

**Efectos del escaldado y de la adición de  
metabisulfito de sodio en la evaluación física y  
sensorial de aguacate Hass (*Persea americana*)  
deshidratado**

**Mauro David Falconí Barriga**

**Zamorano, Honduras**

Diciembre, 2008

ZAMORANO  
CARRERA DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

# **Efectos del escaldado y de la adición de metabisulfito de sodio en la evaluación física y sensorial de aguacate Hass (*Persea americana*) deshidratado**

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero en Agroindustria Alimentaria en el Grado Académico de Licenciatura.

Presentado por:

**Mauro David Falconí Barriga**

**Zamorano, Honduras**  
Diciembre, 2008

# **Efectos del escaldado y de la adición de metabisulfito de sodio en la evaluación física y sensorial de aguacate Hass (*Persea americana*) deshidratado**

Presentado Por:

Mauro David Falconí Barriga

Aprobado:

---

Rodolfo Cojulún, M.Sc.  
Asesor Principal

---

Luis Fernando Osorio, Ph.D.  
Director  
Carrera Agroindustria Alimentaria

---

Dina G. Fernández, Ing.  
Asesora

---

Raúl Espinal, Ph.D.  
Decano Académico

---

Kenneth L. Hoadley, D.B.A.  
Rector

## RESUMEN

Falconí, M. 2008. Efectos del escaldado y de la adición de metabisulfito de sodio en la evaluación física y sensorial de aguacate Hass (*Persea americana*) deshidratado. Proyecto de graduación del programa de Ingeniería en Agroindustria Alimentaria, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras. 27p.

Con el objeto de disponer de un producto derivado del aguacate Hass, de menor volumen y peso que el fresco, que no se oscurezca durante el almacenamiento ni por exposición al aire, se ensayó el deshidratado de su pulpa. El fruto fue lavado, partido en mitades y despulpado; ya eliminada la semilla la pulpa fue cortada en cuadritos de 4x4x4 milímetros y sumergida en 4 diferentes soluciones a 70° y 90°C, con 0%, 0.1%, 0.2 % y 0.3% de metabisulfito de sodio. Se deshidrató con una temperatura de aire de 60°C y un flujo de 1 kg/h durante 22 horas, posteriormente fue molida. El rendimiento obtenido fue de 21% en polvo respecto de la fruta entera y 37.3% respecto de la pulpa. A mayor nivel de metabisulfito de sodio se mantiene mejor el color del aguacate; la temperatura no generó cambios, con el metabisulfito en los análisis físicos. El molido generó cambios significativos en el color de los tratamientos aumentando los valores de L\* y b\* significativamente, el valor a\* fue estadísticamente igual; se obtuvo un producto más homogéneo y claro. Sensorialmente los paneles no encontraron diferencias en apariencia; la temperatura produjo cambios negativos, los tratamientos de 90°C fueron los menos aceptados por los paneles en los atributos de sabor, aroma, acidez y aceptación general. El de mayor aceptación fue el de 70°C y nivel de metabisulfito de 0.2% siendo este estadísticamente diferente. Para todos los análisis se usó un  $P < 0.05$  y una separación de medias con la prueba de rango Tukey.

**Palabras clave:** Agua libre, estabilización de color, secado de alimentos.

## CONTENIDO

|                                          |           |
|------------------------------------------|-----------|
| Portadilla.....                          | i         |
| Página de firmas.....                    | ii        |
| Resumen.....                             | iii       |
| Contenido.....                           | iv        |
| Índice de Cuadros, Figuras y Anexos..... | v         |
| <br>                                     |           |
| <b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>              | <b>1</b>  |
| <b>2. REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>    | <b>3</b>  |
| <b>3. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>      | <b>9</b>  |
| <b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>    | <b>14</b> |
| <b>5. CONCLUSIONES.....</b>              | <b>21</b> |
| <b>6. RECOMENDACIONES.....</b>           | <b>22</b> |
| <b>7. BIBLIOGRAFÍA.....</b>              | <b>23</b> |
| <b>8. ANEXOS.....</b>                    | <b>25</b> |

## ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

| Cuadro                                                                  | Página |
|-------------------------------------------------------------------------|--------|
| 1. Perfil y composición media de ácidos grasos del aguacate Hass.....   | 3      |
| 2. Valor vitamínico y aporte nutricional del aguacate Hass.....         | 4      |
| 3. Tratamientos y codificación usada para la prueba exploratoria.....   | 12     |
| 4. Tratamientos a ser evaluados en el estudio.....                      | 13     |
| 5. Separación de medias de aguacate deshidratado en trozos para color.. | 17     |
| 6. Separación de medias de polvo de aguacate molido para color.....     | 18     |
| 7. Separación de medias de color por proceso.....                       | 19     |
| 8. Separación de medias para análisis sensorial.....                    | 20     |

| Figura                                              | Página |
|-----------------------------------------------------|--------|
| 1. Diagrama de actividad de agua y estabilidad..... | 6      |
| 2. Flujo de proceso de polvo de aguacate Hass.....  | 11     |
| 3. Rendimiento de aguacate Hass.....                | 14     |
| 4. Rendimiento de polvo de aguacate Hass.....       | 15     |

| Anexo                                                              | Página |
|--------------------------------------------------------------------|--------|
| 1. Hoja de evaluación sensorial para polvo de aguacate.....        | 26     |
| 2. Análisis de varianza para humedad y actividad de agua.....      | 27     |
| 3. Análisis de varianza para atributos del análisis sensorial..... | 28     |

## 1. INTRODUCCIÓN

En el mundo se produjeron en el año 2000 alrededor de 2.4 millones de ton de aguacate, volumen que creció en un 63% desde 1980. México es el mayor productor mundial con un 40% del total y volúmenes que en los últimos años han variado entre 850 y 907 mil toneladas. El segundo productor es EUA con el 7% y Chile el tercero con 129 mil (5%). Otros países productores son Indonesia, Perú y Brasil (Ortega, 2007). Sin embargo en exportaciones según la FAO (2001), México representa el 15%, y otros países representan el 48%, sin contar España, Chile, Israel Sudáfrica y EUA.

El secado es uno de los más convenientes procesos en relación a eficiencia y costo en la preservación de granos, vegetales y alimentos en general. (Mujumdar, 2000). El costo de procesar, empacar, transportar y almacenar es mucho menor en productos deshidratados. El propósito principal de deshidratar es aumentar la vida de anaquel, removiendo agua dando como resultado productos sólidos (Rahman, 1999).

El principal problema de la industrialización del aguacate es su corta vida anaquel, porque al entrar en contacto la pulpa con el aire se desencadena una serie de procesos de oxidación, por lo que en pocas horas sino es sometido a tratamiento pierde sus propiedades características, además su vida de anaquel ya sea en forma de pulpa, salsa o guacamole es muy limitada. En este estudio se pretende usar el secado por medio aire caliente en un secador de bandejas, deshidratar el aguacate para tratar de alargar su vida de anaquel, convirtiéndolo en un producto más fácil de manipular por sus características después de ser secado y molido.

El principal reto es mantener las características del aguacate durante el secado, para esto se realizaron pruebas preliminares empíricas con dos agentes perseverantes comunes, ácido cítrico y metabisulfito de sodio como pretratamiento, las muestras con ácido cítrico perdieron mucho el color característico del aguacate, mientras que el metabisulfito de sodio lo conservo mejor. Por esta razón en el estudio se analiza niveles de metabisulfito de sodio a dos temperaturas en el pretratamiento. Posterior al secado el aguacate es analizado seco y después de ser molido.

El objetivo de este estudio fue determinar en nivel de metabisulfito y la temperatura en el pretratamiento al secado del aguacate, que deteriorara menos las propiedades físicas del aguacate deshidratado, y sensoriales del aguacate seco y posteriormente molido.

## **1.1 OBJETIVOS**

### **1.1.1 Objetivo General**

Evaluar los efectos del escaldado y de la adición metabisulfito de sodio en la evaluación física y sensorial de aguacate Hass (*Persea americana*) deshidratado.

### **1.1.2 Objetivos Específicos**

- Evaluar el efecto que tiene el metabisulfito de sodio y la temperatura del pretratamiento en el color del aguacate deshidratado y del aguacate en polvo.
- Determinar la diferencia que genera la molienda del aguacate deshidratado en el color de éste.
- Determinar el rendimiento de peso del polvo de aguacate en relación al fruto y a la pulpa fresca.
- Evaluar sensorialmente los atributos de apariencia, textura, aroma, acidez y sabor, compararlos con los análisis físicos y determinar cuál tratamiento fue el de mayor aceptación.



## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 GENERALIDADES

En el año 2001 la FAO reporta una exportación total mundial de aguacate fresco de 324 mil toneladas, con un valor de US de \$ 325 millones de dólares. México represento el 15% de este volumen, Chile el 12%, Israel el 9%, España el 8%, Sudáfrica el 6%, EUA 2% y otros países el 48%.

La variedad Hass pertenece a la especie guatemalteca, su fruto tiene la forma oval-piriforme, de tamaño medio, unos 200 a 300 gramos de peso y de calidad excelente. Su piel es gruesa, rugosa, que se pela con facilidad; cambia su color verde a oscuro (violáceo), cuando el fruto madura (Álvarez, 1981).

### 2.2 VALOR NUTRICIONAL

El Aguacate aporta prácticamente todas las vitaminas requeridas por el organismo; a excepción de la vitamina B12 (Cuadro 2), presente solo en el reino animal. Los triglicéridos presentes en el Aguacate, no son grasas sino aceites, ya que estos permanecen líquidos a la temperatura ambiente, que en su estructura predominan los ácidos grasos mono insaturados e insaturados (Cuadro 1), que contienen vitaminas liposolubles en cantidad suficiente, y que no contienen colesterol, caso contrario al de las grasas, en las que predominan en su estructura los ácidos grasos saturados, son generalmente de origen animal y que invariablemente contienen colesterol. Su humedad varía entre 65-70% (Ortega, 2007).

Cuadro 1. Perfil y composición media de ácidos grasos del aguacate Hass.

| Ácido Graso      | Nomenclatura | Porcentaje |
|------------------|--------------|------------|
| Palmítico        | C 16         | 13.76%     |
| Palmitoleico     | C 16:1       | 5.98%      |
| Esteárico        | C 18         | 1.48%      |
| Oléico           | C 18:1       | 64.87%     |
| Linoléico        | C 18:2       | 11.13%     |
| Linolénico       | C 18:3       | 2.52%      |
| Araquidónico     | C 20         | 0.09%      |
| No identificados | -            | 0.17%      |

Fuente: (Ortega, 2007).

Cuadro 2. Valor vitamínico y aporte nutricional del aguacate Hass.

| Vitaminas       | Contenido en 100 g de aguacate | RDA(*)   | Porcentaje de RDA(*) cubiertas por 100 g de aguacate Hass |
|-----------------|--------------------------------|----------|-----------------------------------------------------------|
| Vitamina A      | 85.00 mg                       | 90.00 mg | 9.4 %                                                     |
| Vitamina D      | 10.00 mg                       | 5.0 mg   | 200.0 %                                                   |
| Vitamina E      | 3.00 mg                        | 9.0 mg   | 33.0 %                                                    |
| Vitamina K      | 8.00 mg                        | 110.0 mg | 7.3 %                                                     |
| Vitamina B1     | 0.11 mg                        | 1.4 mg   | 7.8 %                                                     |
| Vitamina B2     | 0.20 mg                        | 1.6 mg   | 12.5 %                                                    |
| Vitamina B6     | 0.45 mg                        | 2.1 mg   | 21.4 %                                                    |
| Niacina         | 1.60 mg                        | 16.0 mg  | 10.0 %                                                    |
| Ac. Pantotenico | 1.00 mg                        | 5.5 mg   | 18.2 %                                                    |
| Biotina         | 10.00 mg                       | 100.0 mg | 10.0 %                                                    |
| Acido Fólico    | 32.00 mg                       | 200.0 mg | 16.0 %                                                    |
| Vitamina C      | 14.00 mg                       | 60.0 mg  | 23.0 %                                                    |

(\*) RDA: recommended dialy allowances for diet of 2000 Kcal.

Fuente: (Ortega, 2007).

## 2.3 DESHIDRATACIÓN DE ALIMENTOS

La deshidratación es un sistema de conservación que implica la eliminación de parte o la totalidad de la humedad (agua libre o disponible) contenida en los géneros. Un alimento deshidratado tiene la capacidad de conservarse, ya que se elimina el grado de humedad indispensable para que el desarrollo y actividad de los microorganismos (Rivas, s.f.).

Los términos de secado y deshidratado se relacionan mucho, debido a que los dos se refieren al proceso de eliminación de agua, la diferencia está en el contenido final. El Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, define como producto deshidratado al que no contiene más del 2.5% de agua (base seca) y como alimento seco todo aquel que ha sido expuesto a un proceso de eliminación de agua y que contiene menos del 2.5% de ésta (Cánovas y Mercado, 2000).

Según Cánovas y Mercado (2000), el calor requerido para el secado puede ser suministrado por convección, conducción y radiación. En el procesamiento de alimentos se puede utilizar tanto el secado directo como indirecto. Directo cuando la humedad del alimento es removida mediante aire sin la presencia de otro material; en el indirecto se usan tambores u otros tipos de mecanismos la humedad removida es por el material caliente y no por aire.

Para una adecuada evaluación de los fenómenos de secado de cualquier producto alimenticio es necesario comprender los conceptos físico-químicos asociados con la deshidratación de alimentos. Los elementos claves para cualquier operación de secado de alimentos que deben ser tomados en cuenta son: actividad de agua, temperatura de

transición vítrea, los mecanismos y teorías de deshidratación y los cambios químicos y físicos (Cánovas y Mercado, 2000).

### **2.3.1 Cambio de propiedades físicas debido al secado por aire caliente**

Durante el secado la forma y tamaño del producto cambia, influenciando sus propiedades físicas como la densidad de partícula y la porosidad, en consecuencia cambia su textura, rehidratación y propiedades de transporte de nutrientes en alimentos secos. Estas propiedades varían durante el secado debido a la remoción de humedad, cambio estructural y colapso interno celular (Mujumdar, 2000).

Durante la deshidratación, el agua migra desde las células interiores del alimento, atravesando las membranas celulares y las paredes circundantes a las mismas, para luego fluir a través de una estructura porosa hacia el medio de secado. Los gradientes de humedad dentro del producto inducen tensiones micro-estructurales, llevando el producto a encogerse y/o a deformarse. El encogimiento puede ocurrir como consecuencia de que el tejido no es capaz de retener su malla estructural cuando los espacios que contienen agua son continuamente vaciados y luego rellenos por aire, y la estructura externa colapsa. También, en el último caso, el fenómeno llamado endurecimiento superficial o "case hardening" (endurecimiento superficial como consecuencia de la migración de sólidos disueltos hacia la superficie de las partículas de alimento) influencia los fenómenos de encogimiento del producto (Michelis, 2008).

## **2.4 ACTIVIDAD DE AGUA**

La actividad de agua es una propiedad de muy importante en el control de alimentos. Ayuda a predecir la estabilidad y vida útil de los mismos, como así también el crecimiento de bacterias, levaduras y hongos. Los microorganismos necesitan la presencia de agua, en una forma disponible, para crecer y llevar a cabo sus funciones metabólicas. La mejor forma de medir la disponibilidad de agua es mediante la actividad de agua ( $a_w$ ). La  $a_w$  de un alimento o solución se define como la relación entre la presión de vapor del agua del alimento ( $p$ ) y la del agua pura ( $p_0$ ) a la misma temperatura. La escala de la actividad de agua se extiende desde 0 (seco) a 1.0 (agua pura), sin embargo la mayoría de los alimentos contiene un nivel de actividad acuosa de un rango de 0.2 para alimentos secos a 0.99 para alimentos frescos (Méndez, 2006).

La actividad de agua ( $a_w$ ) es uno de principales factores críticos en determinar la calidad e inocuidad de alimentos. La actividad de agua afecta la vida de anaquel, inocuidad, textura, sabor y olor. La temperatura, el pH y otros factores pueden influenciar en cómo y qué tan rápido crecen los microorganismos, la actividad de agua resulta ser el factor más importante. La mayoría de bacterias no crecen abajo de una actividad de agua de 0.91, y los mohos dejan de crecer debajo de 0.80 (Figura 1.). Además de influencia en el crecimiento de microorganismos, puede jugar un rol importante en determinar la actividad de enzimas y vitaminas en alimentos que pueden tener un impacto fuerte en color, sabor y aroma (Decagon, 2008).

