

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE  
INGENIERÍA EN ALIMENTOS**



**TESIS**

**“DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE CONTAMINACIÓN POR OCRATOXINA  
A, EN CAFÉ (*Coffea arábica* L.) TOSTADO Y MOLIDO, ELABORADO CON  
CAFÉS INFERIORES PROCESADOS EN EL MUNICIPIO DE  
ACATENANGO, DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO.**

**EDWIN FRANCISCO LÓPEZ CORADO**

**CARNÉ No. 9440529**

**Mazatenango, Suchitepéquez, Marzo de 2013**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE  
INGENIERÍA EN ALIMENTOS**

**“DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE CONTAMINACIÓN POR OCRATOXINA  
A, EN CAFÉ (*Coffea arábica* L.) TOSTADO Y MOLIDO, ELABORADO CON  
CAFÉS INFERIORES PROCESADOS EN EL MUNICIPIO DE  
ACATENANGO, DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO”**



**TESIS**

**Presentada al Honorable Consejo Directivo del Centro Universitario de  
Suroccidente, de la Universidad de San Carlos de Guatemala**

**POR**

**EDWIN FRANCISCO LOPEZ CORADO**

**EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO**

**INGENIERO EN ALIMENTOS**

**EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO**

**Mazatenango, Suchitepéquez, Marzo de 2013**

**Universidad de San Carlos de Guatemala**

**Centro Universitario de Sur-Occidente**

**Mazatenango, Suchitepéquez**

|                                      |            |
|--------------------------------------|------------|
| Dr. Carlos Estuardo Gálvez Barrios   | Rector     |
| Dr. Carlos Guillermo Alvarado Cerezo | Secretario |

**Miembro del Consejo Directivo del CUNSUROC**

|                                       |            |
|---------------------------------------|------------|
| Licenciado José Alberto Chuga Escobar | Presidente |
|---------------------------------------|------------|

**Representantes de Docentes**

|                                    |            |
|------------------------------------|------------|
| MSc. Alba Ruth Maldonado de León   | Secretaria |
| Ing. Agr. Luis Alfredo Tobar Piril | Vocal      |

**Representante Graduado Del CUNSUROC**

|                                           |       |
|-------------------------------------------|-------|
| Lcda. Mildred Griselda Hidalgo Mazariegos | Vocal |
|-------------------------------------------|-------|

**Representantes Estudiantiles**

|                                          |       |
|------------------------------------------|-------|
| P.EM. Carlos Enrique Jalel de los Santos | Vocal |
| Br. Cristian Ernesto Castillo Sandoval   | Vocal |

## **Coordinación Académica**

### **Coordinador Académico**

Dr. Luis Gregorio San Juan Estrada

### **Coordinador de Licenciatura en Administración de Empresas**

MSc. Armando Rafael Fonseca Ralda

### **Coordinador Carrera Licenciatura en Trabajo Social**

Dr. Ralfi Obdulio Pappá Santos

### **Coordinador de las Carreras de Pedagogía**

MSc. Nery Edgar Saquimux Canastuj

### **Coordinador Carrera Ingeniería en Alimentos**

MSc. Gladys Floricelda Calderón Castilla

### **Coordinador Carrera Agronomía Tropical**

MSc. Martín Salvador Sánchez Cruz

### **Coordinador Área Social Humanista**

Lic. José Felipe Martínez Domínguez

### **Encargada Carrera Técnico Periodista Profesional y Licenciatura en Ciencias de la Comunicación**

MSc. Paola Marisol Rabanales

### **Encargado Carrera Licenciatura en Ciencias Jurídicas y Sociales, Abogado y Notario**

Lic. Eduardo Arturo Escobar Rubio

### **Encargado Carrera Gestión Ambiental Local**

MSc. Celso Gonzáles Morales

### **Encargado de las Carreras de Pedagogía fin de semana**

Lic. Napoleón Everardo Villatorio Ochoa



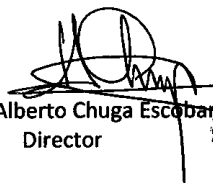
**CUNSUROC/USAC-I-005-2013**

DIRECCIÓN DEL CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUROCCIDENTE, Mazatenango,  
Suchitepéquez, 04 de marzo de dos mil trece.-----

Encontrándose agregados al expediente los dictámenes de la Comisión de Tesis y del Secretario del Comité de Tesis, SE AUTORIZA LA IMPRESIÓN DE TESIS TITULADA: “DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE CONTAMINACIÓN POR OCRATOXINA A, EN CAFÉ (Coffea arabica L.) TOSTADO Y MOLIDO, ELABORADO CON CAFÉS INTERIORES PROCESADOS EN EL MUNICIPIO DE ACATENANGO, DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO”, del estudiante: **Edwin Francisco López Corado**, carné **9440529** de la carrera Ingeniería en Alimentos.

**“ID Y ENSEÑAD A TODOS”**

Lic. José Alberto Chuga Escobar  
Director



/gris

UNIVERSIDAD DE SAN  
CARLOS DE GUATEMALA

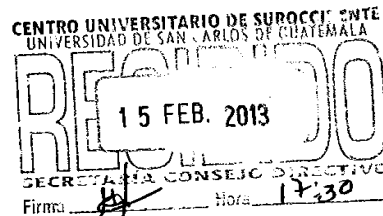


Centro Universitario de  
Suroccidente  
CUNSUROC  
Apartado Postal 606  
Mazatenango, Suchiténéquez

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE  
-CUNSUROC-**

Mazatenango, 15 de febrero del 2013.

Lic. José Alberto Chuga Escobar  
Director  
Centro Universitario de Suroccidente  
Señor Director:



Atentamente me dirijo a usted, para informarle que habiendo cumplido con lo estipulado en el normativo que rige la Comisión de Trabajo de Graduación de la Carrera de Ingeniería en Alimentos, he recibido la carta correspondiente en donde consta haberse efectuado al trabajo la correcciones recomendadas en la presentación y defensa del informe individual por la Terna Evaluadora del trabajo titulado: **"DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE CONTAMINACIÓN POR OCRATOXINA A, EN CAFÉ (*Coffea arabica* L.) TOSTADO Y MOLIDO, ELABORADO CON CAFES INFERIORES PROCESADOS EN EL MUNICIPIO DE ACATENANGO, DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO"**, elaborado por el estudiante: Edwin Francisco López Corado, quien se identifica con carné No. 9440529, por lo tanto, luego de revisar que cumple con los requisitos de ley lo traslado a ese organismo para la orden de impresión correspondiente.

Sin otro particular me suscribo de usted muy atentamente,

**"ID Y ENSEÑAD A TODOS"**

  
MSc. Gladys Floriselda Calderón Castilla  
Coordinadora de Carrera  
Ingeniería en Alimentos



Guatemala, 10 de Septiembre de 2012

Docentes, Comité Trabajo de Graduación  
Ingeniería en Alimentos  
Centro Universitario del Suroccidente  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Respetables Docentes:

Me es grato saludarlos deseándoles éxitos en sus actividades diarias.

Cumpliendo con los requisitos vigentes para elaboración del Trabajo de Graduación de la carrera de Ingeniería en Alimentos, les informo que he revisado el informe de seminario II del T.U. Edwin Francisco López Corado, carné No. 9440529 con el tema **“DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE CONTAMINACIÓN POR OCRATOXINA A, EN CAFÉ (*Coffea arabica* L.) TOSTADO Y MOLIDO, ELABORADO CON CAFÉS INFERIORES PROCESADOS EN EL MUNICIPIO DE ACATENANGO”**.

Luego de haber cumplido con el desarrollo de la fase experimental y obtener los resultados de la investigación, firmo esta carta dando fe de que estoy de acuerdo con los resultados del trabajo realizado y no veo inconveniente alguno para que pueda someterse a evaluación del mismo.

Atentamente



Q.B. Gladys Floricelda Calderón Castilla

ASESOR PRINCIPAL

Guatemala, 10 de Septiembre de 2012

Docentes, Comité Trabajo de Graduación  
Ingeniería en Alimentos  
Centro Universitario del Suroccidente  
Universidad de San Carlos de Guatemala

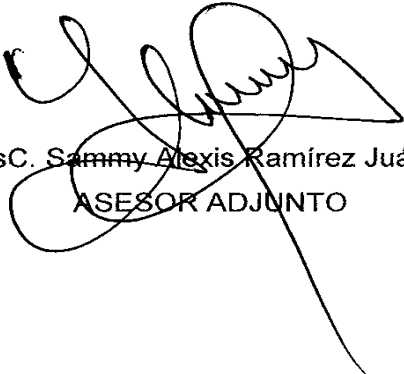
Respetables Docentes:

Me es grato saludarlos deseándoles éxitos en sus actividades diarias.

Cumpliendo con los requisitos vigentes para elaboración del Trabajo de Graduación de la carrera de Ingeniería en Alimentos, les informo que he revisado el informe de seminario II del T.U. Edwin Francisco López Corado, carné No. 9440529 con el tema **“DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE CONTAMINACIÓN POR OCRATOXINA A, EN CAFÉ (*Coffea arabica* L.) TOSTADO Y MOLIDO, ELABORADO CON CAFÉS INFERIORES PROCESADOS EN EL MUNICIPIO DE ACATENANGO”**.

Luego de haber cumplido con el desarrollo de la fase experimental y obtener los resultados de la investigación, firmo esta carta dando fe de que estoy de acuerdo con los resultados del trabajo realizado y no veo inconveniente alguno para que pueda someterse a evaluación del mismo.

Atentamente



**Dr. Sammy Ramirez**  
Clínica: 78722169  
Celular: 55182770  
MAZATENANGO, S.U.

MsC. Sammy Alexis Ramírez Juárez  
ASESOR ADJUNTO

Guatemala, 14 de Febrero de 2013

Docentes, Comité Trabajo de Graduación  
Ingeniería en Alimentos  
Centro Universitario del Suroccidente  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Respetables Docentes:

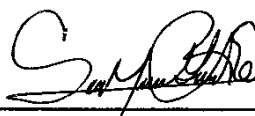
Por este medio se hace constar que el T.U. Edwin Francisco López Corado, ha realizado las correcciones correspondientes al documento de Seminario II del trabajo de graduación, cuyo tema es: **“DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE CONTAMINACIÓN POR OCRATOXINA A, EN CAFÉ (*Coffea arabica* L.) TOSTADO Y MOLIDO, ELABORADO CON CAFÉS INFERIORES PROCESADOS EN EL MUNICIPIO DE ACATENANGO, DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO”.**

Considerando que reúne los requisitos establecidos para su aprobación.

Atentamente



PhD. Marco Antonio del Cid Flores



Inga. Silvia Guzmán



Ing. Ángel Alfonso Solórzano

Guatemala, 16 de Febrero de 2013

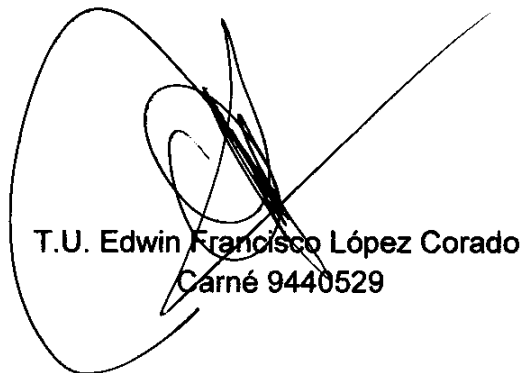
Docentes, Comité Trabajo de Graduación  
Ingeniería en Alimentos  
Centro Universitario del Suroccidente  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Respetables Docentes:

Me es grato saludarlos deseándoles éxitos en sus actividades diarias.

Cumpliendo con los requisitos vigentes para elaboración del Trabajo de Graduación de la carrera de Ingeniería en Alimentos, solicito fecha para evaluación de seminario II según tema **“DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE CONTAMINACIÓN POR OCRATOXINA A, EN CAFÉ (*Coffea arabica* L.) TOSTADO Y MOLIDO, ELABORADO CON CAFÉS INFERIORES PROCESADOS EN EL MUNICIPIO DE ACATENANGO, DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO”**.

Atentamente



T.U. Edwin Francisco López Corado  
Carné 9440529

## **ACTO QUE DEDICO**

### **A DIOS**

Por ser mi creador, por guiar mis pasos,  
por llenarme de fuerza y levantarme  
cada día.

### **A MIS PADRES**

Rodolfo Alcides López Santos y Marta  
Sagrario Corado, gracias por guiarme  
sobre el camino de la educación, un  
agradecimiento muy profundo.

### **A MI ESPOSA**

Por compartir conmigo su vida y  
Apoyarme en todo momento.

### **A MIS HIJOS**

Gracias, por ser la ilusión de mi vida.

### **A MIS HERMANOS**

Por brindarme su incondicional apoyo,  
sigamos cosechando y compartiendo  
éxitos en nuestras vidas.

### **A MIS SOBRINOS**

Por su amor y cariño

### **A MIS AMIGOS**

Por ser parte importante de este logro.

## **AGRADECIMIENTO**

**A DIOS**

**A MIS PADRES**

**A MI ESPOSA**

**A MIS ASESORES**      MSc. Gladys Floricelda Calderón Castilla  
MSc. Sammy Alexis Ramírez Juárez

**A MIS AMIGOS, POR SU CONTRIBUCIÓN PARA LA ELABORACIÓN  
DE ESTE TRABAJO.**

**A LOS PRODUCTORES DE CAFÉ, DEL MUNICIPIO DE  
ACATENANGO.**

## ÍNDICE

|          | <i>Contenido</i>                                      | <i>No. Página</i> |
|----------|-------------------------------------------------------|-------------------|
| I.       | <b>RESUMEN</b>                                        | 1                 |
| II.      | <b>INTRODUCCIÓN</b>                                   | 3                 |
| III.     | <b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>                     | 5                 |
| IV.      | <b>JUSTIFICACIÓN</b>                                  | 7                 |
| V.       | <b>MARCO TEÓRICO</b>                                  | 12                |
| V.1.     | Micotoxina                                            |                   |
| V.2.     | Ocratoxina                                            | 14                |
| V.3.     | Micología y producción                                | 17                |
| V.4.     | Toxicocinética                                        | 18                |
| V.4.1.   | Absorción y distribución                              |                   |
| V.4.2.   | Metabolismo                                           |                   |
| V.4.3.   | Eliminación                                           | 19                |
| V.5.     | Toxicidad                                             |                   |
| V.5.1.   | Toxicidad aguda                                       | 21                |
| V.5.2.   | Toxicidad crónica                                     | 22                |
| V.5.2.1. | Nefrotoxicidad                                        |                   |
| V.5.2.2. | La Nefropatía Endémica de los Balcanes                |                   |
| V.5.2.3. | Inmunotoxicidad                                       | 23                |
| V.5.2.4. | Neurotoxicidad                                        | 24                |
| V.5.2.5. | Carcinogenicidad                                      |                   |
| V.5.2.6. | Genotoxicidad                                         |                   |
| V.5.2.7. | Teratogenicidad                                       | 25                |
| V.5.2.8. | Efecto congestivo y hemorrágico                       |                   |
| V.5.2.9. | Alteración del metabolismo de los hidratos de carbono | 26                |
| V.6.     | Mecanismo de acción                                   |                   |
| V.6.1.   | Inhibición de la síntesis de proteínas                |                   |
| V.7.     | Condiciones ambientales para Ocratoxinas              |                   |

