45±2,30
	Min-Max	0,04-0,08	8,50-11,50	11,00-13,50	
4AT	Media	0,042±0,009 ^c	9,87±1,60 ^c	11,00±1,10 ^c	111,44±1,55
	Min-Max	0,04-0,09	9,50-11,00	9,00-11,50	

ICR: Índice de la capacidad de rehidratación; DNR: Diámetro del grano no rehidratado; DR: Diámetro del grano rehidratado; %IDR: porcentaje del incremento del grano rehidratado; RC: Recién Cosechados; M: Meses, A: Años, T: Variedad Tacarigua, L13: Variedad Línea 13. Letras iguales en una misma columna indica que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las muestras ($p \geq 0,05$).

Propuesta de una guía de buenas prácticas para mantener la calidad postcosecha de interés para el consumo directo de los granos de caraota negra.

La propuesta de una guía de buenas prácticas para mantener la calidad postcosecha de interés para el consumo directo de los granos de caraota negra, se inicia con la cosecha en el momento oportuno de acuerdo al ciclo del cultivo de cada variedad (90 a 120 días), con la finalidad de evitar granos en diferentes estados de maduración, ya que estas diferencias alteran no solo las propiedades físicas (humedad, peso, peso específico) y funcionales (CAA, IH, tiempo de cocción), sino también las sensoriales, por generar un grano sin sabor, un caldo blancuzco y color del grano incipiente al color característico.

Por otra parte en el almacenamiento, la propuesta va dirigida a mantener los granos en condiciones frescas como la establecida en este estudio, con la finalidad de evitar la pérdida de peso y por ende la deshidratación que influyen en el tiempo de cocción, ya que en la medida que esta variable aumenta se produce un daño interno de endurecimiento de las capas tisulares, dando por nombre a este defecto como "hard to cook", ya que el mismo ocasiona que los granos a pesar de que absorban suficiente agua durante el remojo, no se ablandan durante un período de tiempo determinado de cocción. Además de alterar la aceptación sensorial del producto cocido apto para el consumo, debido a que pierde las cualidades típicas del grano recién cosechado (Aguirre y Gómez (2010), Velasco *et al.* (2013) y Mujica *et al.* (2015).

En consideración de que el endurecimiento de los granos evaluados en función de las variables de CAA e índice de rehidratación, fueron indicativos de una baja relación a los valores texturales, asociados al ablandamiento del tejido a presión atmosférica y a vacío, pareciera que este problema se debe más a la variación de las temperaturas y humedades relativas del medio. Se sugiere como práctica de almacenamiento usar temperatura ambiente, controlar esta variación mediante la

aireación del grano y su rápida salida para el consumo, esto con la finalidad de aprovechar los valores nutricionales de esta leguminosa.

Al respecto Morros (2001); INTA, 2007; Aldana (2010); Casa (2013), señalan que para almacenar un buen grano la humedad debe ser homogénea en el lote en promedio de 13 a 15 %, pero en temperatura ambiente de 28°C con alta ventilación y poca radiación solar y una humedad relativa que no promueva déficit de presión de vapor dentro del grano y lo obligue a perder humedad, dado que este promueve no solo la deshidratación, sino que conlleva al endurecimiento del tejido.

Por otro lado, se propone considerando los resultados ensayados con el tratamiento de bicarbonato de sodio al 3% en saturación por 12 y 48 horas en granos, su uso en los granos almacenados por 4 a 6 meses, para lograr una cocción a presión atmosférica como a vacío en un menor tiempo, con respecto al grano que no sea tratado.

Conclusiones

La calidad postcosecha de las caraotas negras, fue caracterizada en función a los granos recién cosechados y almacenados por 4 a 6 meses, principalmente por el contenido de humedad entre 13 a 15%, cuyos valores tienden a ser ideales en los materiales almacenados en temperatura fresca ($18\pm 1^{\circ}\text{C}$ y $65\pm 1\%\text{HR}$). Estas variables estudiadas fueron seleccionadas como indicadores de la buena calidad comercial.

Los cambios de la calidad postcosecha de los granos de caraota con respecto a los indicadores de calidad comercial, se debieron al tiempo de almacenamiento versus la relación temperatura-humedad relativa y su efecto significativo sobre las características físicas de contenido de humedad, peso específico y capacidad de absorción de agua como propiedades funcionales, para lograr el ablandamiento deseado del tejido en corto tiempo, manteniendo las cualidades sensoriales de aceptación para el consumo.

Se propuso entre las prácticas adecuadas para mantener la calidad postcosecha de los granos de caraota negra, conservarlos en condiciones ambientales frescas alrededor de 18°C ; así como también el uso de bicarbonato en saturación por 12 y 48 horas en granos que se hayan almacenado, para su cocción a presión atmosférica como a vacío.