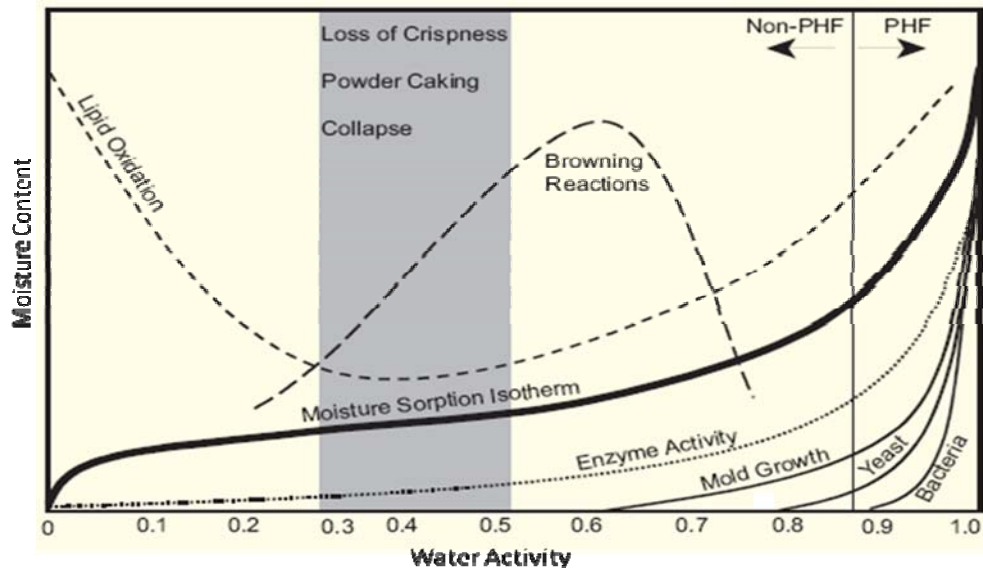


Figura 1. Diagrama de actividad de agua y estabilidad.  
Fuente: (Decagon, 2008).

## 2.5 COLOR

Color en alimentos es el resultado de una variedad de factores: endógenos y exógenos que pueden verse influenciados por genética y por tratamientos de pre-cosecha y post-cosecha. Los exógenos consisten en empaque, luz, y proceso, por otro lado los endógenos involucran los pigmentos, colores agregados y características físicas (Taub y Singh, 1998).

El color de los alimentos cambia durante deshidratación no solo debido a la evaporación del agua de la superficie, sino también por reacciones como, oscurecimiento enzimático, oscurecimiento no enzimático y reacciones de caramelización. Estas reacciones muchas veces son indeseables en alimentos, por lo tanto la regulación de color durante el secado está sujeta a varios procedimientos, como diferentes rangos de temperatura, secado intermitente y uso de agentes que mantengan el color (Mujumdar, 2000).

Los tres parámetros en el modelo representan la luminosidad de color ( $L^*$ ,  $L^*=0$  rendimientos negro y  $L^*=100$  indica blanca), su posición entre magenta y verde ( $a^*$ , valores negativos indican verde mientras valores positivos indican magenta) y su posición entre amarillo y azul ( $b^*$ , valores negativos indican azul y valores positivos indican amarillo) (Wikipedia, 2008).

## 2.6 RANCIDEZ EN GRASAS

Rancidez es un efecto objetable en la calidad de alimentos; grasas, aceites, o productos altos en grasa son considerados rancios si una deterioración significativa de la calidad sensorial es percibida (particularmente aroma o sabor, pero también pueden afectar

apariciencia y textura). Rancidez incluye varios tipos de cambios, el más frecuente es degradación por cambios en los constituyentes lípidos que es considerada la característica principal en la rancidez (Rahman, 1999).

### **2.6.1 Tipos de rancidez**

Existen varios tipos de rancidez en grasas, no siempre están conectadas a reacciones de oxidación (Rahman, 1999). A continuación se describen las relevantes para el estudio.

Rancidez lipídica es atribuida a las lipasas (triacylglycerol-acil hidrolasa, EC 3.1.1.3), que cataliza los triglicéridos en ácidos grasos libres y glicerol. En la mayoría de aceites y grasas, la presencia de ácidos grasos libres no es percibida por los sentidos humanos, por lo tanto no se considera su deterioro. A excepción de la leche que contiene esteres de ácido butírico (Rahman, 1999).

Rancidez oxidativa (también llamada auto-oxidación), es una reacción de radicales libres que se da en tres etapas: iniciación, propagación y terminación (Taub y Singh, 1998). Durante la iniciación los radicales lípidos son formados directamente de los ácidos grasos insaturados en presencia de luz, calor, otros radicales, y catalizadores incluidos los metales. En la etapa de propagación, los radicales lípidos reaccionan con el oxígeno para formar radicales peróxidos, donde estos se unen a un átomo de hidrógeno de otra molécula lipídica para formar hidroperóxidos y otro radical lipídico. Esta generación de radicales provoca que este proceso sea auto-catalítico. Durante la etapa de terminación, los radicales libres interactúan unos con otros formando productos no radicales. Cualquier componente que prevenga o interfiera en la etapa de propagación de la oxidación desactivando los radicales libres en el sistema juega un rol clave en el mecanismo de terminación. Los hidroperóxidos formados son inestables y se descomponen en un amplio rango de compuestos volátiles y no volátiles. Estos compuestos son también inestables y pueden seguir oxidándose y descomponiéndose el resultado de estas reacciones son responsables de los sabores asociados con la rancidez (Eskin, 2001).

Foto-oxidación está más relacionada con aceites vegetales. La mayoría contienen fotosintetizadores, pigmentos naturales como la clorofila y sus productos degradados, heme y compuestos relacionados, azul de metileno, derivados de fluoroserina, eritrosina e hidrocarburos aromáticos poli-cíclicos capaces de transferir energía de la luz hacia las moléculas. La energía es transferida de la luz hacia el sintetizador, donde puede reaccionar directamente con un lípido formando radicales, que posteriormente iniciaran la auto-oxidación (Eskin, 2001).

## **2.7 POLIFENOL OXIDAZA**

Las polifenol oxidasas (PPOs) son enzimas (encontradas principalmente en plantas y hongos) que catalizan una reacción que transforma o-difenoles en o-quinonas. Las o-quinonas son muy reactivas y atacan a una gran variedad de componentes celulares,

favoreciendo la formación de polímeros negro-marrón. Estos polímeros son los responsables del oscurecimiento de tejidos vegetales cuando se dañan físicamente. Esto se observa fácilmente en plátanos o papas, que tienen altos niveles de PPOs. Cuando la célula se encuentra sana e intacta, las PPOs y sus sustratos, los fenoles, se encuentran en compartimientos separados (cloroplastos y vacuolas, respectivamente). Sin embargo, cuando la célula se desorganiza al envejecer, o como resultado de daño físico o infeccioso, las enzimas y sustratos se juntan y sucede la reacción descrita. El oscurecimiento producido por estas enzimas causa grandes pérdidas a la industria agropecuaria. Por esto, el contenido de polifenol oxidasas, y su nivel de actividad son muy importantes para determinar la calidad de frutos y vegetales (Wikipedia, 2008).

## **2.8 METABISULFITO DE SODIO**

Es una sal que en combinación con el agua forma anhídrido sulfuroso y ácido sulfuroso. Es una de las formas del agregado de anhídrido sulfuroso al vino (Cava, 2008).

El dióxido de azufre (uno de los resultantes de la unión del metabisulfito con agua) es uno de los antimicrobianos más antiguos, empleado de forma tradicional en productos como el vino. Además de inhibir a una gran cantidad de microorganismos, actúan como antioxidantes y evitan pardeamientos. Más activos frente a bacterias (lácticas y acéticas) que frente a mohos y levaduras. Es más activa la forma disociada del ácido. Aplicaciones muy diversas: Vinificación: saneamiento de equipos, inhibición del crecimiento de microorganismos, clarificación. Productos cárnicos: mejora de color/aroma, control bacterias superficiales. Además de ser el único fungicida permitido para manzanas. Ayuda a evitar los cambios de color en frutas y verduras secas, zumos de frutas, bebidas no carbonatadas, etc. A dosis elevadas produce olores y sabores desagradables que limitan su uso. Además su efecto blanqueante puede conducir a error o fraude hacia el consumidor. Los sulfitos han sido asociados a algunas reacciones alérgicas (principalmente asmáticas) (Alimentatec, 2008).

## **2.9 ANÁLISIS SENSORIAL**

La evaluación sensorial es una tecnología que tiene por objetivo la determinación de las propiedades sensoriales u organolépticas de los alimentos, es decir, la repercusión producida sobre los diversos receptores sensoriales estimulados durante y después de la ingestión de alimentos, y la búsqueda de las preferencias o aversiones provocadas por esas propiedades sensoriales (Romero, 2008).