|             | <b>Contenido</b>                                                           | <b>No. Página</b> |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| V.7.1.      | Temperatura y actividad del agua (Aw)                                      | 31                |
| V.8.        | Concentraciones permitidas de Ocratoxina A                                 | 33                |
| V.9.        | Antecedentes                                                               | 35                |
| V.10.       | Normas vigentes en Guatemala                                               |                   |
| V.11.       | Normas internacionales consultadas                                         | 36                |
| V.12.       | Café                                                                       | 37                |
| V.12.1.     | Aspectos Generales del café                                                |                   |
| V.12.2.     | Descripción del proceso de beneficiado húmedo                              | 38                |
| V.12.2.1.   | Recolección de grano en el campo                                           |                   |
| V.12.2.2.   | El recibo del grano                                                        | 39                |
| V.12.2.3.   | El despulpado                                                              |                   |
| V.12.2.4.   | Clasificación del grano despulpado                                         |                   |
| V.12.2.5.   | Métodos de eliminación del mucílago                                        | 40                |
| V.12.2.6.   | El lavado del café                                                         | 41                |
| V.12.2.7.   | El secamiento del café                                                     | 42                |
| V.12.2.7.1. | Secado al sol                                                              |                   |
| V.12.2.7.2. | Secamiento mecánico                                                        | 43                |
| V.13.       | Buenas Prácticas Agrícolas BPM, para la prevención de Ocratoxina A en café | 45                |
| V.13.1.     | Recolección y selección                                                    |                   |
| V.13.2.     | Secamiento y separación de tejidos                                         |                   |
| V.13.3.     | Separación de granos defectuosos                                           | 46                |
| V.13.4.     | Almacenamiento y transporte                                                |                   |
| V.13.5.     | Tostado de Café                                                            | 48                |
| V.14        | Ubicación geográfica e identificación del lugar de investigación           | 49                |
| V.15        | Método Elisa                                                               | 50                |

|              | <i>Contenido</i>                                        | <i>No. Página</i> |
|--------------|---------------------------------------------------------|-------------------|
| <b>VI.</b>   | <b>OBJETIVOS</b>                                        | <b>51</b>         |
| <b>VII.</b>  | <b>HIPÓTESIS</b>                                        | <b>52</b>         |
| <b>VIII.</b> | <b>MATERIALES</b>                                       | <b>53</b>         |
| <b>IX.</b>   | <b>MÉTODO</b>                                           | <b>54</b>         |
| <b>X.</b>    | <b>RESULTADOS</b>                                       | <b>62</b>         |
| <b>XI.</b>   | <b>DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b>                          | <b>64</b>         |
| <b>XII.</b>  | <b>CONCLUSIONES</b>                                     | <b>66</b>         |
| <b>XIII.</b> | <b>RECOMENDACIONES</b>                                  | <b>67</b>         |
| <b>XIV.</b>  | <b>BIBLIOGRAFÍA</b>                                     | <b>69</b>         |
| <b>XV.</b>   | <b>ÍNDICE DE ANEXOS</b>                                 |                   |
| Anexo 1      | Norma Coguanor para café tostado y molido<br>NGO 34 144 | 74                |
| <b>XVI.</b>  | <b>ÍNDICE DE APÉNDICE</b>                               |                   |
| Apéndice 1   | Diagrama de Flujo, Desarrollo de la Investigación       | 84                |
| <b>XII</b>   | <b>GLOSARIO</b>                                         | <b>85</b>         |

## **I. RESUMEN**

Mediante la aplicación de tecnología de alimentos se pudo realizar el presente estudio a nivel de laboratorio, en el cual se desarrolló el proceso de torrefacción, en la preparación de las muestras, con el objetivo de determinar el nivel de contaminación por Ocratoxina A -OTA- en café tostado y molido, elaborado con cafés inferiores procesados en el municipio de Acatenango, cosecha 2011/2012.

El estudio se dividió en tres etapas: La primera etapa consistió en el trabajo de campo para la obtención de las muestras de café en treinta fincas de la región, y caracterización de la infraestructura de secamiento en cada uno de los beneficios. En la segunda etapa, las muestras de café de cada finca se trillaron, tostaron y molieron por separado, se enviaron al laboratorio 100 gramos de cada una para su análisis por medio del método ELISA. La tercera etapa se inició con la recepción de los resultados de laboratorio, habiéndose establecido que el 100% de las muestras mostraron contaminación por la micotoxina, la media aritmética del total de las muestras fue de 16,8 partes por billón, con variaciones desde 8 hasta 61,4 partes por billón. Finalmente, los resultados fueron analizados mediante Prueba de Hipótesis, donde se rechazó la hipótesis planteada, tomando en cuenta que la concentración fue mayor a 5 partes por billón.

Todas las fincas cuentan con patios para secamiento natural de café, en total cuentan con 40 400 metros cuadrados y se ha establecido en el presente trabajo que se necesita para el café que se produce en la región, un área de 36 150 metros cuadrados de patio.

Doce fincas cuentan con sistema de secamiento mecánico, habiendo veintisiete secadoras tipo guardiola, para el secamiento de café de primera y seis secadoras de pila para secamiento de cafés inferiores.

Con relación a las concentraciones de micotoxina permitidas en el café tostado y molido pueden considerarse, por ejemplo, las siguientes: La Unión Europea hasta 5 ppb y la legislación de alimentos colombiana, hasta 10 ppb.

Se recomienda: a) capacitación a productores, en manejo post cosecha del grano de café, para la prevención de la Ocratoxina A. b) monitoreo y control del Ocratoxina A, en los cafés que se producen en la región, c) determinar el aporte de Ocratoxina A, que realiza el café, en la dieta de los guatemaltecos.

## II. INTRODUCCIÓN

Dado que la inocuidad es un tema de la Ciencia de los Alimentos, es importante investigar la presencia de elementos que provocan enfermedades, en insumos que forman parte de la dieta de los guatemaltecos. Este estudio se realizó en cafés inferiores ya que se ha observado que en el procesamiento no son llevados en un tiempo breve a punto de secamiento para el almacenamiento con 12,5% de humedad como máximo, como una práctica para prevenir la micotoxina. Estos cafés representan del 5% al 10% de la producción nacional y son utilizados en el consumo interno. La Asociación Nacional del Café – ANACAFE-, citada por Bonilla (2009), señala que el consumo interno anual es de 18 150 toneladas métricas de café oro, y que el guatemalteco promedio consume dos tazas de café al día.

El presente estudio tuvo como objetivo determinar el nivel de contaminación por Ocratoxina A, en café tostado y molido, elaborado con cafés inferiores procesados en el municipio de Acatenango, departamento de Chimaltenango.

La Ocratoxina A, es un metabolito secundario producido por los hongos *Aspergillus* y *Penicillium*. La ingestión de un alimento contaminado por esta toxina puede provocar alteraciones funcionales o morfológicas al riñón e hígado. Puede generar malformaciones congénitas, daño en la transmisión de impulsos nerviosos, inflamación del intestino delgado, entre otros.

Los granos inferiores son obtenidos en el proceso de clasificación en el beneficiado húmedo, los cuales se separan por no reunir características para la exportación (granos vanos, inmaduros y dañados).

El estudio se dividió en tres etapas: inicialmente se visitaron treinta fincas de café que poseen beneficio húmedo, con el objetivo de recolectar muestras de cafés inferiores, de la cosecha 2011-2012, así como para tomar referencias y caracterización de la infraestructura de secamiento. La segunda etapa consistió en el trillado, tostado y molido de las muestras de café, de donde se obtuvieron 200 gramos, de éstos se enviaron 100 gramos al laboratorio para el análisis químico, a través del método ELISA se cuantificó la concentración en partes por billón de Ocratoxina A. La última etapa consistió en el análisis de los resultados, estableciendo que el 100% de las muestras se encontraron contaminadas por la micotoxina, en concentraciones que variaron desde 8 hasta 61,4 partes por billón, la media aritmética del total de muestras analizadas fue de 16,8 partes por billón.

La Hipótesis propuesta indicaba que el nivel de contaminación por Ocratoxina A, en café tostado y molido, elaborado con cafés inferiores procesados en el Municipio de Acatenango, sería menor o igual a cinco partes por billón, fue rechazada porque el resultado a nivel de laboratorio demostró que la concentración fue mayor a cinco partes por billón.

Como resultado de este estudio se estableció que el café inferior que se procesa en Acatenango, es utilizado para elaborar café para consumo humano y es un vehículo para la ingestión de Ocratoxina A, sin embargo, en Guatemala no existe una legislación que indique parámetros aceptables de concentración, tal como está normado en otros países. Por ejemplo, la Unión Europea permite hasta 5 ppb de concentración y la legislación de alimentos colombiana, permite hasta 10 ppb de concentración.

### **III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

**La OTA presenta una termoestabilidad considerable y sobrevive a los tratamientos en horno, aunque se ha indicado una notable degradación en el tostado del café a temperaturas superiores a 503,15° kelvin. (Zamora 2009).**

La OTA es responsable de diversas enfermedades que afectan al ser humano, afecta los riñones, el hígado, el sistema nervioso, tiene también un efecto hemorrágico semejante al que se produce por carencia de vitamina K, altera el metabolismo de los hidratos de carbono y provoca tumores en el tracto urinario.

La Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición – AESAN- (2011) y Rodríguez (2006), establecen que la OTA se encuentra presente de manera natural en diversos productos vegetales, como los cereales, granos de café, cacao y frutos secos, o los puede contaminar en el procesamiento y almacenamiento, como en el caso del café tostado y molido.

La OTA no puede ser eliminada ni en las operaciones de tostado ni molienda, por lo tanto la prevención y la aplicación de las buenas prácticas de manufactura son una alternativa para reducir la probabilidad de intoxicación en los consumidores (Rodríguez, 2006).

Según la norma NGO 34 144 de la Comisión Guatemalteca de Normas –COGUANOR- (1983), no existe una normativa que regule la concentración de esta toxina para el café que se exporta, ni para el que consume a nivel interno, incluye en la norma para café tostado y molido, únicamente lineamientos para evaluación cualitativa de mohos, a través de la catación. (Ver Anexo No. 1).

En otros países como Colombia, la norma técnica NTC 3534, establece 10 ppb para el café tostado y molido que consumen. La Unión Europea en el Reglamento (CE) 1881/2006, presenta límites máximos admisibles de 5 ppb, para el café que importan. La norma 2074/09 del Codex Alimentarius, indica que por los daños que la OTA provoca a la salud, se encuentra trabajando en este momento, en una normativa para el efecto.

Acatenango representa una región productora de café, y al igual que en otras áreas, se comercializan para consumo nacional aquellos granos que no reúnen las condiciones de calidad para exportación, denominados de segunda o inferiores, los cuales se separan durante las etapas de clasificación en el beneficiado húmedo. Se estima que este café representa de un 5% a 10% del volumen procesado, y por tener un valor económico inferior es tratado de forma diferente al de primera. Generalmente la infraestructura para beneficiado húmedo se encuentra adaptada únicamente para procesar el volumen de café de primera, incluyendo sistema para secamiento natural o mecánico.

Los cafés inferiores no son llevados en un tiempo prudencialmente breve a punto de secamiento para su almacenamiento con 12.5% de humedad como máximo, para prevenir la OTA, como lo propone la norma de Códex CAC/RCP 69-2009.

Es importante mantener los procesos bajo parámetros de calidad aceptables e inocuidad, para evitar la contaminación de los alimentos consumidos por la población y así disminuir cualquier daño a la salud. Basados en la problemática anterior se planteó la siguiente interrogante: ¿Cuál será el nivel de contaminación por OTA que se encuentra en el café tostado y molido, elaborado con granos inferiores, que se utiliza para consumo nacional, procesados en el Municipio de Acatenango?

#### **IV. JUSTIFICACIÓN**

Las micotoxinas son metabolitos fúngicos que están presentes en una gran parte de los suministros alimentarios mundiales y pueden representar una amenaza potencial para la inocuidad de los alimentos. La posible toxicidad crónica de ocratoxinas en dosis inferiores suele suscitar mayor preocupación que la toxicidad aguda, dado que algunas de esas sustancias son carcinógenos muy poderosos y la exposición a ellas es muy amplia (Lucas, 2001).

Mick (1999), indica que la OTA es una toxina renal carcinógena, teratógena, inmunotóxica y que puede ser también genotóxica. Se sabe que causa neuropatía en los cerdos y es probable que tenga algo que ver en la etiología de la enfermedad renal humana denominada “nefropatía endémica de Balken” y en los tumores del tracto urinario. Zamora (2009), en estudios realizados sobre los efectos tóxicos de la OTA demuestra que esta micotoxina es nefrotóxica, inmunotóxica, genotóxica, carcinogénica, teratogénica y neurotóxica.

Las investigaciones de Bolet (2005) y Rodríguez (2006), señalan que los órganos más sensibles a la acción de la OTA son los riñones y el hígado, causando necrosis tubular en los riñones y enteritis en el intestino delgado. Por su parte Bolet M. (2005), resalta que el cáncer constituye hace años la segunda causa de muerte en Cuba, y como una de las causas más importantes y modificables es una alimentación incorrecta, dentro de la cual se encuentra la ingestión de alimentos contaminados con micotoxinas.

El Manual para la Reducción de la OTA, elaborado por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación -FAO- (2011), puntualiza que el café de mala calidad que muchas veces queda para el consumo interno no debería consumirse, ya que éste presenta los mayores índices de presencia de OTA, que en altas concentraciones provoca daños a la salud.

Francisco Anzueto, funcionario de la Asociación Nacional del Café –ANACAFE-, citado por López (2008), refiere que los plantíos de México, Centroamérica y Colombia son de bajo riesgo para la formación de OTA por los procesos que se utilizan durante el corte y beneficiado. Indicó que el mayor riesgo se presenta en los cafés de inferior calidad, ya que no se les presta la debida atención.

El Manual de beneficiado húmedo del café (ANACAFE), recomienda que el grano de los frutos defectuosos deba ser comercializado en el mercado local, ya que es prohibida la exportación.

La Asociación Nacional del Café –ANACAFE-, citada por Bonilla (2009), señala que el consumo interno anual es de 18 150 toneladas métricas de café en oro, y que el guatemalteco promedio consume dos tazas de café al día.

Rodríguez (2006), establece que los granos más defectuosos poseen una mayor cantidad de toxina que los normales, pero generalmente los granos defectuosos y el café de menor calidad suele ser consumido por la población local, estas acciones dan una idea del peligro que conlleva el desconocimiento de la Buenas Prácticas Agrícolas que utilizan países en vías de desarrollo. Las razones de esta mayor concentración en los granos defectuosos se podría atribuir a que reciben un proceso de beneficiado diferente.

Según indica la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación -FAO- (2011), en el documento para la Reducción de la OTA, el hongo que produce la OTA en el café no genera compuestos volátiles que emitan un olor a moho ni a tierra, sin embargo, si esto sucede es probable que se origine por un alto contenido de humedad y eso propiciaría el crecimiento de hongos que producen OTA. En estas condiciones, si los elementos que producen OTA están presentes en café que tiene olor a moho, es muy probable que también haya OTA.

En Europa la OTA entra en la alimentación humana sobre todo a través de los cereales y sus derivados. Se ha indicado también presencia en productos cárnicos, vino, legumbres, cerveza, frutas secas y café. Las mejores estimaciones actuales muestran una ingestión media de OTA en Europa de 0,2 a 4,6 ppb. por kilogramo de peso/día, basadas en análisis de la dieta y análisis del suero sanguíneo.

Un estudio realizado por comisiones de diferentes países convocados por la Codex/FAO/OMS en 1998, citado por Quintana (2007), logró determinar que el café representaba el 12% de la ingesta total de OTA en Europa, superando únicamente por los cereales (54%).