Recomendaciones

Un factor importante a la hora de los granos ser almacenados, es limpiarlos de manera de descartar toda clase de impurezas y material fino, evitar el mayor daño mecánico posible para disminuir el deterioro o fracturabilidad del mismo, ya que el objetivo del almacenamiento de los granos es conservar su calidad inicial lograda en campo hasta su entrega.

Es recomendable que a la hora de almacenamiento de las caraoas, tener temperaturas frescas que simulen las temperaturas de los supermercados para que el grano conserve su humedad y sus nutrientes, a la hora de aplicar las distintas prácticas culinarias, ya sea presión atmosférica o a vacío el grano tenga un menor tiempo de cocción y ablandamiento de la testa para el consumo del mismo (Sagroni, 2002; INTA, 2007).

Utilizar el tratamiento de hidratación con bicarbonato de sodio durante 12 horas, debido a que es un método utilizado por las amas de casa.

Referencias bibliográficas

Abreu, J.; R. Dalfollo.; L. Grigoletto.; M. Cargnelutti.; G. Camacho. 2005. Correlación entre la absorción de agua y cultivares de frijol tiempo de cocción. *Ciencia Rural*. (México) 20(1): 209-214p.

Aguilera, J.; J. Rivera. 1992. Hard to cook defect in black beans: hardening rates, waterimbition multiple mechanism hypothesis *food Res. INTL*. (USA) 25(1): 101-108.

Aguirre, S.; Gómez, A. 2010. Evaluación de las características fisicoquímicas en la Especie de frijol *Phaseolus vulgaris* de las variedades: Pinto Saltillo, Bayo Victoria y Negro San Luis. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad de Guanajuato. México. 8 p.

Aldana, L. 2010. Manual producción comercial y semilla de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Inst Cs y Tec. (Guatemala) 37p.

AOAC (Association of Official Analytical Chemist). 1990. Determinación de humedadmétodo N° 964.22. Official methods of analysis. Volumen I y II. 15th ed. AOAC, Arlington,V.A. (USA) 1289p.

AVN (Agencia Venezolana de Noticias). 26 de Febrero de 2015. Instituto nacional de investigaciones agrícolas (INIA) Siembra de 852 hectáreas de semillas de frijol y 101 hectáreas de semillas de caraota. Disponible en: [En línea] <http://www.avn.info.ve/contenido/sembraronm%C3%A1s900hect%C3%A1reasdeleguminosasbarinasyportuguesa> Revisado el 04 de junio de 2015.

Barrientos, K. 2010. Clasificación taxonómica de las leguminosas. Universidad Pedagógica Experimental Libertador .Instituto Pedagógico Rural “Gervasio Rubio”. Rubio, Edo Táchira. Venezuela. 10p.

Bolotin, R.2013. Al menos 83% del consumo nacional de caraotas se cubre con importaciones. Disponible en: [En línea]<http://www.ultimasnoticias.com.ve/noticias/actualidad/economia/deficitdeproducciondecarotases83.aspx> Revisado el 04 de junio de 2015.

Bressani, R. 2002. Factors influencing nutritive value in food grain legumes: Mucuna compared to other grain legumes. En: Food and feed from Mucuna: Current user and the way forward. Proceedings of an International Workshop (Honduras) 1(1): 164-188.

CASA (Corporación de abastecimiento y servicios agrícolas). 2013. Gerencia de control de calidad. (Venezuela) 4p.

Echeverría, H.; O. Rangel. 1992. Caracterización físico-mecánica de algunos productos hortofrutícolas. Taller de Transferencia de Manejo y Tecnología

Postcosecha. Jornadas Técnicas de Ingeniería Agrícola. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Maracay. (Venezuela). 10 p.

Fedeagro. 2013. Volumen de producción de leguminosas en Toneladas y Rendimiento en kilogramos/hectáreas. Disponible en: [En línea] <http://www.fedeagro.org/produccion/Rubros.asp>. Revisado: 04 de junio de 2015.

Fedeagro. 2014. Venezuela importa 20.000 toneladas de caraota desde Republica Dominicana. Disponible en: [En línea]. http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/facultad_agronomia/PDI/2015/CLASE_6.pdf Revisado: 10 de junio de 2015.

Ferrer, J. 2010. Tipos y diseños de investigación. . Disponible en: [En línea]. <http://metodologia02.blogspot.com/p/operacionalizaciondevariables.html> Revisado: 07 de octubre de 2015.

Filli, J. 2002. El cultivo de poroto en la República de Argentina (Ed. INTA) Capitulo XI: El poroto como alimento. (Argentina). 165 p.

García, O.; R. Infante.; C. Rivera. 2009. Las leguminosas una fuente importante de fibra alimentaria: una visión en Venezuela. Rev. INHRR. (Venezuela) 40(1): 51-62.