Las pruebas afectivas permiten conocer la reacción del consumidor hacia los productos. Dentro de estas se usan pruebas hedónicas o de aceptación y pruebas de preferencia, estas últimas miden el nivel de agrado del producto (Sensor, 2008).

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 LOCALIZACIÓN**

El estudio del Aguacate Hass deshidratado se realizó en las instalaciones de la Planta Procesamiento Hortofrutícola; y los análisis de laboratorio se realizó en el Laboratorio de Análisis de Alimentos Zamorano (LAAZ) de la Escuela Agrícola Panamericana (EAP), ubicada en el Valle de Yeguaré, 30 km. al este de la ciudad de Tegucigalpa, Departamento de Francisco Morazán, Honduras, C.A.

#### **3.2 MATERIALES Y EQUIPO**

##### **3.2.1 Aguacate deshidratado**

- Aguacate variedad Hass
- Metabisulfito de sodio
- Agua desmineralizada
- Cloro
- Sal
- Bolsas para empaque al vacío CRYOVAC®

##### **3.2.2 Pruebas sensoriales**

- Papel
- Galletas soda
- Lápiz
- Vasos
- Platos
- Cucharas plásticas

##### **3.2.3 Utensilios y equipos**

- Utensilios para la preparación del aguacate a ser secado tales como: platos, cuchillos, cucharas, envases de vidrio, papel toalla, etc.
- Balanza OHAUS Ranger Count Modelo 7BG
- Termómetro Platinum Sensor Pt - 100Ω (Precisión 0.01°)
- Calculadora

- Cronómetro
- Empacadora al vacío Multivac, Modelo A300/16
- Colorflex Hunter L\*a\*b\*, modelo 40/0, serie numero ex0687.
- Molino Cuisinart Automatic Burr Mill, modelo DBM-8.
- Secador Honeywell Harvest Saver modelo #HS-R-SS-1-E
- “Aqualab” Decagon Devices, Inc. Serie No. 0101875.

### **3.3 METODOLOGÍA**

#### **3.3.1 Descripción del proceso de elaboración de polvo de aguacate**

Al seleccionar de la fruta, el aguacate debe encontrarse totalmente maduro, de no ser así el sabor del polvo y del guacamole posteriormente va a ser amargo. A continuación se desinfecta la fruta en una solución de 50 ppm de cloro. Ya lavada y desinfectada se extrae la pulpa del aguacate, a esta pulpa se corta en trozo de 4x4x4 milímetros. Estos trozos son sumergidos durante 30 segundos en los 8 diferentes tratamientos; la temperatura se mantuvo usando un baño maría, inmediatamente los tratamientos son puestos en el secador a una temperatura constante de 60°C y un flujo de alimentación de 1 kg/h, durante 22 horas. Una vez secado el producto pasa a ser molido para ser sometido a los distintos análisis.



### 3.3.2 Flujo de proceso de polvo de aguacate Hass

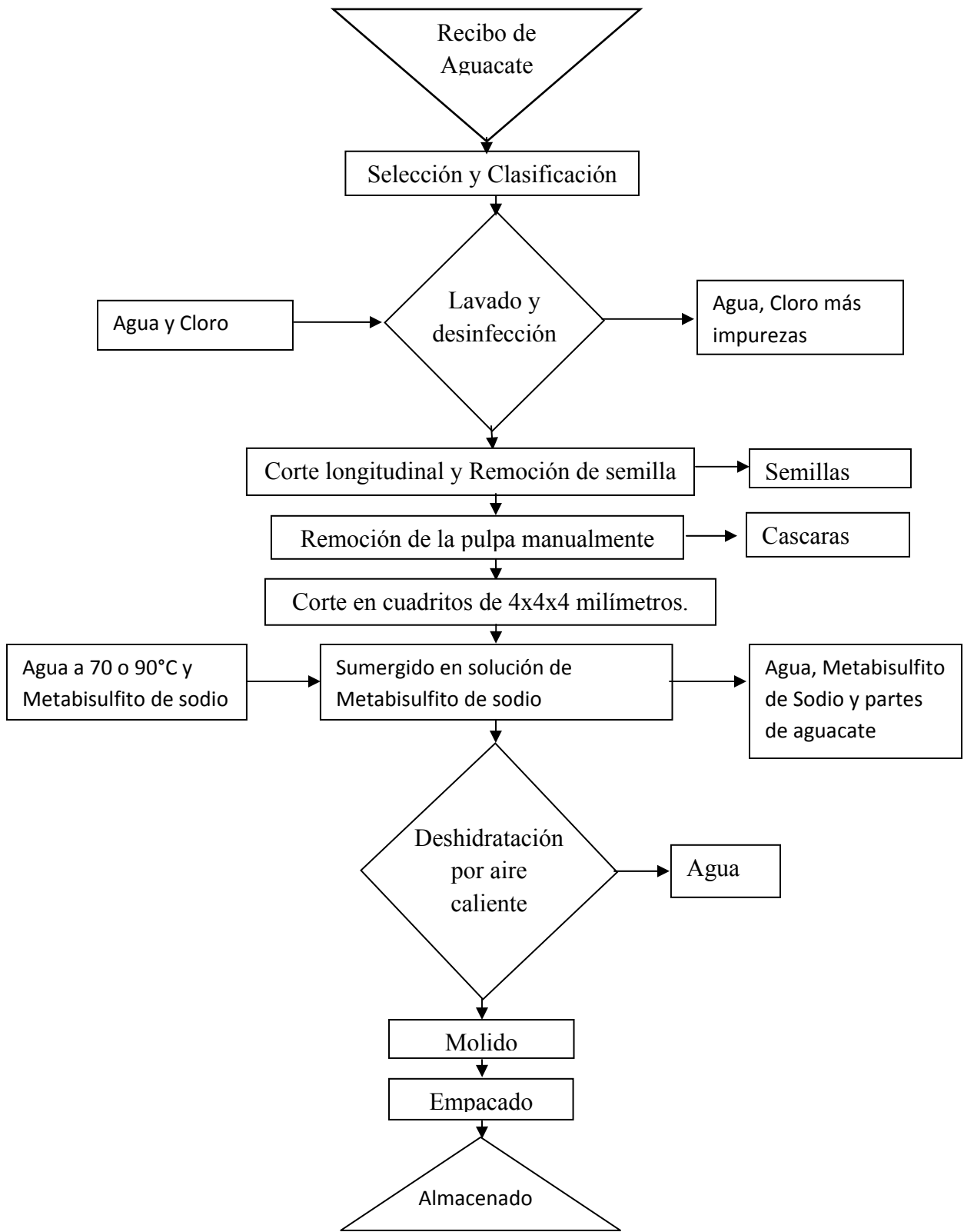


Figura 2. Flujo de proceso de polvo de aguacate Hass.

### 3.4 EVALUACIÓN SENSORIAL

La evaluación sensorial se realizó mediante un panel sensorial no capacitado, compuesto por doce personas.

#### 3.4.1 Prueba Exploratoria (Método Afectivo)

Se realizó una prueba de aceptación con tres repeticiones para los diferentes tratamientos, donde se evaluaron los atributos sensoriales de apariencia, aroma, sabor, textura, acidez y aceptación general del polvo de aguacate re-hidratado. Se utilizó una escala hedónica de cinco puntos, donde 1 corresponde a la calificación de “me disgusta mucho” y 5 “me gusta mucho”. Se utilizaron distintos códigos para cada muestra para evitar cualquier sesgo (Cuadro 4). La aceptación de los atributos antes mencionados estuvo sujeta a los efectos que generaron los cambios en temperatura del pretratamiento y dos niveles de metabisulfito de sodio, 0,2% y 0.3%. Estas diferencias fueron evaluadas por los panelistas, anotando las calificaciones en la hoja de evaluación sensorial (Anexo 1). Para la preparación de las muestras que contenían 25.8% de agua, 0.7% de sal y 73.5% de aguacate deshidratado molido.

Cuadro 3. Tratamientos y codificación usada para la prueba exploratoria.

| Tratamiento (Tem. - Metabisulfito) | Repetición | Código |
|------------------------------------|------------|--------|
| Trt 70°-0.2%                       | 1          | 488    |
| Trt 70°-0.3%                       | 1          | 512    |
| Trt 90°-0.2%                       | 1          | 342    |
| Trt 90°-0.3%                       | 1          | 214    |
| Trt 70°-0.2%                       | 2          | 423    |
| Trt 70°-0.3%                       | 2          | 312    |
| Trt 90°-0.2%                       | 2          | 236    |
| Trt 90°-0.3%                       | 2          | 486    |
| Trt 70°-0.2%                       | 3          | 523    |
| Trt 70°-0.3%                       | 3          | 217    |
| Trt 90°-0.2%                       | 3          | 378    |
| Trt 90°-0.3%                       | 3          | 412    |

### 3.5 ANÁLISIS FÍSICOS

#### 3.5.1 Análisis de actividad de agua

El análisis de actividad de agua se lo realizó a todas las muestras, por medio del sistema Aqualab a una temperatura media de 25°C.