Bolet (2005), indica que la OTA se absorbe fácilmente en el tracto gastrointestinal, siendo su biodisponibilidad superior a 50% en todas las especies de mamíferos ensayadas. Presenta una alta afinidad por las proteínas plasmáticas, lo que determina una larga persistencia en el organismo. En Costa Rica, un estudio realizado por Quintana (2007), determinó la presencia de OTA en plasma, encontrándose en el 95% de 149 muestras estudiadas.

También se estudió la presencia de la OTA en 110 muestras de diferentes marcas de café tostado y molido de las 12 torrefactoras más importantes del país y de 7 supermercados, solamente una muestra de café dio resultados negativos. Rodríguez (2001), del Centro de Investigaciones de Costa Rica, estableció en las bellotas de juntas o cerezas, una concentración de 560 ppb.

Zamora (2009), señala que la presencia de la ocratoxina A en la cadena alimentaria es una realidad indiscutible, tal y como lo demuestra los estudios que se han realizado sobre la presencia de OTA en la sangre de las poblaciones de diversos países, como Canadá o Suiza, prácticamente el 100% de la población presenta OTA en sangre, mientras que en España, casi el 60% de las muestras de sangre analizadas contienen OTA. Otros países como Polonia o Bulgaria, el porcentaje de presencia de OTA en sangre no llega al 10 % de la población. No se trata por tanto de ser alarmistas, pero resulta evidente que el problema existe y que por tanto hay que abordarlo seriamente.

El Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias del Perú -INIAP-, determinó el valor de 7% de presencia de OTA en el café verde a nivel nacional, siendo la provincia de Manabí la de mayor incidencia con el 22% de muestras contaminadas. Las Provincias de Loja y El Oro no presentaron contaminación con OTA, situación que tiene que ver con un mejor manejo del proceso de secado. El café proveniente de las provincias Francisco de Orellana y Sucumbíos, tiene el riesgo del crecimiento de hongos y producción de OTA, debido a que su contenido de humedad supera el valor de 13% establecido por la norma INEN 285, publicada en el 2011.

El café es la bebida más popular del mundo después del agua y el segundo commodity (mercancía) más negociado en el mundo después del petróleo crudo. Las plantaciones de café se cultivan en alrededor de setenta países en Asia, África, Centro y Sudamérica

Guatemala produce 215 000 toneladas métricas de café en oro, de los cuales en el Municipio de Acatenango, clasificado como área productora de la Región XVIII, según la regionalización de la Asociación Nacional del Café, se producen seis mil ochocientas toneladas métricas de café pergamino, y generan en su procesamiento aproximadamente quince mil quintales de cafés inferiores, que pueden ser un vehículo para la ingestión de Ocratoxina A, para la población guatemalteca, poniendo en riesgo la salud.

## V. MARCO TEÓRICO

### V.1 Micotoxina

Las micotoxinas son metabolitos secundarios con diferentes propiedades químicas, biológicas y toxicológicas, producidas por hongos que se desarrollan en productos vegetales. La ingesta de alimentos contaminados por micotoxinas provoca intoxicaciones conocidas como micotoxicosis (Juan, 2008). Los metabolitos secundarios no son necesarios para el crecimiento o reproducción de los hongos, a diferencia de los metabolitos primarios tales como los aminoácidos, ácidos grasos, sacáridos, ácidos nucleicos y proteínas. No todos los hongos son capaces de producir micotoxinas y los que los producen se conocen como hongos toxigénicos. Muchos hongos toxigénicos producen micotoxinas solo bajo condiciones medioambientales específicas. Aunque el crecimiento de los hongos es necesario para la síntesis de micotoxinas, el examen de un cultivo o el examen visual simple del grano o alimento no es siempre adecuado para predecir contaminación por micotoxinas; existe una baja correlación entre el recuento de esporas o la cantidad de crecimiento fúngico y la contaminación por micotoxinas. Tampoco la ausencia de crecimiento fúngico significa que un alimento o forraje esta libre de micotoxinas. Las micotoxinas pueden persistir en alimentos libres de mohos, debido a que las micotoxinas suelen ser resistentes a las temperaturas y al secado que destruye los mohos.

La ocratoxina A se ha visto que aparece de forma natural en varios tipos de granos de cereales y otros alimentos vegetales (Anadón, 2005), fue aislada por primera vez en 1965 de un cultivo de *Aspergillus ochraceus*, de donde deriva su nombre (Quintana, 2007)

La producción de micotoxinas puede resultar del estrés o de las limitaciones para el crecimiento de mohos como respuesta a factores vegetales o medioambientales adversos. Estos factores incluyen la sequía (con o sin daños por insectos o por almacenamiento mecánico), la temperatura inusual o las condiciones de humedad. Granos tales como maíz, trigo, cebada, sorgo, aceite de semillas de algodón y forrajes son sustratos de desarrollo fúngico que puede conducir a la producción de micotoxinas. Las necesidades generales para el crecimiento fúngico incluyen la presencia de carbohidratos (proporcionados por el almidón o la celulosa), humedad, oxígeno, y temperatura favorable, a menudo en un rango entre 285,15° K a 298,15° K.

Los hongos productores de micotoxinas se han clasificado en dos grandes grupos. Mohos de campo (patógenos para las plantas) y mohos del almacenamiento (saprofitos) sin embargo, en el caso del *Aspergillus flavus* éste puede comportarse en alimentos recolectados y almacenados como hongo de campo o saprofítico. Los hongos de campo se desarrollan previo al almacenamiento e incluyen al *Fusarium spp*, que requiere una humedad relativa alta (> 70%) y una humedad del grano para su crecimiento (> 23%).

Los géneros de hongos de almacenamiento incluyen *Aspergillus* y *Penicillium*, que son responsables de la producción de aflatoxinas, ocratoxinas, y citrinina. Los hongos de almacenamiento pueden crecer y producir micotoxinas a una concentración de humedad relativa baja en el grano y a temperaturas en un rango entre 283,15° K y 323,15° K. Las micotoxinas originadas por hongos constituyen factores de riesgo para la sanidad animal y humana y pueden causar una serie de enfermedades e incluso la muerte tras el consumo.

La mayoría de las micotoxinas de importancia agrícola se producen por tres géneros de hongos: *Aspergillus*, *Fusarium* y *Penicillium* y aunque existen otros géneros, solamente las toxinas producidas por estos tres géneros se han estudiado en profundidad. Muchas especies de *Fusarium*, *Penicillium* y *Alternaria* no solamente han sido reconocidos como patógenos para las plantas sino que también son fuente importante de micotoxinas que afectan a la sanidad animal y humana (Anadón 2005).

Las micotoxinas son sustancias extremadamente tóxicas, químicamente diversas y de poca solubilidad en agua, poseen bajo peso molecular, la mayoría tiene una estructura de anillos aromáticos y son muy resistentes a la inactivación por métodos físico, químicos y biológicos. De las más de 400 micotoxinas descritas hasta la fecha, solamente unas doce han sido experimentalmente documentadas como importantes para la salud humana y animal (AgrobioTeK, 2009), estas son producidas por más de 350 especies de hongos (Anadón, 2005).

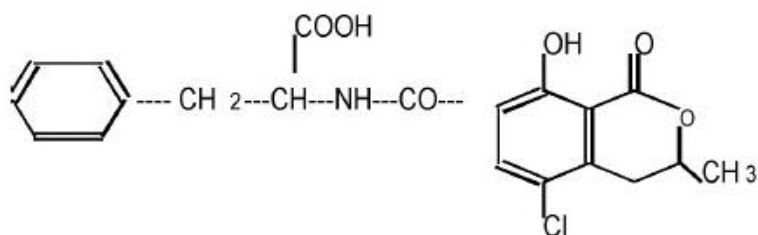
## **V.2 Ocratoxina**

En los últimos años, las ocratoxinas y en particular la ocratoxina A, han recibido una especial atención, debido al elevado poder toxicológico. La ocratoxina A, que tiene un marcado carácter nefrotóxico, se ha relacionado con enfermedades graves, como la “nefropatía endémica de los Balcanes” o tumores en el tracto urinario en personas y la “nefropatía espontánea porcina” o la “nefropatía aviar” en los animales.

Los estudios realizados con animales y en líneas celulares humanas han puesto de manifiesto s propiedades carcinogénicas, genotóxicas, inmunotóxicas y teratogénicas. Por ello, la Agencia Internacional de Investigación sobre el Cáncer ha incluido la ocratoxina A dentro de la categoría 2B, para indicar que la evaluación de las pruebas disponibles permite suponer que se trata de un agente posiblemente cancerígeno para el hombre (Pavón, 2007).

Las ocratoxinas son derivados 3,4-dihidro metil isocumarina unidos con un enlace amida a un grupo amino de la L-b-fenilalanina (estructura fenilalanina-cumarinas). La Ocratoxina A es una toxina que contiene una molécula de isocumarina ligada por un enlace peptídico a la fenilalanina. Esta micotoxina es producida por hongos de almacena- miento principalmente especies del genero *Penicillium* (*P. verrucosum*) y *Aspergillus*, siendo el más conocido el *Aspergillus ochraceus*. La ocratoxina A es la toxina primaria y probablemente la de mayor toxicidad, aunque también se encuentra un análogo denominado ocratoxina B de menor toxicidad.

Estructura química de la Ocratoxina A.



El *P. verrucosum* sólo se ha encontrado en Dinamarca, Suecia, Noruega, Reino Unido, Canadá y Estados Unidos, aunque otros hongos catalogados como de almacenamiento también son productores de ocratoxina A, e incluye en varias especies de *Aspergillus* como *A. ostianus*, *A. quercins* (*melleus*) y *A. sulphureus* (*A. fresenii*). Se desarrollan en regiones de clima frío cuando existe una humedad durante el almacenamiento. En granos la cebada, trigo, avena y maíz. Se estima en climas templados que el hongo *Penicillium verrucosum* es el único productor importante de ocratoxina A. Desde 1986, se viene monitorizando la aparición de ocratoxina A en cereales y se ha visto que depende mucho de las condiciones climáticas durante la cosecha.

Las ocratoxinas son un grupo de siete micotoxinas de las cuales la ocratoxina A es la más tóxica y, por lo tanto, es la que ha sido mejor estudiada. Son metabolitos de hongos de las especies *Aspergillus* (*ochraceus*, *sulphureus*, *melleus*, *sclerotiorum* y *alliaceus*) y *Penicillium* (*cyclopium*, *vindicatum*, *commune*, *variabile*, *purpurescens* y *palitans*), los cuales afectan principalmente las cosechas de maíz, sorgo, cebada, trigo, avena, café, soya y cacao (AgrobioTek, 2009; Rodríguez, 2006).

La OTA se encuentra principalmente en alimentos derivados de plantas, en frutas (manzanas, naranjas, ciruelas, uvas y frutos secos) y jugos de fruta (manzana, uva y naranja). Debido a estos hallazgos, muchos países han establecido límites de los niveles de OTA en alimentos, por lo general entre 1 y 10 ppb. Por lo tanto, es de gran importancia desarrollar una metodología de bajo costo, rápida y fiable determinación de OTA en estas concentraciones (Fernández, 2010).

Esta micotoxina se halla también en cerveza, carnes y piensos. La presencia de pequeñas cantidades de OTA en muestras sanguíneas de población sana confirma la exposición continuada de las personas a esta toxina. De acuerdo con esta premisa, las autoridades responsables de cada país someten a un estricto control sanitario todos los alimentos portadores de la toxina. En el vino, la dosis de OTA permitida es de 2 microgramos por kilo (Gimferrer, 2008). Se ha detectado también en productos de origen animal, como los riñones de cerdo (AESAN, 2011).

### **V.3. Micología y producción**

Los hongos productores de OTA pertenecen a los géneros *Aspergillus* y *Penicillium*, el primero dominante en climas tropicales y el segundo en climas fríos o templados. Por este motivo se ha propuesto que la ocratoxicosis en Alemania y Escandinavia podría estar relacionada con el género *Penicillium*, mientras que en Francia lo estaría con el *Aspergillus*. No obstante, habida cuenta del clima predominante, la presencia de OTA en Europa será debida fundamentalmente al género *Penicillium*, con *P. verrucosum* como especie productora principal. Entre las diversas cepas de las especies productoras se han señalado diferencias en lo que hace referencia a la capacidad de producción de la toxina, que también se encuentra condicionada, entre otros factores, por las condiciones de humedad, temperatura y pH (López, 2008).

## **V.4. Toxicocinética**

### **V.4.1. Absorción y distribución**

La mayoría de especies animales estudiadas presentan una primera y rápida absorción de la OTA en el estómago facilitada por propiedades ácidas, seguida de una absorción intestinal lenta, cuando entre la sangre y la luz intestinal se da un gradiente de concentración favorable. En el caso de los rumiantes la OTA es rápidamente hidrolizada por la población microbiana del rumen. No obstante, se ha detectado OTA en riñón, leche y orina de terneras que habían recibido grandes dosis de OTA. El porcentaje de toxina que desde los alimentos pasa a la circulación general difiere ampliamente de unas especies a otras, y en general, los mamíferos presentan una biodisponibilidad superior al 50% con la referida excepción de los rumiantes. Una de las propiedades toxicocinéticas más significativas de la OTA es su alta afinidad por proteínas plasmáticas. Esta unión será determinante de la persistencia de la toxina en la sangre y por lo tanto de su toxicidad. El porcentaje de toxina unida a proteínas es muy alto en la mayoría de los casos y ello hace que en casi todas las especies estudiadas, incluido el hombre, la fracción libre sea menor del 0.2%. También, otras proteínas presentes en plasma humano y porcino, diferentes a la albúmina, han demostrado *in vitro* cierta capacidad para unirse a la OTA con gran afinidad.

### **V.4.2. Metabolismo**

Los principales metabolitos derivados de la OTA son los siguientes: el producto de hidrólisis OT, los derivados hidroxilados 4-OH-OTA y 10-OH-OTA, y los productos de conjugación.

#### **V.4.3. Eliminación**

Se desconocen los parámetros cinéticos de la OTA en humanos, pero se considera que en el hombre presenta una biodisponibilidad en torno al 90%, se ha comprobado *in vitro* una gran capacidad de unión de la toxina a proteínas plasmáticas humanas, únicamente se puede deducir que la vida media plasmática de la OTA será muy elevada, lo cual supone evidentemente un riesgo mayor para la salud. En cuanto a la eliminación, la excreción renal parece ser el principal mecanismo, condicionado como ya se ha indicado por la unión de la OTA a proteínas plasmáticas. Se ha comprobado sin embargo mediante el análisis de muestras de leche humana en diversos estudios realizados en Suecia, Sierra Leona e Italia, que la eliminación de la OTA también se da por esta vía en una pequeña medida. Debido a que la leche materna es el primer y único alimento de los niños, podría suponer un peligro para lactantes pudiendo incluso superar en algunos casos los niveles máximos tolerados (López, 2008).