Granito, M.; J. Guinand.; D. Pérez. 2006. Composición química y nutricional de variedades (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivadas en Venezuela. Agronomía Trop. (Venezuela) 56(4): 513-522.

Granito, M.; Y. Valero.; S. Pérez. 2009. Vida útil de granos de *Phaseolus vulgaris* L. Fermentados y listos para consumo. Rev. Fac. Agron. (Venezuela) 26(1): 88-106.

Gutiérrez, M.; C. Rincón. 2011. Caracterización de la variedad genética mediante el uso de marcadores RAPDs, de un grupo de genotipos nativos y comerciales de caraota en Venezuela. Agron. Trop. (Venezuela) 61(1): 73-83.

Gutiérrez, R. 2002. hydration properties advantage purposes balance and dynamic balance. Nac Agronomica of Maontpellier (France) 1(1): 56-68.

Hernández, C.; Y. Rodríguez.; Z. Niño.; S. Pérez. 2009. Efecto de almacenamiento de granos de maíz (*Zea mays*) sobre la calidad del aceite extraído. Inf.Tec. (Venezuela) 20(1): 21-30.

INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria). 2007. Proyecto Eficiencia de Cosecha y Postcosecha de Granos. Almacenamiento de granos. Actualización Técnica. (32):1-5.

INIA (Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas) (9 de Octubre 2014). Variedad de Caraota (*Phaseolus vulgaris* L.) Línea 13 INIA-CENIAP [En línea] www.inia.gob.ve

Jacinto, C.; H. Hernández; S. Azpíroz; J. Acosta; I. Bernal. 2002. Caracterización de una población de líneas endogámicas de frijol común por su calidad de cocción y algunos componentes nutrimentales. *Agrociencia*. (Chile) 36(4): 451-459.

Jacinto, C.; H. Hernández; S. Aspiroz; J. Acosta; I. Bernal. 2003. Genetic analysis and randomly amplified polymorphic DNA markers associated with cooking time in common beans. *Crop Sci.* (Mexico) 43(1): 329-332.

Leterme, P.; C. Muñoz. 2002. Factors influencing pulse consumption in Latin America. *British Journal of Nutrition*. (USA) 88(1): 251-S254.

Lizarraga, G. 2004. Evaluación cuantitativa y sensorial de la calidad culinaria de variedades comerciales y líneas mejoradas de frijol rojo (*Phaseolus vulgaris*). Trabajo de grado de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Honduras. 26p.

López, L. 1996. Nuevas técnicas para determinar la calidad de las legumbres. *Revista Distribución y Consumo*. (España) 6(25): 85p.

Madriz, P. 2012. El cultivo de la caraota (*Phaseolus vulgaris* L. Walp). *Rev. Alcance*. (Venezuela) 119-139.

Marín, E.; R. Lemus.; V. Flores.; A. Vega. 2006. La Rehidratación de Alimentos Deshidratados. *Rev. Chil. Nutr.* (Chile) 33(3): 27-37.

Mederos, Y. 2006. Indicadores de la calidad en el grano de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). *Cultivos Tropicales*. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA). *Revista de La Habana*. (Cuba) 27(3): 55-62.

Mejías, A. 2012. Evaluación del efecto de secado por convección en granos de caraota (*Phaseolus vulgaris* L.) hidratados por cuatro métodos sobre la textura y tiempo de cocción. Trabajo de Grado. Maracay, Venezuela; Universidad Central de Venezuela. 80p.

Mendoza, F.; J. Aguilera. 2005. Predicting Ripening Stages of Bananas (*Musa Cavendish*) by computer vision, Department of chemical Engineering and Bioprocess, Pontificia, Universidad Católica de Chile. Santiago de Chile. 4p.

Montgomery, D. 2001. Introduction to statistical Quality control. (USA). 4(1).589p.

Montaldo, A.; J. Montilla. 1989. Uso actual y potencial de las leguminosas tropicales Facultad de Ciencias Veterinarias; Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela, Maracay (Venezuela) 109p.

Morón, M.; B. Infante.; A. Ávila.; O. García.; J. Liuzzi. 2010. Efecto del consumo de dietas con avena y caraotas negras sobre el perfil lipídico en un modelo experimental en rata. Rev. INHRR. (Venezuela). 41(1): 1-12.

Morros, M. 2001. Cultivo de la caraota con énfasis en el estado Lara. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Centro de Investigaciones Agropecuarias del estado Lara. Venezuela. 74 p.

Mujica, M. 2012. Estudio de la participación de los compuestos fenólicos y de la enzima peroxidasa en el endurecimiento de (*Phaseolus vulgaris* L.). Tesis Doctoral. Caracas, Venezuela; Universidad Simón Bolívar. 173p.