### 3.5.2 Análisis de humedad

El método usado fue de secado por aire forzado a 105°C, determinado por la AOAC para humedad, N° (930.15/90). Se realizó a todas las muestras.

### 3.5.3 Análisis de Color

Para medir color se usó el Colorflex Hunter L\*a\*b\*, a todas las muestras, analizando posteriormente los tres atributos de color que este sistema nos proporciona. Las muestras fueron analizadas inmediatamente después de ser secadas y después de ser molidas.

## 3.6 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó un BCA donde las repeticiones son iguales a los bloques, por tanto existen tres bloques, los cuales sirven para eliminar las variables de proceso. Fueron 8 tratamientos, las variables son temperatura y niveles de metabisulfito de sodio, en los pretratamientos que se le dan al producto. Se usó dos temperaturas de solución 70°C y 90°C, y 4 niveles de meta-bisulfito de sodio 0%, 0.1%, 0.2%, 0.3% (Cuadro 3). Se realizaron 3 repeticiones a todos los tratamientos; los bloques son iguales a las repeticiones.

Cuadro 4. Tratamientos a ser evaluados en el estudio.

| TRATAMIENTOS                    |                          |      |  |
|---------------------------------|--------------------------|------|--|
| Nivel de Metabisulfito de Sodio | Temperatura de Escaldado |      |  |
|                                 | 70°C                     | 90°C |  |
| 0%                              | TRT1                     | TRT2 |  |
| 0,10%                           | TRT3                     | TRT4 |  |
| 0,20%                           | TRT5                     | TRT6 |  |
| 0,30%                           | TRT7                     | TRT8 |  |

## 3.7 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se realizó un Análisis de Varianza (ANDEVA), los tratamientos de aguacate deshidratado fueron separados con una separación de medias Tukey (HSD), utilizando el modelo lineal general (GLM, por sus siglas en ingles) con un nivel de significancia de  $P < 0.05$ . Para estos análisis se utilizó el programa “Sistema de Análisis Estadístico (SAS®)”, por sus siglas en ingles, versión 9.1. (Castellano) Service Pack 3.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 RENDIMIENTOS DE AGUACATE

Para este estudio se calcularon los rendimientos en relación peso/peso tanto para la fruta como para el aguacate deshidratado en polvo.

#### 4.1.1 Rendimiento de aguacate Hass

El rendimiento del aguacate Hass para este estudio fue de un 65.1% de pulpa, 16.5% de semilla, 16.3% de cáscara y de un 2.1% de pérdidas (Figura 3) que se dan por pulpa que no se puede aprovechar, como la pulpa que se queda en la semilla, en la cáscara o en el proceso de cortado.

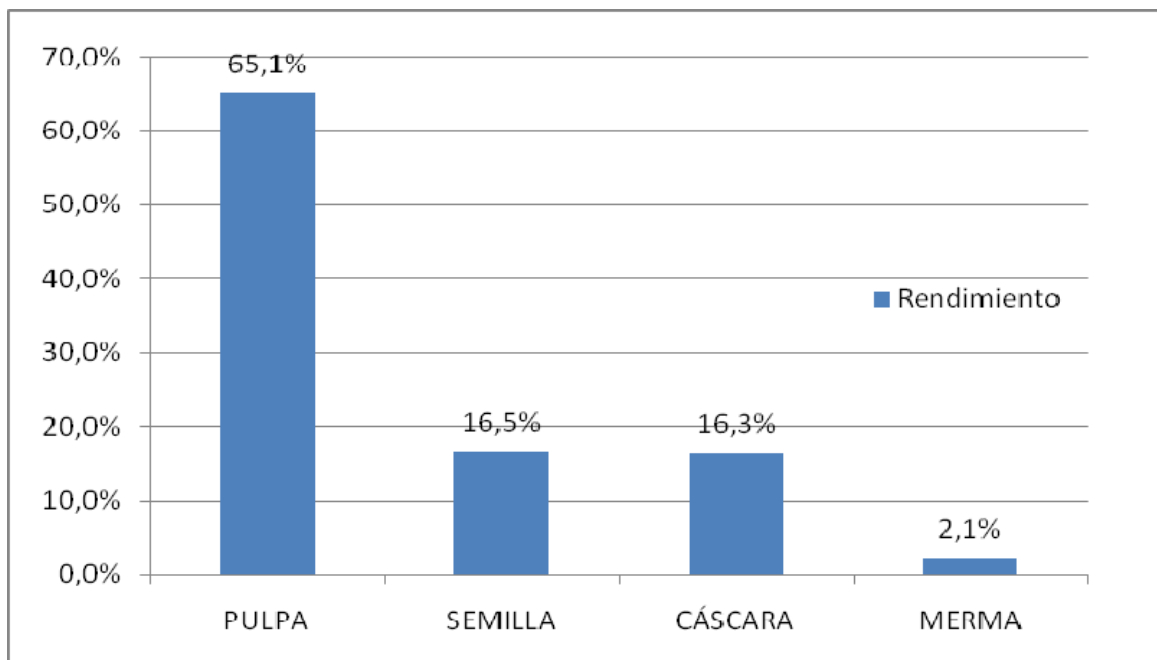


Figura 3. Rendimiento de aguacate Hass.

#### 4.1.2 Rendimiento de polvo de aguacate Hass.

El rendimiento del polvo de aguacate con respecto al fruto entero fue de 21%, mientras que de la pulpa sin semilla fue de un 37.3% (Figura 4) es decir que se removió un porcentaje de agua aproximado de 62.7% en el proceso [1].

$$\%H_2O\text{ removida} = -\%Rendimiento\ Pulpa + 100\% \quad [1]$$

Según la literatura citada el aguacate tiene una humedad entre 65% y 70%, el dato en el estudio concuerda con lo consultado, porque la humedad del aguacate según los cálculos fue de aproximadamente 65.91% [2].

$$\%H_2O\text{ aguacate} = \%H_2O\text{ removida} + \%Humedad\ del\ Polvo\ de\ Aguacate \quad [2]$$

Para los análisis sensoriales de este estudio se rehidrató el aguacate con un 35% de su peso con agua, esto equivale a un rendimiento de 28.5% de aguacate rehidratado con respecto al fruto entero, y un 44.8% con respecto a su pulpa (Figura 4).

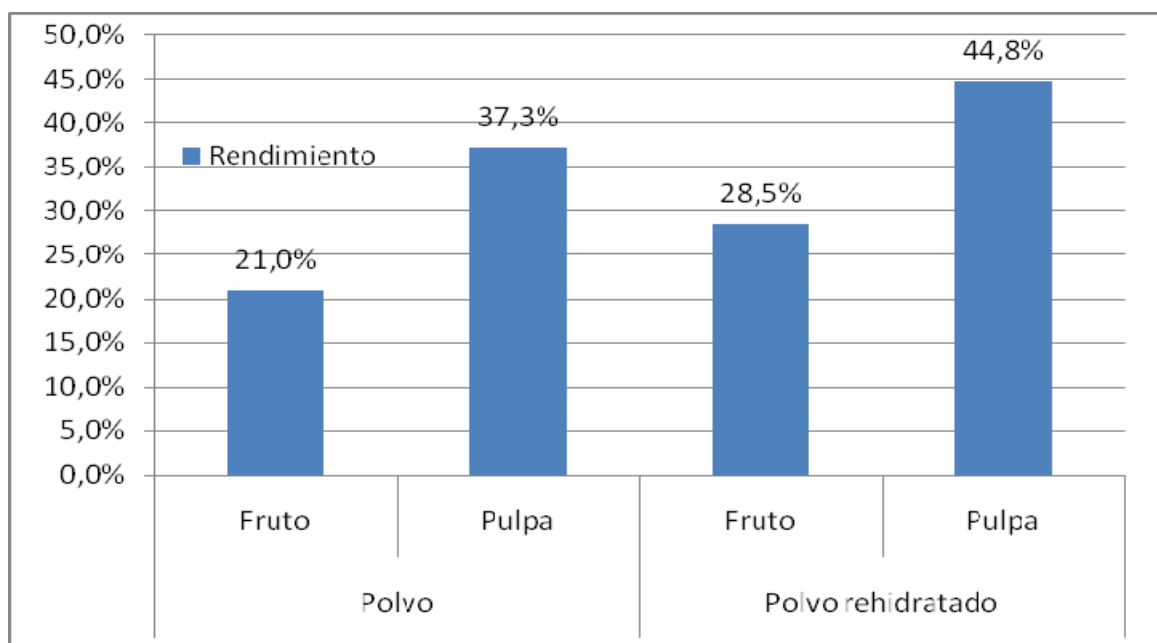


Figura 4. Rendimiento de polvo de aguacate Hass.