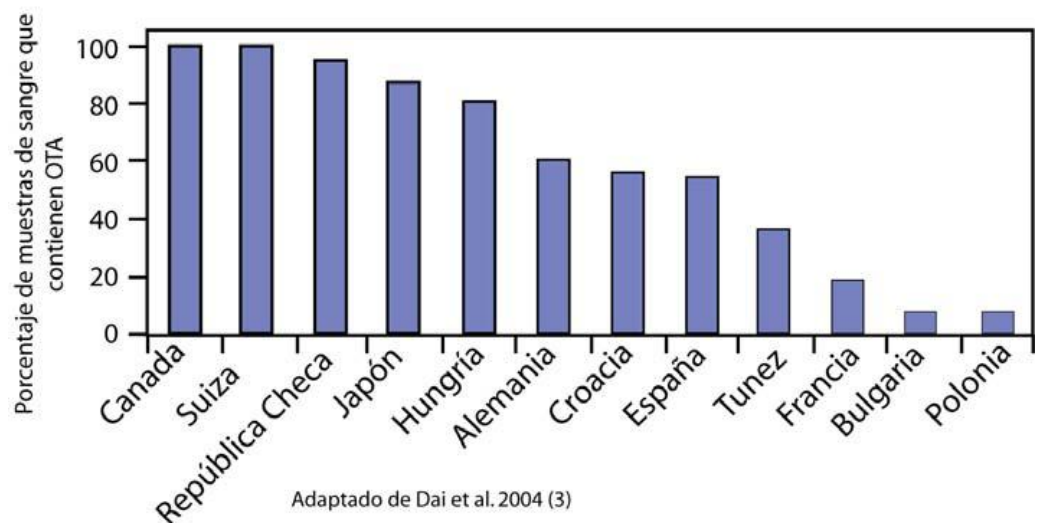
#### **V.5. Toxicidad**

De acuerdo a la Comisión Internacional para la Evaluación de Riesgos por Exposición a Micotoxinas, la Ocratoxina A presenta alta toxicidad. Por lo tanto, estableció provisionalmente que el límite máximo tolerable para la Ocratoxina A en los seres humanos sería 112 ng/Kg/semana. Esta conclusión se basó en el nivel máximo de Ocratoxina tolerables para los cerdos, sin deterioro de la función renal, que es de .008 mg/Kg de peso corporal por día. (Quezada C, 2008)

La Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA), a petición de la Comisión, adoptó en abril de 2006 un dictamen científico actualizado sobre la ocratoxina A en los alimentos, en el que se tiene en cuenta la nueva información científica, y estableció una ingesta semanal tolerable (tolerable weekly intake, TWI) de 120 ng/kg de peso corporal. (AESAN, 2011)

### Gráfica 1

**Incidencia de la exposición a la presencia de OTA en los alimentos sobre la presencia de la micotoxina en sangre en diversos países**



Fuente: Zamora, 2009.

### V.5.1. Toxicidad aguda

Dosis elevadas y únicas de la toxina pueden dar lugar a una intoxicación aguda cuyos principales signos clínicos son anorexia, pérdida de peso, poliuria, polidipsia, hemorragias digestivas y deshidratación, que provocan la muerte pocas semanas después de la administración. Se ha demostrado que perros, cerdos y pollos son especies más sensibles a los efectos de la OTA que ratones y ratas. En el hombre existe un caso descrito de necrosis tubular aguda debido a la inhalación de OTA producida por *Aspergillus ochraceus* en trigo almacenado en silos (López, 2008).

Los valores de la dosis letal 50 (DL50) de la Ocratoxina A en algunas especies de animales domésticos se pueden ver en la siguiente tabla:

**Tabla 1**

**Valores de dosis letal 50 (DL50) de la ocratoxina a en algunas especies cuando la toxina se administra por vía oral.**

| <b>Especie</b>     | <b>DL50 (mg/Kg de peso corporal)</b> |
|--------------------|--------------------------------------|
| Perro              | 0,2                                  |
| Ratón              | 46-58,3                              |
| Pollo              | 3,3                                  |
| Pato               | 0,5                                  |
| Rata               | 20-30,3                              |
| Rata recién nacida | 3,9                                  |
| Cerdo              | 1,0                                  |

Fuente: Quezada Araujo.

## **V.5.2. Toxicidad crónica**

### **V.5.2.1. Nefrotoxicidad**

La ingestión de alimentos contaminados, aunque siempre con dosis menores de 0.2 mg/kg de peso corporal, durante periodos inferiores a 120 días, da lugar a la aparición de un efecto tóxico renal en todas las especies de mamíferos monogástricos testados. La nefrotoxicidad provocada por el consumo de OTA presenta las siguientes características: poliuria, glucosuria, proteinuria y enzimuria.

### **V.5.2.2. La Nefropatía Endémica de los Balcanes (NEB)**

La NEB fue descrita por primera vez a finales de 1950 y consiste en una insuficiencia renal crónica bilateral frecuentemente asociada a uroteliomas y carcinoma renal. Los síntomas suelen ser anemia, proteinuria, amarilleamiento de la piel, dolor de cabeza, anorexia y uremia. Los signos patológicos hallados en los enfermos fallecidos como consecuencia de NEB son: una marcada reducción del tamaño del riñón y ciertos cambios en el córtex renal como fibrosis intersticial, hialinización glomerular, degeneración del epitelio tubular y pérdida del borde en cepillo del túbulo renal.

Se trata de una enfermedad endémica de zonas generalmente rurales en regiones como Croacia, Bosnia, Herzegovina, Serbia, Rumanía y Bulgaria. Es una enfermedad estacionaria, familiar pero no hereditaria, que afecta por igual a emigrantes como a inmigrantes y que se presenta, casi exclusivamente, en individuos de edades comprendidas entre 35 y 55 años.

A pesar de que se han barajado diversas hipótesis, incluyendo una etiología viral que posteriormente fue rechazada, en 1974 se propuso la hipótesis de una causa fúngica en el desarrollo de la enfermedad, llamando la atención principalmente sobre la OTA. La OTA y la citrinina se han asociado con la NEB debido por un lado a la similitud entre los síntomas de esta enfermedad y los provocados por la OTA en la nefropatía porcina y también porque en las zonas en que la enfermedad es endémica se han encontrado niveles elevados de OTA en alimentos, plasma y orina. Por otra parte, datos recientes obtenidos en el Norte de África sugieren una correlación entre la nefritis intersticial crónica y una alta exposición a la OTA.

#### **V.5.2.3. Inmunotoxicidad**

Diversos estudios han puesto de manifiesto efectos tóxicos de la OTA sobre el sistema inmune, pero los resultados resultan contradictorios en algunos casos. En algunos experimentos realizados en ratas se han podido observar algunas alteraciones relacionadas con dicho sistema: reducción en la producción de IL-2 y en la expresión de sus receptores; disminución en la producción de macrófagos, de IL-1 y del factor de necrosis tumoral; disminución en la actividad de las células “natural killer” (NK). Por otro lado, en un experimento de toxicidad subcrónica en ratones, apareció disminuida la producción de anticuerpos de manera dosis-dependiente, pero no se vieron afectadas ni la producción de IL- 2 ni la actividad NK. Por exposición prenatal a pequeñas dosis de OTA en ratones, los recién nacidos presentaron una disminución en el número de linfocitos T, que se recuperaba a los pocos días; en cuanto a la función inmune no se observaron diferencias ni en la actividad de células NK, ni en la respuesta mediante anticuerpos y producción de IL-2. Los resultados dispares obtenidos podrían ser justificados tanto por las diferentes especies animales como por las vías de administración utilizadas en los distintos estudios.

#### **V.5.2.4. Neurotoxicidad**

La OTA se acumula en el encéfalo y en actividad toxico dinámica, tiene como receptores algunas estructuras integradas en el mesencéfalo ventral, hipocampo, estriado y cerebelo. Algunos estudios *in vitro* han indicado que los marcadores de diferenciación y crecimiento neuronal de células neuronales en cultivo eran afectados por dosis mucho menores a las necesarias para los marcadores de las funciones básicas celulares, pero inferiores a las concentraciones requeridas en otras líneas celulares no neuronales.

#### **V.5.2.5. Carcinogenicidad**

En experimentos de carcinogénesis realizados con ratas y ratones, la administración crónica de OTA puede provocar cáncer hepático y renal. Además, numerosos estudios descriptivos han sugerido una correlación entre esta micotoxina y la nefropatía endémica de los Balcanes, la cual presenta una alta incidencia de mortalidad debido al desarrollo de tumores en el tracto urinario. Como consecuencia de la actividad cancerígena evidente en animales pero con datos insuficientes hasta el momento para el ser humano, la OTA fue catalogada por el IARC en 1993, como posiblemente carcinogénica para el hombre (grupo 2B)

#### **V.5.2.6. Genotoxicidad**

Existe una gran confusión sobre la capacidad mutagénica de la OTA ya que, aunque en un principio se obtuvieron resultados negativos, estudios más recientes indican un posible efecto mutagénico de esta micotoxina a través de algún metabolito y/o radical libre. En varios estudios de *mutación génica* con diversas estirpes de *Salmonella typhimurium*, la OTA presentó resultados negativos tanto en presencia como en ausencia de activación metabólica.

Sin embargo, un medio derivado de hepatocitos de rata expuestos a OTA dio un resultado positivo en el mismo test.

#### **V.5.2.7. Teratogenicidad**

La OTA ha resultado teratogénica en ratón, rata, hamster y gallina pero no en cerdo, debido probablemente a diferencias en la desigual transferencia placentaria entre las especies. Se ha visto que una de las principales dianas es el sistema nervioso central y se han observado malformaciones craneales en los fetos. De todos modos, la mayoría de estos estudios de teratogenicidad se han realizado mediante la exposición a una sola dosis de 1 mg de OTA/kg de peso corporal, o superior.

#### **V.5.2.8. Efecto congestivo y hemorrágico**

Después de varios días de administración de 4 mg de OTA/kg de peso corporal en rata, aparecen hemorragias que coinciden con una disminución de fibrinógeno, factores de coagulación II, VII, X y trombocitos. El síndrome se asemeja en este caso al producido por la carencia de vitamina K. Existen distintas hipótesis para explicar este efecto:

- a) Tiene acción antivitamina K, por lo que inhibe la síntesis de factores implicados en el complejo protombínico.
- b) Disminuye la síntesis proteica en el hígado y por consiguiente la producción de factores plasmáticos de la hemostasia como el fibrinógeno.
- c) Podría actuar específicamente sobre la línea megacariocitaria responsable de la producción de plaquetas.

#### **V.5.2.9. Alteración del metabolismo de los hidratos de carbono**

Se ha demostrado que la OTA ejerce un efecto negativo sobre el metabolismo de la glucosa: provoca una acumulación de glucógeno en el hígado al inhibir la activación por parte del AMP-cíclico de la fosforilasa quinasa, responsable de la transformación de glucógeno en glucosa 1-P. Además, la OTA causa un aumento de la glucosa en sangre debido a la inhibición de la actividad fosfoenol piruvato carboxiquinasa (PEPCK), enzima clave en la gluconeogénesis renal. En cerdos, una dosis de 4g/kg pc es suficiente para inhibir la PEPCK en un 50%, mientras que se necesita una dosis de 1000-2000 g/kg pc en ratas.

### **V.6. Mecanismo de acción**

#### **V.6.1. Inhibición de la síntesis de proteínas**

El principal mecanismo de acción implicado en la toxicidad de la OTA es la inhibición de la síntesis de proteínas. La OTA inhibe la síntesis proteica a nivel post-transcripcional por inhibición competitiva de la Phe-tRNA sintetasa. La OTA compite con la Phe en la unión con su correspondiente RNA de transferencia, reacción catalizada por la Phe tRNA sintetasa. Inhibe las dos reacciones catalizadas por la Phe-tRNA sintetasa: la activación de la Phe y su fijación sobre el tRNA. Este mecanismo provoca una gran variedad de efectos tóxicos, ya que se puede producir la carencia de determinadas enzimas (López A, 2008)

### **V.7. Condiciones ambientales para Ocratoxinas**

El desarrollo de los hongos y la producción de micotoxinas se relacionan con ciertos condicionantes ambientales.

La contaminación con micotoxinas se produce como resultado de las condiciones medioambientales en el campo, así como también por las inadecuadas condiciones en las que son realizadas las operaciones de cosecha, procesamiento del producto y almacenamiento (Juan, 2008)

Prefieren temperaturas mayores de 295,15° K (22° C) y humedad mínima del 16%; por lo tanto, las ocratoxinas frecuentemente contaminan granos producidos en lugares de climas cálidos (AgrobioTek, 2009).

La formación de las micotoxinas depende de la composición del sustrato, la capacidad genética de los hongos para producirlas y de factores ecológicos. Las condiciones que hacen posible la producción son las siguientes:

1. Tamaño muy pequeño de los hongos, se pueden dispersar por el aire muy fácilmente y establecerse en muchos sustratos diferentes desde donde puede crecer
2. Condiciones ambientales de contaminación como la temperatura
3. Factores físicos: humedad y agua disponible, zonas de microflora (pequeñas zonas de alimento con alto contenido de humedad) e integridad física del grano o alimento.
4. Factores químicos: composición del sustrato, pH, nutrientes minerales y disponibilidad de oxígeno
5. Factores biológicos: presencia de invertebrados.

En muchos países del mundo existe legislación y recomendaciones industriales para el control de las micotoxinas predominantes. Esto se realiza porque la seguridad y la salud resultan importantes por los efectos nocivos de las micotoxinas sobre la salud de las personas y los animales en la producción de cáncer de hígado y riñón principalmente y alteraciones del sistema inmunológico como se ha comprobado que la distribución de micotoxinas en alimentos y materias primas es heterogénea y que la descontaminación y la elaboración de alimentos no son eficaces para su total eliminación, por lo que resulta muy importante emplear técnicas de muestreo adecuadas y procedimientos analíticos rigurosos para asegurar la calidad y seguridad de los alimentos.

#### Medidas

1. Evitar los factores que influyen en el desarrollo de hongos y en la producción de micotoxinas:
  - Selección adecuada de las semillas
  - Evitar la humedad del producto, las temperaturas y humedad relativa elevadas en el almacenamiento y la conservación de las semillas.
  - Eliminar las malezas.
  - Practicar rutinariamente la rotación de los cultivos.
  - Desactivar o quemar toda materia orgánica muerta antes de la preparación del terreno.
  - Evitar daños mecánicos a los productos.
  - Recolectar los cultivos en plena madurez.
  - Los almacenes deben ser secos y que no permitan la entrada de agua.

- Cumplir las normas sanitarias de almacenamiento (estibas, niveles de humedad adecuados, ventilación e iluminaciones adecuadas, etc.).
- Controlar la infestación de insectos.
- Almacenar a baja temperatura.
- No utilizar los granos verdes, quebrados o aventados.
- Inspección periódica del producto almacenado.

## 2. Realizar una alimentación balanceada, para evitar la ingestión continua de micotoxinas.

El cáncer constituye hace años la segunda causa de muerte en Cuba, y como una de las causas más importantes y modificables es una alimentación incorrecta, dentro de la cual se encuentra la ingestión de alimentos contaminados con micotoxinas; se debe tratar de tomar medidas dentro de lo posible para evitar esta enfermedad (Bolet, 2005).