Mujica, M.; M. Granito.; N. Soto. 2011. Propiedades físicas y calidad de cocción de leguminosas cultivadas en Venezuela Rev. Fac. Agron. (Venezuela) 28(1): 104-122.

Mujica, M.; M. Granito.; N. Soto. 2015. Cambios microestructurales en los granos de *Phaseolus vulgaris* endurecidos. SLAN. (Venezuela) 65(2): 110-118.

Muñoz, E.; D. Rubio.; I. Bernal.; R. Garza.; C. Jacinto. 2010. Caracterización de genotipos nativos de frijol del estado de Hidalgo, con base a calidad del grano. Agr. Tec. Mex. (México). 35(4): 426-435.

Ortega, E.; A. Rodríguez.; A. David.; A. Zamora. 2010. Caracterización de semillas de Lupino (*Lupinus mutabilis*) sembrado en los andes de Colombia. Acta Agron. (Colombia) 59(1): 1-14.

Ortega, S.; J. Tesara. 1995. 'TACARIGUA' variedad de caraota negra (*Phaseolus vulgaris* L.). Agronomía Trop. (Venezuela) 45(2): 319-326.

Paredes, E.; M. Quiroz.; K. Quispe., B. Reyes.; I. Velásquez.; N. Zavaleta.; J. González. 2012. Aplicación del modelo de Peleg para estudiar el efecto de la temperatura y dureza del agua durante la rehidratación del frijol caballero (*Phaseolus vulgaris*). Agroind. Sci. (Perú) 22(1): 14-22.

Pérez, D.; N. Camacho.; M. Morros.; A. Higuera. 2013. Leguminosas de grano comestible en Venezuela. ONCTI. (Venezuela) 1(1): 160p.

Reyes, C.; O. Rouzaud.; J. Milan.; J. Garzón.; L. Camacho. 2001. Hard to cook tendency of chickpea (*Cicer arietinum* L.) Varieties. J. Sci. Food. Agric. (USA). 81(1): 1008-1012.

Rivas A. 2008. (15 sep 2010). Manejo general en la recepción, procesos y almacenamiento del maíz en Silos BBC. [En Línea] <http://www.monografias.com/trabajos61/almacenamiento-maiz-silos/almacenamiento-maiz-silos.shtml>.

Rodríguez, S.; X. Fernández. 2015. Practicas culinarias asociadas al consumo de frijoles en familia Costarricenses. Agron. Mesoam. (Costa Rica) 26(1): 145-151.

Romero, A. 2011. Evaluación de la textura del grano de tapiramo cocido (*Phaseolus lunatus*) y su relación con la calidad culinaria para su aceptación al consumo humano. Trabajo de Grado. Maracay, Venezuela; Universidad Central de Venezuela. 60p.

Sangroni, E.; A. Ibarz; G. Barbosa; B. Swanson. 2002. Efecto de la alta presión hidrostática (APH) en la imbibición de agua, tiempos de cocción y microestructura del *Phaseolus vulgaris* L. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. (Venezuela) 52 (3):301-306.

Stevens, P. 2001. Angiosperm Phylogeny Website. Version 12, July 2012 [on line] Disponible en: <http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/>. Revisado el 15 de mayo 2015.

Tam, J.; G. Vera.; R. Oliveros. 2008. Tipos, métodos y estrategias de investigación científica. Pensamiento y acción. (Perú) 5(1): 145-154.

Tubello. 2002. Structure and texture in cooked beans. Journal of Food Biochemical (USA) 9(1):277-323.

Velasco, O.; E. Martin.; M. Aguilar.; A. Pajarito.; R. Mora. 2013. Propiedades físicos y químicos del grano de diferentes variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Biagro. (México) 25(2): 161-166.

Vivas, O. 2009. Perfil descriptivo y de textura de productos elaborados con harinas de leguminosas fermentadas. Trabajo de Grado Maestría. Caracas, Venezuela; Universidad Simón Bolívar. 117p.

Witting, P. 1991. Evaluación sensorial: una metodología actual para la tecnología de alimentos. Talleres gráficos USACH. Capítulo IV: metodología de evaluación sensorial. Universidad de Chile, Santiago, Chile. 786p.

ENCUESTA PARA LA EVALUACION SENSORIAL

Fecha: _____

Hora: _____

N° planilla: _____

A continuación se le entrega una muestra de granos de caraota cocida para
Su evaluación sensorial, calificando cada muestra de acuerdo a su preferencia
Usando la escala que se le presenta debajo del cuadro.

CODIGO	ATRIBUTOS SENSORIALES			
	SABOR	OLOR	TEXTURA	COLOR

Escala: 1. No me gusta
3. Me es indiferente
5. Me gusta
7. Me gusta mucho
9. Me gusta muchísimo

Gracias por su colaboración.