#### 4.2. ANÁLISIS DE ACTIVIDAD DE AGUA

La media de actividad de agua de todos los tratamientos fue 0.572, con un coeficiente de variación menor a uno y un R-Cuadrado mayor a 0.90 (Anexo 2). Existe variación en la actividad de agua entre los tratamientos; esto probablemente se debe a que no siempre todos los tratamientos reciben el mismo flujo de aire ni temperatura dentro del secador

dependiendo de su posición y bandeja, a pesar de que las posiciones se establecieron al azar para cada repetición.

Según la literatura con una actividad de agua menor a 0.6 el crecimiento de microorganismos es bajo, incluidos mohos y levaduras, además la oxidación lípida a esta actividad de agua es muy baja, al igual que la actividad enzimática. Con una actividad de agua mayor a 0.5 no se pierde la crocancia del producto. Por lo tanto con esta barrera no debería existir crecimiento de ningún microorganismo en el producto, ni tampoco verse afectado por actividad enzimática durante su vida de anaquel. Solo puede verse afecto por fotooxidación, pero esta es mínima según la literatura.

### **4.3. ANÁLISIS DE HUMEDAD**

La media de todos los tratamientos para porcentaje de humedad fue 3.21%, con un coeficiente de variación menor a uno y un R-Cuadrado arriba de 0.50 (Anexo 2). La variación entre las medias de los tratamientos es mucho menor esta vez, esto quiere decir que se ve menos afectada por factores externos producidos por el secador. En la literatura se considera que los productos secados o deshidratados que tengan una humedad menor a 2.5% serán considerados secos, y los que tengan una humedad mayor a este valor son considerados deshidratados, por lo tanto en este caso es deshidratado.

### **4.4. ANÁLISIS DE COLOR**

#### **4.4.1. Aguacate Hass deshidratado en trozos**

##### **Valor L\***

Según la literatura, la variable L\* representa la luminosidad cercano a 0 el color es totalmente oscuro o negro, y cercano a 100 es un color cercano al blanco. Para la separación de medias de los tratamientos antes de ser molidos, el tratamiento de 70°C a un nivel de 0.3% de metabisulfito de sodio, resulto ser el más claro con valor L\* de 40.35, a este tratamiento le sigue el de 90°C con el mismo nivel de metabisulfito con 38.75. El siguiente tratamiento fue el de 90°C y 0.2% de solución, a partir de este valor las medias fueron diferentes conforme bajan la temperatura y el nivel de metabisulfito (Cuadro 7).

##### **Valor a\***

Según la literatura el valor a\* cuando es negativo equivale a un color verde, mientras que si es positivo a rojo, por lo tanto los valores negativos serán los mejores. Para este valor se encontró diferencias estadísticas entre tres tratamientos, el tratamiento de 70°C sin metabisulfito fue el de valor más alto, siendo este diferente solamente de los tratamientos de 70°C y nivel de metabisulfito de sodio de 0.3% y del tratamiento de 90°C con 0.3% de metabisulfito de sodio, el resto de tratamientos entre sí fueron estadísticamente iguales (Cuadro 7).

**Valor b\***

Según la literatura el valor b\* cuando es negativo representa un color azul, y cuando es positivo un color amarillo. En esta variable el valor más alto es considerado el mejor, ya que el valor b\* positivo junto con el valor a\* negativo, nos da como resultado un color verde, predominando el valor a\*. Al ser el valor b\* negativo en combinación con el valor a\* negativo nos daría como resultado un color celeste predominando el valor b\*. El tratamiento de temperatura 70°C y nivel de metabisulfito de sodio de 0.3% fue el más alto, sin ser este estadísticamente diferente del tratamiento de temperatura 90°C y nivel de metabisulfito de sodio de 0.3%, pero sí del resto de tratamientos analizados. Lo que nos indica que los tratamientos de 0.3% de metabisulfito de sodio provee una mejor calidad de color al aguacate Hass (Cuadro 7).

**Cuadro 5. Separación de medias de aguacate deshidratado en trozos para color.**

| Tratamiento (Tempe. -Metabisulfito) | L* ± **DE      | a* ± **DE         | b* ± **DE       |
|-------------------------------------|----------------|-------------------|-----------------|
| Trt 70-0                            | 19.36 ± 1.69 g | 1.78 ± 0.52 a     | 4.02 ± 0.89 e   |
| Trt 70-1                            | 25.24 ± 0.13 f | 0.56 ± 1.84 ab    | 14.18 ± 0.25 d  |
| Trt 70-2                            | 30.13 ± 0.22 d | (-)0.44 ± 1.61 ab | 21.74 ± 0.46 c  |
| Trt 70-3                            | 40.35 ± 0.61 a | (-)0.90 ± 0.19 b  | 29.75 ± 0.51 a  |
| Trt 90-0                            | 18.59 ± 0.03 h | 1.01 ± 0.10 ab    | 5.56 ± 0.07 e   |
| Trt 90-1                            | 29.75 ± 0.03 e | 0.32 ± 0.06 ab    | 15.67 ± 0.02 d  |
| Trt 90-2                            | 30.50 ± 0.02 c | 0.82 ± 0.03 ab    | 24.38 ± 0.08 bc |
| Trt 90-3                            | 38.75 ± 0.01 b | (-)0.98 ± 0.04 b  | 28.33 ± 0.08 ab |

\*a-h Medias con letras diferentes en la misma columna son estadísticamente diferente (P<0.05).

\*\*DE = Desviación Estándar.

#### 4.4.2. Análisis de aguacate Hass deshidratado molido

**Valor L\***

Como se mencionó este valor mide la luminosidad, los mejores tratamientos serán los de valores más altos. Los tratamientos de nivel de metabisulfito de sodio de 0.3% junto con el tratamiento de 90°C y metabisulfito de 0.2% fueron los mejores, y estadísticamente iguales entre estos; el resto de tratamientos fueron bajando su claridad conforme bajaron su nivel de metabisulfito de sodio, la temperatura no generó muchos cambios (Cuadro 8).

**Valor a\***

Los tratamientos de ambas temperaturas con nivel de metabisulfito de sodio de 0.3%, junto con el tratamiento de 70°C y metabisulfito 0.2%, son los mejores al tener los valores más bajos, estos son estadísticamente iguales pero los tratamientos de metabisulfito de 0.3% difieren del resto de tratamientos analizados (Cuadro 8).

**Valor b\***

Como se explicó para el aguacate deshidratado, el valor b\* positivo mayor es el mejor en este valor debido a que se busca un color verde. Los tratamientos de nivel de metabisulfito

de sodio de 0.3% en el pretratamiento fueron los mejores, con medias de 40.66 y 40.19, sin embargo el tratamiento de 70°C solamente, resultó ser estadísticamente igual al tratamiento 90°C y 0.2% de metabisulfito de sodio (Cuadro 8).

Cuadro 6. Separación de medias de polvo de aguacate molido para color.

| Tratamiento (Tempe. -Metabisulfito) | L ± **DE       | a* ± **DE         | b* ± **DE       |
|-------------------------------------|----------------|-------------------|-----------------|
| Trt 70-0                            | 31.53 ± 0.05 d | 3.23 ± 0.03 a     | 24.55 ± 0.14 e  |
| Trt 70-1                            | 42.22 ± 0.04 c | 1.94 ± 0.04 ab    | 28.81 ± 0.13 d  |
| Trt 70-2                            | 49.37 ± 0.05 b | (-)0.98 ± 0.07 cd | 37.14 ± 0.18 c  |
| Trt 70-3                            | 53.97 ± 0.03 a | (-)2.27 ± 0.06 d  | 40.19 ± 0.11 ab |
| Trt 90-0                            | 37.70 ± 0.39 d | 2.64 ± 0.56 ab    | 25.97 ± 0.78 e  |
| Trt 90-1                            | 43.26 ± 0.54 c | 0.91 ± 1.61 bc    | 30.09 ± 0.65 d  |
| Trt 90-2                            | 53.75 ± 2.06 a | (-)0.12 ± 1.01 c  | 38.97 ± 0.74 b  |
| Trt 90-3                            | 55.66 ± 1.09 a | (-)2.26 ± 0.24 d  | 40.66 ± 0.91 a  |

\*<sup>a-c</sup> Medias con letras diferentes en la misma columna son estadísticamente diferentes (P<0.05).