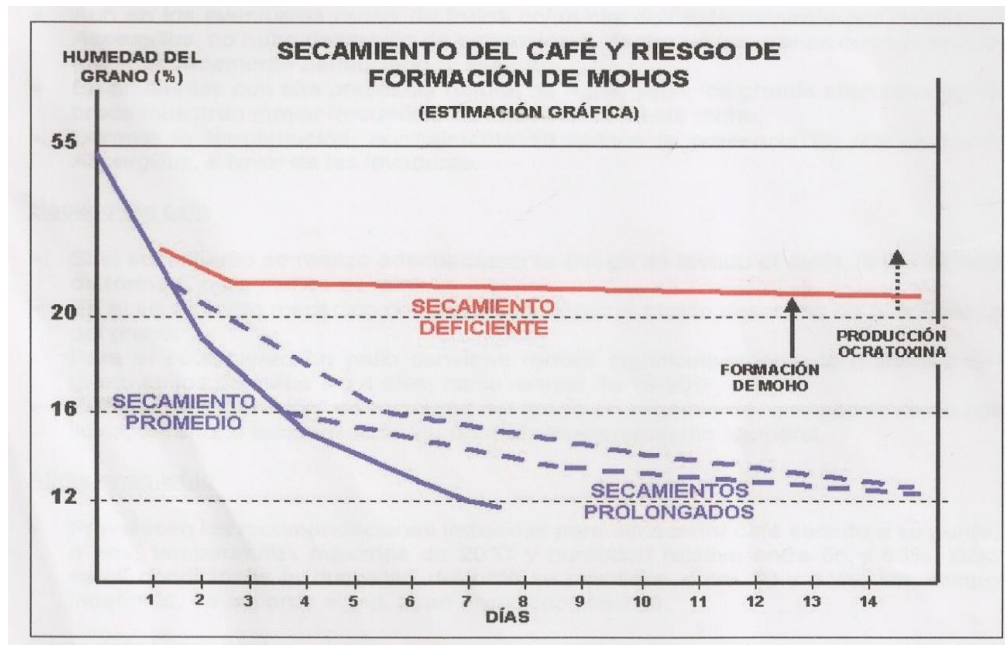
## 3. Controlar el proceso de secamiento de los alimentos.

La presencia de hongos desarrolla ocratoxina en el café, cuando carece de condiciones aceptables de secado (FAO, 2011). El café a veces contiene OTA a la hora de la cosecha, pero el período más importante para que se produzca en cantidades problemáticas es cuando se humedece el producto parcialmente seco (Anzueto, 2011).

En el proceso de secamiento al sol, debe reducirse la mayor cantidad posible de humedad en los primeros cinco días, evitando que se rehumedezca posteriormente. Se debe evitar almacenar café que no se ha secado por completo o en forma uniforme, o almacenar café (en especial café que no se ha secado bien) en condiciones en las que puede producirse condensación (Dicovski, 2008).



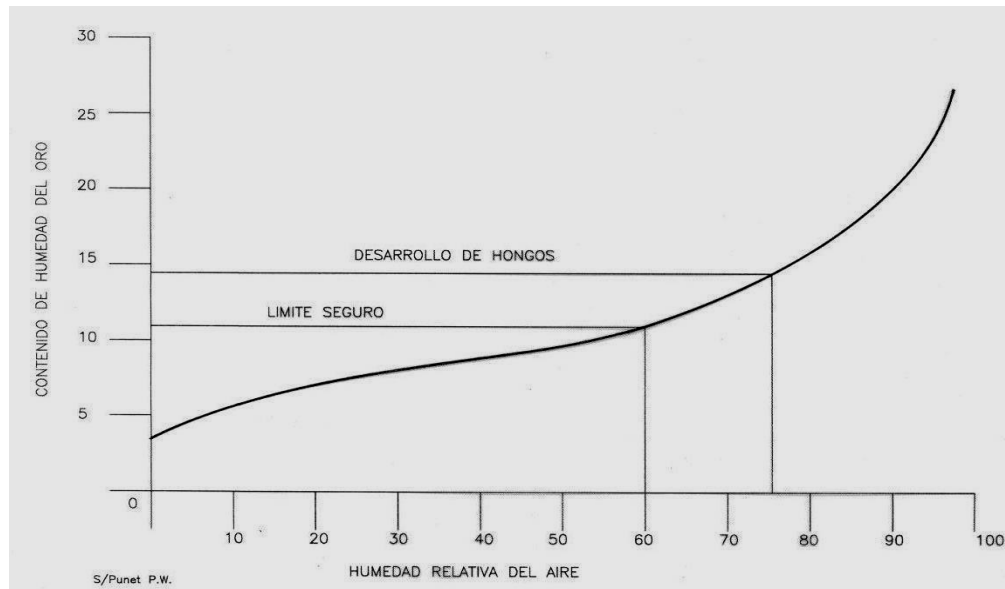
**Grafica No. 2**



Fuente: Anzueto Francisco, (2011)

**Grafica No. 3**

**Humedad relativa y contenido de humedad del grano**



Fuente: ANACAFE, Manual de Beneficiado Húmedo del Café

### V.7.1. Temperatura y Actividad del agua.

La temperatura óptima de formación de esta micotoxina se sitúa entre 288,15° K y 300,15° K. (Eroski, 2010). *A. ochraceus* crece más despacio que *A. flavus* y *A. parasiticus*, pero puede crecer con una actividad de agua de sólo 0,79. Se ha comunicado también el crecimiento a temperaturas de 281,15 a 310,15° K, y diversas fuentes han señalado valores óptimos de 298,15 a 304,15 ° K.

*P. verrucosum* crece a temperaturas de 273,15 a 304,5° K y con una actividad de agua mínima de 0,80. Se produce ocratoxina A en todo el intervalo de temperaturas. Pueden producirse cantidades considerables de toxinas a temperaturas de sólo 277,15° K y con una actividad de agua de sólo 0,86 (FAO, 2003).

Es conocido que para la producción de OTA por *A. ochraceus* y *P. verrucosum* que a 297,15° K el valor óptimo de actividad de agua es de 0,95 a 0,99. Y para un valor óptimo de aw de 0,90, el intervalo de temperatura para la producción de OTA por *A. ochraceus* es de 285,15 a 310,15° K, mientras que para *P. verrucosum* es de 277,15 a 304,15° K (Juan C, 2008).

La mayor parte de los hongos se desarrollan a partir de valores de aw de 0,70, en general es raro que haya hongos que germinen con valores de aw entre 0,60 y 0,70. Es de destacar que las bacterias por regla general no crecen con valores de aw por debajo de 0,90. Sin embargo la producción de micotoxinas es nula o muy baja con aw inferior a 0,85 y no obstante el crecimiento de mohos toxicogénicos ya se puede producir en un intervalo de aw de 0,70-0,85.

Aunque el valor porcentual de humedad libre de un alimento sólo da una orientación para juzgar las posibilidades de crecimiento y multiplicación de los hongos, se puede decir que valores de humedad inferiores al 13% suelen presentar un crecimiento y proliferación fúngica bajos y a medida que la humedad aumenta, el crecimiento y proliferación fúngicas se aceleran, pudiendo ser de forma exagerada para valores de humedad del 16%.

La temperatura óptima para el desarrollo de los hongos se encuentra entre 298,15 y 303,15° K y el límite máximo entre 313,15 y 318,15° K (Engormix, 2011). El hongo *A. ochraceus* es un organismo mesofílico. (FAO, 2011)

## **V.8. Concentraciones permitidas de Ocratoxina A**

La UE fija los contenidos máximos de ciertos contaminantes con vistas a reducir la presencia en determinados productos alimenticios a los niveles más bajos posibles que razonablemente permitan las buenas prácticas de fabricación o agrícolas. El objetivo es alcanzar un nivel elevado de protección de la salud pública, en particular para los grupos más sensibles de la población: los niños, las personas alérgicas, etc. (Europa, 2006).

La UE considera que la proliferación de micotoxinas son un riesgo a largo plazo, por lo tanto es necesario fortalecer la regulación específica para reducir la ingesta de este producto con un mal manejo de almacenamiento, por lo tanto decide trasladar el problema a los países productores exigiendo un tratamiento postcosecha sin retraso, mejoras en el sistema productivos, implementar las BPM y BPA como un compromiso de mejora y desarrollo para los productores, por lo tanto el límite que se ha establecido es de 5 ppb y esto implicaría un rechazo del 7% de las importaciones de café verde (Rodríguez, 2006).

En septiembre de 2004, la Organización Mundial del Comercio propone niveles máximos para la OTA en el café tostado y molido de 5 µg/kg, y en el café soluble de 10 µg/kg. (FAO, 2011). En Colombia se aceptan hasta 10 ppb. (ICONTEC, 2007). La última norma de la Comisión (CE) No. 1881/2006 del 19 de diciembre de 2006, como resultado de este proceso, que entró en vigor el 1 de marzo de 2007, no estableció límites para el café verde, y no hizo cambios a los límites máximos para la OTA en el café tostado y en el café soluble, que son respectivamente 5 µg/kg y 10 µg/kg. Sin embargo, el café verde permanece bajo revisión y hay disposición para la divulgación anual sobre ocurrencia de la OTA y medidas de prevención.

Históricamente, y antes de la norma de la Comisión del 2006 (CE) No. 1881/2006, en Europa algunos gobiernos establecieron niveles máximos para la OTA en el café tostado, soluble y, en algunos casos, café verde.

**Tabla No. 2**  
**Límites para la OTA en el café (ppb) vigentes**  
**en varios países de Europa.**

|                 | Tostado y molido |
|-----------------|------------------|
| Alemania        | 3                |
| República Checa | 10               |
| España          | 4                |
| Finlandia       | 5                |
| Grecia          | -                |
| Hungría         | 10               |
| Italia          | 4                |
| Países Bajos    | 10               |
| Portugal        | 4                |
| Suiza           | 5                |

Fuente: (FAO, 2011)

Nota: la situación de estos límites varía. Algunos están materializados en leyes o leyes de ejecución, otros son instrucciones de aduanas o directrices para los inspectores de inocuidad de los alimentos (FAO, 2011).

## **V.9. ANTECEDENTES**

**V.9.1.** Identificación del riesgo de contaminación física, química y biológica, en la producción de café, en tres fincas del municipio de Manizales. Colombia. Katherin Castro Ríos, Ingeniera en Alimentos, Universidad de Manizales, Colombia. 7 Jun 2011 (Castro, 2009).

**V.9.2.** Determinación de Ocratoxina A en plasma humano y en café de Costa Rica por un método de ELISA. Eugenia María Quintana Guzmán, Florencia Antillón Guerrero, Jessica Azofeifa Chávez. Universidad de Costa Rica y Centro de Investigaciones en Enfermedades Tropicales (CIET), Centro de Investigación en Tecnología de Alimentos. Universidad de Costa Rica. San Pedro, San José, Costa Rica. 2007 (Quintana, 2007).

## **V.10. NORMAS VIGENTES EN GUATEMALA**

La norma COGUANOR - NGO 34 144, tiene por objeto establecer los requisitos y características que deben cumplir el café tostado y molido, producido en el país o de origen importado. La cual en las especificaciones sanciona el moho como un defecto en el olor de tasa (COGUANOR, 1983). Es la norma utilizada por la Unidad de Control de Alimentos del Ministerio de Salud (Gómez, 2011).

Reglamento Técnico Centroamericano -RTCA 67.04.50:08-, contempla criterios microbiológicos para la inocuidad de los alimentos que se comercializan en territorio Centroamericano, como parte de unión aduanera vigente (Herrera, 2011).

En cuanto a Normas Internacionales, en el Codex Alimentarius no se encontró ninguna con especificaciones para el café tostado y molido. La Codex Stain 193-1995, para contaminantes y toxinas en alimentos y semillas, indica como nivel permitido de 5 ppb para trigo, cebada y centeno.

Norma Codex CAC/RCP 69-2009, Código de Prácticas para prevenir y reducir la contaminación de Ocratoxina a en el café, indica 12,5% de humedad como máximo, para prevenir la OTA (Toledo, 2003).

#### **V.11. NORMAS INTERNACIONALES CONSULTADAS**

Norma Técnica Colombiana NTC 3534, para café tostado en grano o molido, emitida por el Instituto Colombiano de Normas y Técnicas de Certificaciones (ICONTEC), indica en los requisitos específicos que el contenido nivel máximo de ocratoxina A debe ser de 10 ppb (ICONTEC, 2007).

Reglamento (CE) 123/2005 de la Unión Europea, establece límites máximos admisibles para el café que importan, para la OTA de 5 ppb en el café tostado y molido (Rodríguez, 2006).

## V.12. Café

### V.12.1. Aspectos Generales del café

|                            |                                                        |
|----------------------------|--------------------------------------------------------|
| Nombre común o vulgar      | Cafeto, Cafetos, Cafetero                              |
| Nombre científico o latino | <i>Coffea arabica</i>                                  |
| Familia                    | Rubiaceae.                                             |
| Origen                     | Etiopía, regiones tropicales y subtropicales de África |
| Etimología                 | Café procede de la palabra árabe quahwah               |

Arbusto de 3 - 7 metros de altura, aunque alcanza los 10 metros en estado silvestre

El café es una bebida que se obtiene de la planta de café, *coffea* de la Familia Rubiaceae conocida como cafeto, la cual contiene una sustancia estimulante llamada cafeína en aproximadamente un 0,75% al 1,5% del peso.

El aporte energético del café es de 2 kcal por taza, 1 mg. de sodio (Na), 2 mg. de calcio (Ca), 0,1 mg de hierro (Fe), 4 mg de fósforo (P) y 36 mg de potasio (K) estando constituida la bebida por un 98% de agua.

Las zonas climatológicas en las cuales se encuentra el café son: tropical seca, tropical húmeda, subtropical húmeda, subtropical muy húmeda, montano bajo húmeda y montano bajo muy húmeda, zonas que corresponden a precipitaciones pluviales que van desde 1 200 mm a más de 5 000 mm anuales, en alturas adecuadamente productivas sobre el nivel de mar de 400 a 1 700 metros y con temperaturas de 289,15 a 301,15 grados Kelvin. (López, 2008).

Dentro de las etapas de procesamiento de café se encuentra el beneficiado húmedo del grano, que consiste en transformar los frutos del cafeto de su estado uva a café pergamino (PROCAFE 2007).

## **V.12.2. Descripción del proceso de beneficiado húmedo**

### **V.12.2.1. Recolección de grano en el campo**

Esta actividad dependerá mucho de la disponibilidad de trabajadores y de éstos depende, en buena medida, la calidad del café, ya que un corte inadecuado incide en la cantidad de café verde, sobremaduro y con otros desperfectos que son indeseables para la calificación de la taza a obtener de esa partida en particular. En esta primera etapa del proceso, se cortan únicamente los granos que están completamente maduros. Cortar granos verdes, conlleva a que las partidas arrastren una serie de deficiencias que alteran la calidad final del producto, por ejemplo:

- a. Granos con un peso menor a los cafés procesados en el estado ideal de madurez
- b. Granos partidos o quebrados por un mal despulpado
- c. Granos con fermentaciones disparejas
- d. Granos con tueste pálido y sabor astringente en la taza

Para la recolección del fruto de café se toma en cuenta las condiciones climatológicas que prevalecen en la finca, cuando la época es muy lluviosa, la maduración se retrasa; por su parte, la época de canícula, tiene como consecuencia maduraciones prematuras, por tal razón se debe estar preparado estar preparados para poder contrarrestar estos inconvenientes, disponiendo de un adecuado número de cortadores.

La preparación de café para exportación, conlleva a clasificar el grano durante todo el proceso de beneficiado. En la fase de corte se separan granos que presenten las características siguientes:

- a. granos verdes que tendrán que ser madurados y beneficiados por separado.

- b. granos afectados por plagas, o que caen al suelo por efectos de la lluvia o el viento.

#### **V.12.2.2. El recibo del grano**

La cantidad de café que se va a recibir, depende de los volúmenes de café que genera el corte conforme avanza la maduración del grano. La capacidad de procesamiento del beneficio húmido debe estar de acuerdo a los picos de cosecha que se genera. La clasificación del grano cortado, es una de las tareas previas al beneficiado húmedo que no deberá de obviarse, ésta es necesaria dado que en muchas áreas productoras tienen incidencia enfermedades del cafeto que generan flotes y cafés vanos, el café maduro debe clasificarse en sifones de paso continuo y sistemas de cribado para flotes, también en esta parte del proceso, se separan piedras y basuras.

#### **V.12.2.3. El despulpado**

El despulpado constituye primera fase mecánica a la que es sometido el grano maduro, para la eliminación de todo el mesocarpio que sea posible, es decir, la capa intermedia que se encuentra entre el epicarpio y el endocarpio (pergamino). La incorporación de equipos para despulpar sin agua, contribuirá a evitar la contaminación generada en este proceso.

#### **V.12.2.4. Clasificación del grano despulpado**

Las características que distinguen al café procesado por la vía húmeda, son las diversas fases y selección desde el corte hasta la fase de lavado. El grano despulpado se clasifica por tamaño, por densidad o ambos, con el objetivo de separar cafés enfermos o deformados, pulpas y uniformizar su tamaño.

La presencia de un alto porcentaje de pulpa en las pilas de fermentación, puede dañar la apariencia física del grano en pergamino, provocando película rojiza. El exceso de pulpa en el café despulpado, fácilmente provoca fermentaciones disparejas.

La limpieza del café despulpado, se realiza con los siguientes equipos mecánicos: las zarandas oscilantes y las cribas giratorias. Las primeras, son planchas metálicas con perforaciones en forma oval, estas reciben el café en uno de los extremos, y mientras oscilan en el plano horizontal, desplazan el café de segunda y la cáscara al otro extremo para que sea descargado a un “pulpero de repaso”. El grano normal, despulpado, cae a través de las perforaciones y es conducido a pilas de fermentación de primera. La criba rotativa que generalmente es construida de metal y hierro de  $\frac{1}{4}$  de pulgada de diámetro, es un equipo que combina la clasificación por densidad y por tamaño.

#### **V.12.2.5. Métodos de eliminación de mucílago**

La etapa que sigue al despulpado es la remoción de mucílago. Por tratarse de un material gelatinoso insoluble en el agua es necesario solubilizarlo para convertirlo en un material de fácil remoción en el lavado. Para esto, es necesario forzarlo a degradación mediante la fermentación natural (bioquímica), en tanques o pilas de madera, concreto, ladrillo, plástico, fibra de vidrio, etc., durante períodos de tiempo que van de 6 a 48 horas, dependiendo de la temperatura ambiente, capacidad de drenaje de los tanques, altura de la masa de café, calidad del agua utilizada en el despulpado, estado de madurez del fruto, microorganismos presentes, etc. Al sistema descrito anteriormente, se le conoce como tradicional y es el que se ha utilizado durante muchos años en los países productores de café.

El desmucilaginado mecánico, proporciona una manera para eliminar el mucílago del grano en forma continua, reduciendo el tiempo que conlleva fermentar en forma natural. Este proceso depende de la utilización de equipos que utilizan una cantidad considerable de energía, así como un proceso de secamiento inmediato, para evitar post-fermentaciones indeseables. Para volúmenes grandes de café, el desmucilagar mecánicamente es una opción para agilizar el proceso; sin embargo, para un gran porcentaje de productores medianos y pequeños no es económicamente viable.

El empleo de máquinas para eliminar mecánicamente el mucílago del café, constituye una operación versátil, sin embargo, esta operación deja residuos de mucílago en la hendidura del grano afectando su apariencia física, sobre todo si no se tiene un secamiento inmediato.

#### **V.12.2.6. Lavado del café**

El lavado es la operación de quitar la miel que circunda el pergamino por medio de la inmersión, y paso de una corriente de agua. La economía de agua en esta operación complementa la eficacia del sistema de recirculación de agua que debe usarse en las operaciones de beneficiado húmedo de café. Las características hidráulicas de lavado de las plantas agroindustriales, están basadas en consumos mínimos de agua. El lavado del café, se realiza mediante bombas de impulsor abierto, combinando una clasificación en canales rectos con una pendiente uniforme de 0,75%, se trata de dar al canal de flujo laminar constante, que permite la clasificación y lavado, retornando nuevamente al tanque recolector. Estos tanques disponen de un diseño que permite manejar niveles de agua para disponer de la cantidad necesaria en el inicio, intermedio y final de la cosecha.

#### **V.12.2.7. Secamiento del café**

El proceso de beneficiado húmedo, termina cuando se logra bajar la humedad del café del 10 al 12% (punto comercial). El grano del café, se constituye como uno de los más difíciles de secar:

- a. Posee un alto contenido de humedad al salir de la clasificación (canal correteo), aproximadamente 50 a 55%. Otros granos al momento de cosecharlos poseen 20% de humedad, por ejemplo el maíz y el arroz.
- b. El pergamino y el grano poseen diferentes características físico-químicas. El pergamino se endurece durante el secamiento, sobre todo si se efectúa en forma violenta con el uso de altas temperaturas. El grano contiene células que reducen el tamaño durante el proceso de secamiento, formándose una cámara de aire entre ambos que interfiere el paso del calor hacia el interior del grano, con el paso hacia el exterior de la humedad, en forma de vapor de agua.
- c. Si se emplean altas temperaturas durante el secado, existe volatilización de los componentes aromáticos afectando la calidad del café. El recalentamiento del grano afecta la apariencia física, así como las características de la taza.

##### **V.12.2.7.1. Secado al sol**

El secamiento de café al sol, es una práctica común en lugares donde puede aprovecharse la energía solar y del aire, con este sistema los costos de inversión en equipos y de operación son razonablemente más bajos. Algunas recomendaciones generales para el proceso son:

- a. Después del lavado y clasificado el café se extiende, en el área de secado en capas no mayores de 0,05 a 0,06 metros., colocando 31,75 kilogramos por metro cuadrado.

- c. Evitar el amontonamiento de café en el patio porque se provocan post-fermentaciones, perjudicando el aspecto físico del grano en pergamino.
- d. Los patios de concreto deberán estar contruidos con una pendiente longitudinal máxima del 2%.
- e. Remover el café de 3 a 4 veces diariamente, para uniformizar el secado.
- f. Construir casillas alrededor de los patios para resguardar el grano en caso de lluvia y almacenarlo por la noche.

#### **V.12.2.7.2. Secamiento mecánico**

En las zonas donde no es posible aprovechar la energía del sol y del aire, es preferible combinar el escurrimiento del grano y el presecamiento al sol con un sistema mecánico de secado, el cual está conformado por las partes siguientes:

- a. Una fuente de calor (horno o calorífero)
- b. Un ventilador para forzar el aire caliente a través del grano.
- c. Una estructura en compartimientos donde se coloca la carga de café a secar.

El elemento básico en este sistema de secamiento lo constituye el aire caliente, que es impulsado mecánicamente y forzado a través de la masa de café, para que el aire adquiera la condición desecante, es necesario aumentar su temperatura y así, bajar la humedad relativa del mismo. El aire ambiente juega un papel importante durante el proceso de secamiento; bajo condiciones lluviosas o por la noche la humedad relativa alcanza valores de saturación (100%), mientras que en ambientes cálidos y soleados desciende a 60, 50% o menos. Por esta razón, es recomendable evitar secar mecánicamente por la noche, ya que las condiciones de humedad relativa y temperatura ambiente son severas.

El ventilador es uno de los componentes del sistema que más influye en el diseño y funcionamiento del secamiento mecánico, su función es hacer pasar a través de todo el sistema, un determinado caudal de aire, venciendo las resistencias opuestas de los componentes (ductos, masa de café, etc.). El flujo de aire es el volumen de aire caliente y seco que impulsa el ventilador al área de café a secar, calentando el grano y arrastrando simultáneamente la humedad a través del proceso de evaporación. Para el secamiento de café por este sistema, es recomendable utilizar altos volúmenes de aire en vez de elevadas temperaturas de secamiento.

El secamiento del grano tiene tres etapas importantes durante el proceso, que van acompañadas de diferentes temperaturas a aplicar, estas se definen de la forma siguiente:

- a) La fase de evaporación constante, 55-40% humedad  $323,15^{\circ}$  K, coincide con el presecado mecánico, donde se necesitan altos volúmenes de aire, la evaporación del agua del grano es fácil y rápida, hasta un 40% de humedad. Dicha fase es posible efectuarla con presecadoras o en patios de secamiento.
- b) La fase crítica, 40-20% humedad  $343,15^{\circ}$  K, principia cuando el grano traslada la humedad desde el interior hasta la superficie. Se inicia la disminución del tamaño del grano al ir perdiendo la humedad. En esta fase se pueden utilizar secadoras de tipo rotativo y estático.
- c) La estabilización de humedad del grano, 20-10% humedad  $333,15^{\circ}$  K, es el período final de secamiento, en donde el grano alcanza su punto de secado, se recomienda realizarla al sol, o en secadoras mecánicas a temperaturas no mayores de  $333,15^{\circ}$  K. (Toledo, 2003).

### **V.13. Buenas Prácticas Agrícolas -BPA-, para la prevención de OTA en café**

#### **V.13.1. Recolección y selección**

El método de elaboración, bien sea en húmedo o natural, influye enormemente en la forma de realización de estas actividades. El principal problema es la desigualdad en la maduración del fruto. En todos los casos, la finalidad es agrupar el fruto en dos categorías que sean uniformes: a) la separación de los frutos maduros de los no maduros en la producción en húmedo, y b) los frutos de elevado contenido de agua de los frutos de bajo contenido de agua en la elaboración natural. La separación de frutos que contienen granos defectuosos de la cadena principal de producción se realiza también en algunos protocolos mediante la separación por flotación en agua. El café flotante puede representar más del 20 por ciento de la cosecha en los años desfavorables (Mick, 1999). Un amplio muestreo llegó a la conclusión que cuando un grano de café cae al suelo es susceptible de contaminarse con Ocratoxina A (Rodríguez, 2006).

#### **V.13.2. Secado y separación de tejidos**

Se trata de la parte más compleja y variada del proceso, si bien es fundamental el método de elaboración, en húmedo o natural, el que determina cómo han de realizarse estas actividades. El secado rápido y uniforme de los granos representa la formulación más concisa del objetivo de esta fase en la cadena de producción. La eliminación de los tejidos del fruto y, por consiguiente, de la carga microbiana que contiene, constituye también un importante aspecto de estos procedimientos.

### **V.13.3. Separación de granos defectuosos**

La frecuente presencia de granos defectuosos determina la clasificación del lote de café. La eliminación manual o mecánica de defectos puede mejorar la clasificación y, consecuentemente, el valor (aunque reduciendo el peso) y este es el objeto de estos procedimientos. La eliminación de defectos, puede influir en la presencia de OTA en el producto final si algunos de los defectos corresponden o tienden a corresponder a la actividad de los hongos que producen OTA.

### **V.13.4. Almacenamiento y transporte**

El café después de que ha sido secado, generalmente queda durante unos tres meses en el área de producción, o sometido a los trabajos de curado, antes de ser transportado. El café para la exportación pasa invariablemente algún tiempo en las tierras bajas tropicales y luego en la zona templada septentrional con las consiguientes variaciones de temperatura y humedad con respecto a las que se registran en las tierras altas tropicales de donde proceden. El objetivo del transporte y el almacenamiento es mantener un bajo contenido de humedad, uniformemente distribuida en el producto entre 11 y 13%, con una Humedad relativa de 0,55-0,65. Son las condiciones en que se mantiene microbiológicamente estable. Un sistema modelo ha demostrado que el agua puede redistribuirse rápidamente mediante la aplicación de la fase gaseosa en una masa de granos de café oro.

El más adecuado punto crítico de control lo determina el procedimiento de secado. Los trabajos de campo y de laboratorio han establecido que la mayor parte de la contaminación, si no toda (frecuencia de granos contaminados), se ha producido durante los primeros días en el patio de secado y probablemente mucho antes. El crecimiento ulterior de *A. ochraceus* (y otras especies con propiedades fisiológicas análogas) y la producción de OTA se limita a una ventana bastante estrecha de valores de contenido de humedad que corresponde a  $A_w$  de 0,94 y 0,80. El parámetro de control crítico es mantener una tasa de secado tal que la espera en ese intervalo  $A_w$  no sea superior a tres días. Este mecanismo explica la observación de que algunas explotaciones agrícolas producen café con una frecuencia bastante elevada de contaminación por *A. ochraceus* por café exento de OTA cuando las condiciones de secado son buenas.

Una vez que el producto ha alcanzado la fase de almacenamiento y transporte, cualquier carga de esporas existente en la parte exterior o, sobre todo, el desarrollo micelial dentro del tejido del grano representa más bien un potencial, y no un problema efectivo. El rehumedecimiento es el elemento que puede desencadenar un incidente. El cambio de temperatura experimentado durante el tránsito de la zona tropical al norte o la diferencia de temperatura en un contenedor, de forma que haya un lado caliente y otro frío, puede causar una redistribución del agua y la consiguiente formación de condensación. El principio de este aspecto como punto crítico de control es claro: mantener condiciones estables de temperatura y humedad durante el transporte y el almacenamiento (Mick, 1999).

#### **V.13.5. Tostado de café**

La torrefacción es la operación en la cual son formados, bajo la acción del calor, los principios aromáticos que no existen previamente, en la semilla del café. Consiste en calentar los granos a una temperatura que provoque modificaciones químicas, físicas y físico-químicas que hace que de éstos se pueda obtener una infusión cuyas cualidades sean satisfactorias. El proceso tiene una duración de 12 a 15 minutos, a una temperatura de  $483,15 - 503,15^{\circ}$  K. En este proceso el calor tiene que ser aplicado rápida y uniformemente manteniendo los granos en movimiento

#### **Cambios que ocurren en el café a distintos grados de calor durante el tostado:**

$373,15^{\circ}$  K, coloración verde a amarilla, olor a pan tostado y desprendimiento de vapor de agua.

$393,15 - 403,15^{\circ}$  K, coloración castaño que pasa de pardo claro a oscuro

$423,15^{\circ}$  K, despide olor a semillas tostadas sin apreciarse el aroma característico.

$453,15^{\circ}$  K, el aroma característico del café comienza a desarrollarse, con desprendimiento de CO y CO<sub>2</sub>.

$453,15 - 543,15^{\circ}$  K, el aroma es más abundante y el color más oscuro, hay un aumento mayor en volumen y presenta una exudación brillante en la superficie.

$543,15^{\circ}$  K, el desprendimiento del humo aumenta, los granos se ennegrecen y pierden el brillo; el volumen deja de aumentar.

Durante el tostado de los granos ocurren una serie de modificaciones físicas y mecánicas. Algunas de éstas son las siguientes:

- Pérdida de peso
- Aumento en volumen
- Cambios en la coloración de los granos
- Textura interna del grano
- Resistencia a la presión

#### **V.14 Ubicación geográfica e identificación del lugar de la investigación**

De acuerdo a la regionalización de ANACAFE, el municipio de Acatenango representa la octava región, de las que conforman el área cafetalera del país, de acuerdo a sus características ambientales, en la actualidad desarrolla un proceso para “denominación de origen del café”.

El municipio de Acatenango, localizado en el departamento de Chimaltenango, cuenta con una extensión territorial de 172 km<sup>2</sup>, está a 85 Km. de la ciudad capital; tiene una elevación de 1 571,07 metros sobre el nivel del mar. Su clima es templado y su posición geográfica es de latitud 14°33'20" y longitud de 90°56'35".

El Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (Insivumeh) climáticamente, ha zonificado al país en seis regiones perfectamente caracterizadas por el sistema de Thorntwaite, el departamento de Chimaltenango, está dentro de la clasificación “mesetas y altiplanos”.

De acuerdo a la clasificación de Holdridge (zonas de vida), Acatenango se encuentra comprendido en las zonas de vida de la forma siguiente:

- I. Región Este: Bosque húmedo montano bajo subtropical.