\*\*DE = Desviación Estándar.

#### 4.4.3. Análisis aguacate deshidratado en trozos vs. molido

##### Valor L\*

Si existen diferencias significativas entre el aguacate deshidratado molido y no molido, siendo el molido más claro. El valor de L\* para el aguacate deshidratado y molido es de 46.68 siendo este estadísticamente diferente al valor del aguacate que después de ser deshidratado no recibió ningún proceso adicional, que tiene un valor de 29.83 (Cuadro 9). Según la literatura cuando existe una migración del agua hacia el exterior la estructura externa colapsa, y esta cambia sus propiedades además que se encuentra en contacto directo con el aire, por lo que en este atributo se encontraron diferencias notables, ya que después de molido la claridad del producto es mayor, por tanto en su interior se conserva mejor la luminosidad.

##### Valor a\*

En este atributo no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre el aguacate deshidratado y el que posteriormente fue molido (Cuadro 9), por lo tanto en molido no influyó como en el atributo L\* y b\*.

##### Valor b\*

El aguacate deshidratado fue estadísticamente diferente al aguacate deshidratado e inmediatamente molido, con 17.95 y 33.30 de medias observadas respectivamente (Cuadro 9), por lo tanto el molido mejora su color.



Cuadro 7. Separación de medias de color por proceso.

| Proceso después de Secado | Variable           |                   |                    |
|---------------------------|--------------------|-------------------|--------------------|
|                           | L $\pm$ **DE       | a* $\pm$ **DE     | b* $\pm$ **DE      |
| Ninguno                   | 29.83 $\pm$ 0.01 b | 0.27 $\pm$ 0.09 a | 17.95 $\pm$ 0.16 b |
| Molido                    | 46.68 $\pm$ 0.86 a | 0.38 $\pm$ 0.67 a | 33.30 $\pm$ 0.56 a |

\*<sup>a-b</sup> Medias con letras diferentes en la misma columna son estadísticamente diferentes (P<0.05).

\*\*DE = Desviación Estándar.

#### 4.5. ANÁLISIS SENSORIAL

##### Apariencia

En este atributo los paneles no entrenados no encontraron ninguna diferencia estadísticamente significativa (Cuadro 10) por lo que no distinguieron colores como lo hizo el Colorflex Hunter L\*a\*b\*, sin embargo la media de apariencia fue alta con 4.16 sobre 5.00 (Anexo 3).

##### Textura

Los tratamientos de mayor aceptación en textura fueron el de 90°C y 0.2% de metabisulfito de sodio, siendo este igual a los tratamientos con nivel de metabisulfito de sodio de 0.3%. Las dos temperaturas dadas, solo se encontraron diferencias significativas en el tratamiento de 70°C y 0.2% de metabisulfito de sodio y el tratamiento de 90°C y nivel de metabisulfito de 0.2% (Cuadro 10).

##### Aroma

Para este atributo los panelistas si encontraron diferencias significativas entre temperaturas, siendo los tratamientos de 70°C los más aceptados, en comparación a los de 90°C (Cuadro 10). En algunas hojas llenadas por los panelistas para los tratamientos de 90°C argumentaron un aroma a cocido. Esto justifica la baja aceptación de los panelistas hacia este atributo con una media de todos los tratamientos de 1.72 sobre 5.00 (Anexo 3).

##### Acidez

En este atributo el tratamiento de mayor aceptación fue el de 70°C y metabisulfito de 0.3% con una media de 3.56, después de este fue el tratamiento de 70°C y nivel de metabisulfito de sodio de 0.2% con 2.69. Los tratamientos de menos aceptación en este caso fueron los dos tratamientos de 90°C. Esto puede darse debido a que la temperatura incrementa la penetración de metabisulfito que genera un sabor ácido, o a que la temperatura descompone ciertos elementos del aguacate que generan una acidez no deseada (Cuadro 10).

##### Sabor

El tratamiento de 70°C y de nivel de metabisulfito de sodio de 0.2% fue el de mayor aceptación, siendo estadísticamente diferente al resto de tratamientos analizados. El tratamiento 70°C y nivel de metabisulfito de 0.3% fue el segundo mejor aceptado por los paneles con una media de 3.15, también fue diferente estadísticamente del resto de

tratamientos. Por último los tratamientos de menor aceptación fueron los dos tratamientos de 90°C (Cuadro 10). Este fenómeno se puede explicar al igual que el aroma, al efecto de la temperatura general olores y sabores poco deseados por los panelistas en este caso.

### Aceptación General

Este atributo dio como resultado la separación de medias muy similar a lo que fue el sabor, por lo tanto el tratamiento de mejor aceptación fue el de 70°C y nivel de metabisulfito de sodio en su pretratamiento de 0.2% con una media de 4.20 sobre 5, después le sigue el tratamiento de la misma temperatura pero de nivel de metabisulfito de sodio de 0.2%, y por último los dos tratamientos de temperatura 90°C con medias inferiores a 2 sobre 5 (Cuadro 10), esto debido a lo ya explicado en aroma, acidez y sabor; donde sus medias fueron las más bajas.

Cuadro 8. Separación de medias para análisis sensorial.

| Trt<br>°T-S | Apar. ±<br>**DE | Textura<br>±**DE | Aroma<br>±**DE | Acidez<br>±**DE | Sabor<br>±**DE | Acep. G.<br>±**DE |
|-------------|-----------------|------------------|----------------|-----------------|----------------|-------------------|
| 70-2        | 4.05 ±0.94a     | 3.61 ±0.62b      | 1.92 ±0.76a    | 2.69 ±0.77b     | 4.15 ±0.78a    | 4.20 ±0.77a       |
| 70-3        | 4.07 ±0.86a     | 3.74 ±0.78ba     | 2.23 ±0.88a    | 3.56 ±0.93a     | 3.15 ±1.11b    | 3.33 ±0.92b       |
| 90-2        | 4.28 ±0.91a     | 4.05 ±0.63a      | 1.25 ±0.52b    | 1.61 ±0.62c     | 1.89 ±0.95c    | 1.92 ±0.82c       |
| 90-3        | 4.23 ±0.89a     | 3.79 ±0.71ba     | 1.48 ±0.51b    | 1.66 ±0.71c     | 1.87 ±0.64c    | 1.82 ±0.68c       |

\*<sup>a-b</sup> Medias con letras distintas en la misma columna son estadísticamente diferentes (P<0.05).

\*\*DE = Desviación Estándar.

°T-S = Temperatura de escaldado – solución de Metabisulfito

## 5. CONCLUSIONES

- El aumento de nivel metabisulfito de sodio en el tratamiento de fue positivo en la fijación de color ( $P < 0.05$ ), tanto en el aguacate deshidratado en trozos como en el aguacate deshidratado en polvo.
- La molienda del aguacate deshidratado generó un producto más homogéneo y claro, las variables de  $L^*$  y  $b^*$  fueron estadísticamente, mejores para el aguacate en polvo ( $P < 0.05$ ).
- El rendimiento del aguacate en polvo en relación a la pulpa fue de 37.3%, y en relación al fruto entero de 21%. El rendimiento de la pulpa de aguacate en relación al fruto fue de 65.1% para este estudio.
- Sensorialmente no se encontraron diferencias en el atributo apariencia, más sí en el resto de atributos, en los que los tratamientos a 70°C fueron los preferidos estadísticamente con un nivel de significancia  $P < 0.05$ . El tratamiento de mayor aceptación general fue el de 70°C con un nivel de metabisulfito de sodio de 0.2%.

## **6. RECOMENDACIONES**

- Utilizar aguacates que se encuentren en su punto de madurez máximo, para evitar la concentración de sabores no deseados después de ser deshidratado el producto.
- Incluir en el tratamiento antioxidantes de grasas y aceites para preservar mejor el aroma y sabor del producto ya seco y evaluar sus diferencias.
- Determinar el porcentaje de nutrientes que el aguacate pierde durante el proceso de secado con aire caliente.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

Álvarez, F. 1981. El Aguacate. Madrid, España. Edit. Publicaciones de Extensión Agrícola. 222p.

Alimentatec. 2008. Metabisulfito de sodio (en línea). Consultado el 30 de Sept. del 2008. Disponible en: <http://www.alimentatec.com/muestrapaginas.asp?nodo1=89&nodo2=0&idcontenido=555&content=18>

Cánovas, G. y Mercado, H. 2000. Deshidratación de alimentos. Trad. por. I. Barzrivas. Zaragoza, ES. Edit. Acribia, S.A. 297p.