- II. Región central: Bosque húmedo montano bajo subtropical y bosque muy húmedo subtropical cálido.
- III. Región meso-occidental: Bosque muy húmedo montano bajo subtropical.
- IV. Región occidental: Bosque húmedo montano bajo subtropical.
- V. Región suroccidental: Bosque muy húmedo subtropical cálido.

Las precipitación pluvial oscila entre 1 000 y 2 000 milímetros/año. Los registros más altos se obtienen de mayo a septiembre. La temperatura registra valores máximos entre 299,15° K a 302,15° K y mínimos entre 280,15° K y 286,15° K. Las temperaturas promedio entre 290,15° K y 292,15° K.

La humedad relativa oscila entre el 64 % y el 89 % en todo el año.

#### **V.15 Método Elisa**

ELISA ("Enzyme-Linked ImmunoSorbent Assay", ensayo por inmunoabsorción ligado a enzimas) se basa en la detección de un antígeno inmovilizado sobre una fase sólida mediante anticuerpos que directa o indirectamente producen una reacción cuyo producto, por ejemplo un colorante, puede ser medido espectrofotométricamente.

Este principio tiene muchas de las propiedades de un inmunoensayo ideal: es versátil, simple en su realización y consigue, mediante el uso de la fase sólida, una separación fácil entre la fracción retenida y la fracción libre.

## **VI. OBJETIVOS**

### **VI.1. Objetivo general**

Determinar el nivel de contaminación por Ocratoxina A, en café tostado y molido, elaborado con cafés inferiores procesados en el municipio de Acatenango.

### **VI.2. Objetivos específicos**

1. Caracterizar la infraestructura utilizada para el proceso de beneficiado húmedo, responsables de la generación de cafés inferiores en la región y establecer la incidencia en la concentración de Ocratoxina A.

2. Cuantificar la concentración en ppb (partes por billón) de Ocratoxina A, en café tostado y molido, elaborado con cafés inferiores, utilizados para consumo nacional y producidos en la región.



## **VII. HIPÓTESIS**

### **VII.1. Hipótesis nula (H<sub>0</sub>.)**

El nivel de contaminación por Ocratoxina A, en café tostado y molido, elaborado con cafés inferiores procesados en el Municipio de Acatenango, es menor o igual a cinco partes por billón.

### **VII.2. Hipótesis alternativa (H<sub>1</sub>)**

El nivel de contaminación por Ocratoxina A, en café tostado y molido, elaborado con cafés inferiores procesados en el Municipio de Acatenango, es mayor a cinco partes por billón.

## **VIII. MATERIALES**

### **VIII.1. RECURSOS**

#### **VIII.1.1. Humanos**

- Técnico Universitario en Procesamiento de Alimentos:  
Edwin Francisco López Corado.
- Asesor Principal de Tesis:  
Q.B. Gladys Floricelda Calderón Castilla.
- Asesor Adjunto:  
MsC. Sammy Alexis Ramírez Juárez.

#### **VIII.1.2. Institucionales**

- Centro Universitario del Sur Occidente –CUNSUROC-
- Laboratorio Privado de Análisis Clínico e investigación.  
Diagnóstico Molecular.

### **VIII.2 MATERIALES Y EQUIPO**

#### **VIII.2.1 Materiales**

- Café en cerezas y natas
- Envases para contener muestra (Bolsas plásticas para empaque)

#### **VIII.2.2 Equipo**

- Chuzo muestreador de acero inoxidable
- Trilla de muestras
- Tostador de café
- Colorímetro de café
- Molino de café
- Medidor de granulometría de café tostado y molido
- Equipo de laboratorio

## **IX. MÉTODO**

Por las características de la investigación, se utilizó el método por Inducción, que permite la elaboración de un muestreo, de hipótesis y de conclusiones, entre otros; constituye un instrumento metódico que se utiliza en la manipulación de los hechos y es el proceso por el cual se pueden ordenar los datos de la observación.

La Inducción es el proceso de razonamiento que va de lo particular a lo general.

Para elaborar la metodología de este trabajo se procedió de acuerdo al Protocolo de Análisis de Calidad de Café del Programa Cooperativo Regional para el Desarrollo Tecnológico y Modernización de la Caficultura (PROMECAFE, 2 010).

### **IX.1. Caracterización de infraestructura**

Como parte del estudio de las múltiples variables que puedan dar lugar a encontrar concentraciones de Ocratoxina A en los cafés inferiores, se encuentra la capacidad de secamiento, en las unidades de procesamiento.

Se visitaron treinta beneficios húmedos, ubicados en igual número de fincas localizadas en la jurisdicción municipal de Acatenango, en donde se realizaron las actividades siguientes:

1. Medición de infraestructura para secamiento natural (patios de cemento) y cuantificación de equipo para secamiento mecánico (tipo guardiola y de pila)
2. Registro de información.
3. Determinación de la Capacidad de secamiento.

**IX.1.1. Determinación del área de secamiento natural (patio de cemento) para cafés de inferiores:**

- a) Producción en la cosecha 2011/2012, en toneladas métricas:  
2 750
- b) Pico de cosecha: 55 toneladas métricas (55 000 kilogramos), que corresponden al 2 % de la producción, con este dato se determina el tamaño de los patios a utilizar en una unidad de procesamiento.
- c) La conversión de quintales pergamino húmedo y pergamino seco  
es: 2:1
- c) En un metro cuadrado de patio se pueden colocar 31,75 kilogramos de café húmedos, con un espesor de 0,05 metros,  
para obtener un secamiento uniforme.
- e) Tiempo promedio para secamiento en patio: 8 días.

|               |   |              |   |               |   |                 |
|---------------|---|--------------|---|---------------|---|-----------------|
| 55 000        |   | 90,70        |   | 1 metro       |   | 3 463,80 metros |
| kilogramos de | X | kilogramos   | X | cuadrado de   | = | cuadrados de    |
| café seco     |   | de café      |   | patio         |   | patio.          |
|               |   | húmedo       |   |               |   |                 |
|               |   | 45,36        |   | 31,75         |   |                 |
|               |   | kilogramos   |   | kilogramos de |   |                 |
|               |   | de café seco |   | café húmedo   |   |                 |

Para establecer el área necesaria de secamiento para la producción de la región, se multiplica el dato obtenido en la operación anterior (3 463,48 metros cuadrados de patio), que es lo que se requiere para un día de secado, por 8, que es el tiempo promedio en días de secamiento, dando como resultado 27 707,88 metros cuadrados de patio, que se requieren para secar 2 750 toneladas métricas, de cafés pergamino de primera.

#### **IX.1.2. Determinación del área de secamiento natural (patio de cemento) para cafés de inferiores:**

- a) Producción en la cosecha 2011/2012, en toneladas métricas: 372
- b) Pico de cosecha: 7,44 toneladas métricas (7 440 kilogramos) que corresponden al 2 % de la producción, con este dato se determina el tamaño de los patios a utilizar en una unidad de procesamiento.
- c) La conversión de quintales pergamino húmedo y pergamino seco es 2:1
- c) En un metro cuadrado de patio se pueden colocar 31,75 kilogramos de café húmedo, con un espesor de 0,05 metros, para obtener un secamiento uniforme.
- e) Tiempo promedio para secamiento en patio: 18 días.

|               |   |               |   |               |   |                     |
|---------------|---|---------------|---|---------------|---|---------------------|
| 7 440         |   | 90,70         |   | 1 metro       |   | 468,57 metros       |
| kilogramos de | X | kilogramos de | X | cuadrado de   | = | cuadrados de patio. |
| café seco     |   | café húmedo   |   | patio         |   |                     |
| <hr/>         |   | 45,36         |   | 31,75         |   |                     |
|               |   | kilogramos de |   | kilogramos de |   |                     |
|               |   | café seco     |   | café húmedo   |   |                     |

Para establecer el área necesaria de secamiento para la producción de la región, se multiplica el dato obtenido en la operación anterior (468,57 metros cuadrados de patio), que es lo que se requiere para un día de secado, por 18, que es el tiempo promedio en días de secamiento, dando como resultado 8 434,26 metros cuadrados de patio, que se requieren para secar 372 toneladas métricas, de cafés inferiores

Para el secamiento de 2 750 toneladas métricas de café pergamino de primera y 372 tonelada métricas de de cafés inferiores, se requieren 36 142,14 Metros cuadrados de patio.

### **IX.1.3. Determinación de la capacidad de secamiento mecánico para cafés de primera, producidos en la región:**

- a) Secadoras tipo guardiana, en el área de estudio: 27
- b) Capacidad promedio en tonelada métricas, por secadora:  
2,72
- c) Tiempo promedio utilizado para el secamiento, en días: 1,15
- d) Periodo de tiempo que se utiliza el equipo durante la cosecha, en días: 30

|              |                                                     |                                      |                          |
|--------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------|
| 27 secadoras | 2,72 toneladas<br>X métricas de X<br>pergamino seco | 30 días en uso                       | 1 915,82 toneladas       |
|              | =                                                   |                                      | métricas de café<br>seco |
|              | 1 secadora                                          | 1,15 días promedio<br>por secamiento |                          |

Con este equipo se cuenta con una capacidad instalada de secamiento de 1 915,82 toneladas métricas de café.

### **IX.I.4. Determinación de la Capacidad de secamiento mecánico**

**para cafés Inferiores producción en la región:**

- a) Secadoras tipo pila, en el área de estudio: 6
- b) Capacidad promedio en toneladas métricas , por secadora: 1,81
- c) Tiempo promedio utilizado para el secamiento, en días: 1,20
- d) Periodo de tiempo que se utiliza el equipo durante la cosecha, en días: 30

|             |   |                |   |                    |   |                  |
|-------------|---|----------------|---|--------------------|---|------------------|
| 6 secadoras |   | 1,81 toneladas |   | 30 días en uso     |   | 271,50 toneladas |
|             | X | métricas de    | X |                    | = | métricas cafés   |
|             |   | café seco      |   |                    |   | inferiores       |
|             |   | 1 secadora     |   | 1,20 días promedio |   |                  |
|             |   |                |   | por secamiento     |   |                  |

Con este equipo se cuenta con una capacidad de secamiento de 271,50 toneladas métricas de café.

La capacidad instalada de secamiento mecánico que existe el equipo de secamiento tipo Guardiola y las pilas que se utilizan para cafés inferiores es de 2 187,32 toneladas métricas de café, en cosecha 2011/2012

**IX.2. Determinación del contenido de Ocratoxina A**

Para determinar el nivel de contaminación en partes por billón (ppb) de Ocratoxina A, se recolectaron las muestras, se procesaron y se enviaron al laboratorio 100 gramos de café tostado y molido, de cada una de las 30 fincas muestreadas.

Desarrollándose el siguiente proceso: (Ver Diagrama de Flujo No. 1, página 85)

1. Tamaño de muestra. Considerando que al laboratorio se enviarían 100 gramos de café tostado y molido, se obtuvo un kilogramo de cerezas y un kilogramo de natas por finca, al momento de realizar el muestreo.

2. Toma de muestra. Para la obtención de la muestras, se chucearon todos los sacos.
3. Debido a que los sub productos estaban compuestos por cerezas y natas, se obtuvo muestra de ambos productos, por finca.
4. Se tomó muestra de café en tres puntos diferentes de cada uno de los sacos.
5. La muestra obtenida de los diferentes sacos que componen el lote de la finca se mezcló perfectamente, para obtener la mejor uniformidad posible, formando una muestra primaria de cerezas y una muestra primaria de natas.
6. Trillado. Los sub productos se trillaron por separado (cerezas y natas) para obtener las muestras en café oro.
7. Preparación de muestras para tostado. Se prepararon una muestra por finca, compuesta proporcionalmente por calidades, cereza y natas.
8. Tostado. Se realizó utilizando un tostador de café, se expusieron las muestras de café oro a una temperatura  $503,15^{\circ}\text{K}$  ( $230^{\circ}\text{Celsius}$ ) , durante 8 minutos aproximadamente, hasta alcanzar un tueste medio, clasificado por comparación visual con los discos de color Agtron/SCCA con número 60.
9. Molido. Utilizando un molino de discos, se procedió a moler el café tostado, obteniendo una granulometría de 0,850 milímetros.
10. Muestra para análisis. Se prepararon 200 gramos de la muestra de cada finca, 100 gramos para su envío al laboratorio y 100 gramos para almacenamiento, como un respaldo hasta concluir con la investigación.
11. Cada muestra fue vaciada en un empaque el cual se cerró herméticamente para evitar la pérdida o alteración del contenido, y se identificó con la siguiente información:
  - a. Fecha de muestreo.

- b. Nombre del muestreador
- c. Nombre de la finca
- d. Peso de la muestra.
- e. Información adicional.

12. Manejo de muestra. Las muestras se protegieron debidamente durante el envío al laboratorio, colocadas en un recipiente de plástico limpio, con una protección adecuada contra la contaminación externa y evitar así el deterioro durante el tránsito. El recipiente conteniendo las muestras, se mantuvo precintado evitándose cualquier apertura no autorizada.
13. El laboratorio utilizó el Kit Veratox, para desarrollar el método Elisa, el cual utilizado para la detección de ocratoxina actúa como un ensayo inmunoenzimático competitivo directo (CD-DIRECTO).
14. Se tabularon los resultados de laboratorio, de la concentración de Ocratoxina A, en partes por billón y se analizaron estadísticamente utilizando la Prueba de Hipótesis.

### IX.3. Análisis estadístico

- Los resultados se analizaron estadísticamente por medio de la Prueba de Hipótesis,

- Hipótesis:

$H_0; \mu \leq 5 \text{ ppb.}$

$H_1; \mu > 5 \text{ ppb.}$

3. Nivel de significancia  $\alpha = 0,05$

$Z_{\alpha} = 1,96$

4. Regla de decisión:

Si  $z \leq 1,645$  no se rechaza  $H_0$ .

Si  $z > 1,645$  se rechaza  $H_0$ .

5. Cálculos:

$$\bar{Z} = \frac{\bar{X} - H_0}{\sigma / \sqrt{n}} = \frac{16,86 - 5,00}{10,01 / \sqrt{30}} = 6,4897$$

Dónde:

$\bar{X}$  = Media aritmética

$H_0$  = Hipótesis Nula

$\sigma$  = Desviación Estándar.

$n$  = Cantidad de datos.

Como el valor de  $\bar{Z}$  calculada es de 6,4897 y es superior a 1,96, se rechaza la hipótesis nula.

## X. RESULTADOS

**TABLA 3.** Concentración de Ocratoxina A, de las muestras de café tostado y molido.

| Unidades de procesamiento | Ocratoxina A<br>(partes por billón) |
|---------------------------|-------------------------------------|
| Finca No. 1               | 38.8                                |
| Finca No. 2               | 9.30                                |
| Finca no. 3               | 14.6                                |
| Finca No. 4               | 16.9                                |
| Finca No. 5               | 61.4                                |
| Finca No. 6               | 17.9                                |
| Finca no. 7               | 20.7                                |
| Finca No. 8               | 13.3                                |
| Finca No. 9               | 8.60                                |
| Finca No. 10              | 11.50                               |
| Finca no. 11              | 10.30                               |
| Finca No. 12              | 8.00                                |
| Finca No. 13              | 12.90                               |
| Finca No. 14              | 10.40                               |
| Finca no. 15              | 12.50                               |
| Finca No. 16              | 18.20                               |
| Finca No. 17              | 10.40                               |
| Finca No. 18              | 13.80                               |
| Finca no. 19              | 16.80                               |
| Finca No. 20              | 17.00                               |
| Finca No. 21              | 16.20                               |
| Finca No. 22              | 19.00                               |
| Finca no. 23              | 15.60                               |
| Finca No. 24              | 19.50                               |

|              |       |
|--------------|-------|
| Finca No. 25 | 19.00 |
| Finca No. 26 | 19.20 |
| Finca no. 27 | 12.20 |
| Finca No. 28 | 17.90 |
| Finca No. 29 | 14.10 |
| Finca No. 30 | 9.90  |

Fuente: Laboratorio clínico de investigación, Diagnostico Molecular S.A. Guatemala. 2012.