Cava, 2008. Metabisulfito de sodio o potasio (en línea). Buenos Aires. Argentina. Consultado el 30 de Sept. del 2008. Disponible en: [http://www.cavaargentina.com/component/option,com\\_glossary/func,view/Itemid,39/catid,51/term,metabisulfito+de+sodio+o+potasio/lang,es/](http://www.cavaargentina.com/component/option,com_glossary/func,view/Itemid,39/catid,51/term,metabisulfito+de+sodio+o+potasio/lang,es/)

Decagon, 2008. Water Activity - Stability Diagram (en línea). Consultado el 1 de Oct. del 2008. Disponible en: [http://www.decagon.com/food\\_science/info/safety.php](http://www.decagon.com/food_science/info/safety.php)

Decagon, 2008. Water Activity (en línea). Consultado el 25 de Sept. del 2008. Disponible en: <http://www.wateractivity.org/theory.html>

Eskin, M. 2001. Food Shelf life Stability: chemical, biochemical and microbiological changes. Boca Ratón. FL. Edit. CRC Press LLC. 370p.

FAO, 2001. Exportación y Producción de Aguacate (en línea). Consultado el 18 de Sept. del 2008. Disponible en: [www.fao.org/unfao/bodies/ccp/ba-tf/1998/tf98-2s.htm](http://www.fao.org/unfao/bodies/ccp/ba-tf/1998/tf98-2s.htm)

Méndez, F. y Sammartino, R. 2006. Herramientas para la verificación de BMP: Capacitación y Entrenamiento en control de parámetros. Boletín #4. Buenos Aires. Edit. Instituto Nacional de Alimentos. Consultado el 21 de Sept. del 2008. Disponible en: [http://www.anmat.gov.ar/BoletinesBromatologicos/boletin\\_inal\\_4.pdf](http://www.anmat.gov.ar/BoletinesBromatologicos/boletin_inal_4.pdf)

Michelis, A. 2008. Cambios de volumen, área superficial y factor de forma de Heywood durante la deshidratación. Brazil. Ciênc. Tecnol. Aliment. vol.28 no.2 Campinas Apr./June 2008. 35p.

Mujumdar, A. 2000. Drying technology in Agriculture and Food Sciences. Enfield, NH, USA. Edit. Science Publishers, Inc. 313p.

Ortega, M. 2007. Valor nutrimental de la pulpa fresca de aguacate Hass (en línea). Michoacán, México. Consultado el 23 de Nov. Del 2007. Disponible en: [www.avocadosource.com/WAC5/Papers/WAC5\\_p741.pdf](http://www.avocadosource.com/WAC5/Papers/WAC5_p741.pdf)

Rahman, M. 1999. Handbook of Food Preservation. New York, NY. USA. Edit. Marcel Dekker, Inc. 809p.

Rivas, G. y Navarro, V. s.f. Preelaboración y conservación de alientos. Madrid. ES. Edit. Síntesis, S.A. 270p.

Romero, M. 2008. Análisis Sensorial de Alimentos (en línea). Consultado el 25 de Sept. del 2008. Disponible en: <http://www.etsea.udl.es/cat/estudis/plans/asig/tas.pdf>

Sensor, 2008. Boletín Sensor de Evaluación Sensorial (en línea). Consultado el 24 de Sept. del 2008. Disponible en: <http://sensormx.com/boletinHerramientas.asp>

Taub, I. y Singh, P. 1998. Food Storage Stability. Washington, D.C. USA. Edit. CRC Press LLC. 539p.

Wikipedia, 2008. Espacio de color Lab. Consultado el 1 de Oct. Del 2008. Disponible en: [http://es.wikipedia.org/wiki/Espacio\\_de\\_color\\_Lab](http://es.wikipedia.org/wiki/Espacio_de_color_Lab)

Wikipedia, 2008. Polifenol oxidasa. Consultado el 1 de Oct. Del 2008. Disponible en: [http://es.wikipedia.org/wiki/Polifenol\\_oxidasa](http://es.wikipedia.org/wiki/Polifenol_oxidasa)

## **8. ANEXOS**

**Anexo 1.** Hoja de evaluación sensorial para polvo de aguacate.

### ANALISIS SENSORIAL DE AGUACATE REHIDRATADO

**NOMBRE:** \_\_\_\_\_ **FECHA:** \_\_\_\_\_.

#### INSTRUCCIONES:

Observe y pruebe cada una de las muestras. Indique el grado en que le gusta o le desagrada cada característica de la muestra, marque con una X dentro del círculo correspondiente a la descripción que considere apropiada de acuerdo a su criterio de aceptación. Anote también el código de la muestra. **RECUERDE TOMAR AGUA ENTRE MUESTRAS.**

**Código de la Muestra:** \_\_\_\_\_.

#### Apariencia:

|                       |                       |                       |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Me disgusta           | Me disgusta           | Ni me gusta           | Me gusta              | Me gusta              |
| Mucho.                | Poco.                 | Ni me disgusta        | Poco.                 | Mucho.                |

#### Aroma:

|                       |                       |                       |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Me disgusta           | Me disgusta           | Ni me gusta           | Me gusta              | Me gusta              |
| Mucho.                | Poco.                 | Ni me disgusta        | Poco.                 | Mucho.                |

#### Textura:

|                       |                       |                       |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Me disgusta           | Me disgusta           | Ni me gusta           | Me gusta              | Me gusta              |
| Mucho.                | Poco.                 | Ni me disgusta        | Poco.                 | Mucho.                |

#### Acidez:

|                       |                       |                       |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Me disgusta           | Me disgusta           | Ni me gusta           | Me gusta              | Me gusta              |
| Mucho.                | Poco.                 | Ni me disgusta        | Poco.                 | Mucho.                |

#### Apariencia General:

|                       |                       |                       |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Me disgusta           | Me disgusta           | Ni me gusta           | Me gusta              | Me gusta              |
| Mucho.                | Poco.                 | Ni me disgusta        | Poco.                 | Mucho.                |

#### OBSERVACIONES:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_.



**Anexo 2.** Análisis de varianza para humedad y actividad de agua.

|                   | R-Cuadrado | Coef Var | Raiz MSE | Media |
|-------------------|------------|----------|----------|-------|
| Actividad de Agua | 0.938      | 0.548    | 0.003    | 0.574 |
| %Humedad          | 0.522      | 0.566    | 0.018    | 3.209 |

Nivel de significancia  $P < 0.05$ .

Coef Var = Coeficiente de Variación

Raiz MSE = Error cuadrado de la media

R-Cuadrado = Ajuste al modelo

Valores de  $Pr > F$

|                   | Fuente |             |
|-------------------|--------|-------------|
|                   | Bloque | Tratamiento |
| Actividad de agua | 0.709  | <0.0001     |
| %Humedad          | 0.534  | 0.128       |

Nivel de significancia  $P < 0.05$ .

**Anexo 3.** Análisis de varianza para atributos del análisis sensorial.

|                    | Pr > F | TRT    | Persona | TRT*Persona |
|--------------------|--------|--------|---------|-------------|
| Apariencia         | 0.250  | 0.561  | 0.997   | 0.050       |
| Textura            | 0.355  | 0.049  | 0.892   | 0.310       |
| Aroma              | <.0001 | <.0001 | 0.225   | 0.008       |
| Acidez             | <.0001 | <.0001 | 0.047   | 0.609       |
| Sabor              | <.0001 | <.0001 | 0.750   | 0.140       |
| Aceptación general | <.0001 | <.0001 | 0.243   | 0.369       |

Nivel de significancia  $P < 0.05$ .

TRT = tratamientos

TRT\*Persona = interacción tratamiento persona.

|                    | R-Cuadrado | Coef Var | Raiz MSE | Media |
|--------------------|------------|----------|----------|-------|
| Apariencia         | 0.337      | 20.536   | 0.854    | 4.16  |
| Textura            | 0.321      | 18.283   | 0.695    | 3.80  |
| Aroma              | 0.543      | 37.916   | 0.653    | 1.724 |
| Acidez             | 0.659      | 33.559   | 0.800    | 2.384 |
| Sabor              | 0.675      | 32.627   | 0.903    | 2.769 |
| Aceptación general | 0.726      | 28.71    | 0.809    | 2.820 |

Nivel de significancia  $P < 0.05$ .

Coef Var = Coeficiente de Variación

Raiz MSE = Error cuadrado de la media

R-Cuadrado = Ajuste al modelo