En la tabla No. 3, se encuentran los resultados obtenidos de la Concentración de Ocratoxina A, de las muestras de treinta unidades de procesamiento evaluadas del municipio de Acatenango.

**TABLA 4** Caracterización de Sistema de Secamiento

|                                                                 |          |                     |
|-----------------------------------------------------------------|----------|---------------------|
| Número de fincas visitadas                                      | 30       |                     |
| Área cultivada con café                                         | 3 664,5  | Hectáreas           |
| Área de patios (Secamiento natural)                             | 40 456,5 | Metros cuadrados    |
|                                                                 |          |                     |
| Producción de café de primera                                   | 2 750    | Toneladas métricas  |
| Rendimiento promedio por hectárea                               | 0,75     | Toneladas métricas  |
|                                                                 |          |                     |
| Producción de café en cereza seca                               | 248,21   | Toneladas métricas  |
| Producción de café en natas                                     | 123,74   | Toneladas métricas  |
|                                                                 |          |                     |
| Número de fincas con patios para secamiento                     | 30       |                     |
| Tiempo promedio para secamiento en patio, de cafés de primera   | 8        | Días                |
| Tiempo promedio para secamiento en patio, de cafés inferiores   | 18       | Días                |
|                                                                 |          |                     |
| Número de fincas con equipo de secamiento (Secadoras mecánicas) | 12       | Fincas              |
| Número de secadoras                                             | 27       | Secadoras mecánicas |
|                                                                 |          | Tipo Guardiola      |
| Capacidad promedio por secadora                                 | 2,72     | Toneladas métricas  |
| Tiempo promedio utilizado para secamiento                       | 27,5     | Horas               |
|                                                                 |          |                     |
| Número de fincas con equipo de secamiento (Secadoras estáticas) | 5        | Fincas              |
| Número de secadoras                                             | 6        | Secadoras de pila   |
| Capacidad promedio por secadora                                 | 1,81     | Toneladas métricas  |
| Tiempo promedio utilizado para secamiento por equipo            | 29       | Horas               |

Fuente: Edwin López, 2012.

En la tabla No. 4, se encuentran los resultados obtenidos de la caracterización de treinta unidades de procesamiento evaluadas del municipio de Acatenango.

## XI. DISCUSION DE RESULTADOS

- XI.1.** Se estableció en el estudio que el 100% las muestras analizadas de café tostado y molido, de cafés inferiores, cosecha 2011-2012, de fincas localizadas en el municipio de Acatenango, departamento de Chimaltenango, están contaminadas con Ocratoxina A.
- XI.2** Los resultados de laboratorio de las muestras de café tostado y molido, elaboradas con cafés inferiores, revelan concentraciones que varían de 8 hasta 61,4 partes por billón, la media aritmética de las 30 muestras es de 16,86 partes por billón y la desviación estándar es de 10 partes por billón.
- XI.3.** La Norma Coguanor, NGO 34 144, para café Tostado y Molido, de la Comisión Guatemalteca de Normas, del Ministerio de Economía y el Codex Alimentarius, no contemplan parámetros de referencia para la concentración de Ocratoxina A, lo que no permite realizar una discusión comparativa con los resultados encontrados. Ante la ausencia de la mencionada norma, los resultados obtenidos fueron referidos a la norma utilizada por la Unión Europea y la república de Colombia, de la siguiente manera:
- a) El 100% de muestras café, superan la concentración establecida en la legislación vigente por Unión Europea, Reglamento (CE) 1881/2006UE (5 ppb para café tostado en grano y molido),
  - b) El 90% de las muestras de café, superan la concentración establecida en la legislación Colombiana, Norma Técnica Colombiana NTC 3534 (10 ppb para café tostado en grano y molido)

**XI.4.** Al realizar la caracterización de la infraestructura, se estableció lo

siguiente:

a) Todas las fincas cuentan con patios para secamiento natural de café, en total cuentan con 40 400 metros cuadrados y se ha establecido en el presente trabajo que se necesita para el café que se produce en la región, un área de 36 150 metros cuadrados de patio.

b) Doce fincas cuentan con sistema de secamiento mecánico, habiendo veintisiete secadoras tipo guardiola, para el secamiento de café de primera y seis secadoras de pila para secamiento de cafés inferiores.

La capacidad de secamiento mecánico (secadoras tipo guardiola y pila), que existen en región, les permitiría secar 2 187 toneladas métricas de pergamino.

## **XII. CONCLUSIONES**

- XII.1.** Se rechaza La Hipótesis Nula y se acepta la Hipótesis alternativa, ya que al realizar la prueba de Hipótesis, se determinó que la concentración de Ocratoxina A, en las muestras, es superior a 5 partes por billón.
- XII.2.** Los resultados obtenidos permiten asegurar que se han cumplido con el objetivo general de la investigación.
- XII.3.** Las concentraciones obtenidas de Ocratoxina A, en las muestras, evidencian la falta de aplicación de buenas prácticas post cosecha en las partidas de cafés inferiores para evitar el desarrollo de la toxina.
- XII.4.** Las concentraciones de Ocratoxina A en las muestras de cafés inferiores provenientes de las fincas de la región de Acatenango, son superiores a las indicadas en legislaciones para el control de alimentos, de la Unión Europea y Colombia.
- XII.5.** La infraestructura de los beneficios húmedos de café, del municipio de Acatenango, tiene la capacidad suficiente para el secamiento del café producido en la región.

### **XIII. RECOMENDACIONES**

- XIII.1.** Capacitar a los productores de café, en la implementación de Buenas Prácticas en post cosecha, con el propósito de reducir la concentración de Ocratoxina A, en la región de Acatenango. La prevención es importante ya que esta toxina no puede ser eliminada ni en condiciones de tostado, a las que se expone el grano.
- XIII.2.** Realizar investigaciones de concentración de este metabolito, en plasma humano, en la población guatemalteca, estudios que ya se han realizado en Costa Rica, Canadá, Suiza, Republica Checa, Japón, Hungría, Alemania, Croacia, España, Túnez, Francia, Bulgaria y Polonia, conociendo que tiene una biodisponibilidad hasta el 90% y afinidad por células del plasma sanguíneo
- XIII.3.** Evaluar el aporte de Ocratoxina A, que realiza el café, en la dieta de los guatemaltecos.
- XIII.4.** Incluir parámetros aceptables de concentración de OTA, en la Norma Coguanor NGO 34 144, para Café Tostado y Molido, realizando previamente estudios que garanticen a la población los niveles permisibles.
- XIII.5.** Establecer la concentración de Ocratoxina A, en el café que se procesa para exportación.
- XIII.6.** Estudiar para la región de Acatenango, otros factores responsables de la contaminación de Ocratoxina A, en el café, debido a que se descarta la capacidad instalada que tienen para el secamiento.

**XIII.7.** Adaptar experiencias de otros países como Perú, para el monitoreo de la OTA; el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias INIAP, determino en el 2011, presencia de OTA en el 7% del café verde producido a nivel nacional y tienen identificadas las regiones que generan cafés con mayores concentraciones.

#### XIV. BIBLIOGRAFÍA

1. Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición. 2011. Micotoxinas. (En Línea) es. Consultado 05/05/2011. Disponible en: [http://www.aesan.msc.es/AESAN/web/cadena\\_alimentaria/subdetalle/micotoxinas\\_categorias.shtml](http://www.aesan.msc.es/AESAN/web/cadena_alimentaria/subdetalle/micotoxinas_categorias.shtml)
2. AgroBioTek. 2009. Micotoxinas en la Industria. (En Línea) rd. Consultado el 13/07/2011. Disponible en: [http://www.agrobiotek.com/agrobiotek/index.php?option=com\\_content&view=article&id=58%3Aimportancia-micotoxinas&catid=37%3A](http://www.agrobiotek.com/agrobiotek/index.php?option=com_content&view=article&id=58%3Aimportancia-micotoxinas&catid=37%3A)
3. ANACAFE (Asociación Nacional del Café). 2005. Manual de beneficiado húmedo del café. 2ed. Guatemala Gt. 21 p.
4. Anadón A. 2005. Micotoxinas de mayor impacto en la producción porcina e implicaciones en la salud pública. (En Línea) es. Consultado el 13/06/2011. Disponible en: <http://www.avancesentecnologiaporcina.com/contenidos/micmay5.htm>
5. Anadón A. 2005. Efectos clínicos de las micotoxinas en producción Porcina. (En Línea) es. Consultado el 10/10/11. Disponible en: [http://www.3tres3.com/buscando/efectos-clinicos-de-las-micotoxinas-en-produccion-porcina\\_1265/](http://www.3tres3.com/buscando/efectos-clinicos-de-las-micotoxinas-en-produccion-porcina_1265/)
6. Bolet Astoviza, M. 2005. Micotoxina y cáncer. (En Línea) cu. Consultado el 07/05/2011. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-03002005000100007&script=sci\\_arttext](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-03002005000100007&script=sci_arttext)
7. Bolet Astoviza, M. 2005. Micotoxinas y cáncer. (En Línea) cu. Consultado el 13/05/2011. Disponible en: [http://bvs.sld.cu/revistas/ibi/vol24\\_1\\_05/ibi07105.pdf](http://bvs.sld.cu/revistas/ibi/vol24_1_05/ibi07105.pdf)
8. Bonillo, C. 2009. Se duplica el consumo de café en Guatemala. (En línea) Gt. Consultado del 11/05/2011. Disponible en: [http://www.centralamericadata.com/es/article/home/Crece\\_el\\_consumo\\_de\\_cafe\\_en\\_Guatemala](http://www.centralamericadata.com/es/article/home/Crece_el_consumo_de_cafe_en_Guatemala)
9. Castro Ríos, K. 2009. Identificación de riesgos de contaminación física, química y biológica en producción de café, en tres fincas del Municipio de Manizales. (En Línea) co. Consultado el 07/06/2011. Disponible en: <http://www.riesgosfisicosquimicosybiologicosenlaproducciondecafe>

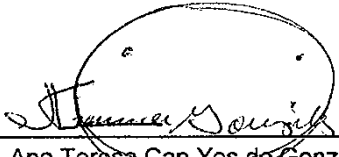
10. CODEX ALIMENTARIUS. 2007. Labor del Codex con relación a la Inocuidad alimentaria del café 2015/07. (En Línea) ru. Consultado el 08/07/2011. Disponible en:  
<http://www.museodelcafe.chiapas.gob.mx/ima/ed2015cCODEX%20ALIMENTARIUSCAFE-1.pdf>
11. CODEX ALIMENTARIUS. 2009. Código de prácticas para prevenir y reducir la contaminación de Ocratoxina A en el café, 2074/09. (En Línea) Consultado el 06/09/2011. Disponible en:  
<http://dev.ico.org/documents/ed-2074c-ota.pdf>
12. CODEX ALIMENTARIUS. 2011. Directrices generales sobre muestreo, CAC/GL 50-200. (En Línea) Consultado el 15/09/2011. Disponible en:  
[www.codexalimentarius.net](http://www.codexalimentarius.net)
13. COGUANOR (Comisión Guatemalteca de Normas). 2011. Norma para Café tostado y molido NGO 34 144. (En Línea) gt. Consultado el 05/08/2011. Disponible en:  
[http://www.coguanor.org/index.php?ID=4613&action=display&ID\\_BOLETIN=28](http://www.coguanor.org/index.php?ID=4613&action=display&ID_BOLETIN=28)
14. Dicovski, L. 2008. Ocratoxina en Café. (En Línea) ni. Consultado el 22/07/2011. Disponible en:  
<http://luisdi.files.wordpress.com/2008/08/ocratoxina-en-cafe.pdf>
15. Engormix. 2011. Micotoxinas. (En Línea) gt. Consultado el 03/07/2011. Disponible en:  
<http://www.engormix.com/MA-micotoxinas/articulos/principales-factores-condicionantes-desarrollo-t342/p0.htm>
16. Europa (Departamento de Comunicación de UE) 2006. Contenido máximo de determinados contaminantes. (En Línea) eu. Consultado el 07/07/2011. Disponible en:  
[http://europa.eu/legislation\\_summaries/other/l21115k\\_es.htm](http://europa.eu/legislation_summaries/other/l21115k_es.htm)
17. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación) 2011. Reducción de Ocratoxina A. (En Línea) Consultado el 4/04/2011. Disponible en: <http://www.coffee-ota.org/training.asp>
18. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación). 2011. Reducción de ocratoxina A. (En Línea) Consultado el 7/05/2011. Disponible en: <http://www.coffee-ota.org/faq.asp?lang=es>

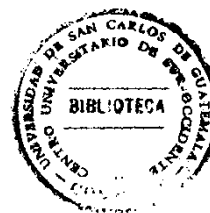
19. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación) 2003. Manual Sobre la Aplicación del Sistema de Análisis de Peligros y de Puntos Críticos de Control (APPCC) en la Prevención y Control de las Micotoxinas. (En Línea) Consultado el 03/09/2011. Disponible en: [www.fao.org/docrep/005/y1390s/y1390s00.htm](http://www.fao.org/docrep/005/y1390s/y1390s00.htm)
20. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación) 2011. Elementos que producen OTA en café. (En Línea) es. Consultado el 7/05/2011. Disponible en: [http://www.coffee-ota.org/otacoffee\\_lab.asp?lang=es](http://www.coffee-ota.org/otacoffee_lab.asp?lang=es)
21. Fernández Baldo, M. 2010. Determinación de Ocratoxina A en uvas mediante detección electroquímica utilizando nanopartículas magnéticas modificadas. (En Línea) ar. Consultado el 21/07/2011. Disponible en: <http://www.aga2010.org.ar/docs/qu%C3%ADmica%20anal%C3%ADtica-024.pdf>
22. Fundación Eroski. 2010. Mayor Control de Ocratoxina A en regaliz y en especies. (En Línea) es. Consultado el 10/08/2011. Disponible en: <http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/normativa-legal/2010/03/17/191770.php>
23. García C, J. 2008. Análisis de aflatoxinas y ocratoxinas en alimentos y evaluación de ingesta poblacional. (En Línea) es. Consultado el 05/05/2011. Disponible en: <http://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/10077/cristinaj.pdf?sequence=1>
24. Gimferrer Morato, N. 2008. Hongos tóxicos en uvas. (En Línea) es. Consultado el 22/08/2011. Disponible en: <http://ozono21.blogspot.com/2008/08/hongos-txicos-en-uvas.html>
25. Gómez Carias, D. 2011. Ocratoxina A. Control de Alimentos (Entrevista) Jefe de Control de Calidad. Unidad de Control de alimentos. Ministerio de Salud. Guatemala, Gt.
26. Gómez Molina, E. 2008. Apoyo al fortalecimiento del control de calidad del café (*coffea arábica l.*) en el departamento de Sacatepéquez. Tesis de Grado. Guatemala Gt. Universidad de San Carlos de Guatemala. Agronomía Tropical. 60 p.
27. Herrera, H. 2011. Ocratoxina A. (Entrevista). Director de Coguanor. Comisión Guatemalteca de Normas. Ministerio de Economía. Guatemala, Gt.

28. ICONTEC (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación) 2007. Norma Técnica Colombiana NTC 3534. (En Línea) co. Consultado el 20/09/2011. Disponible en:  
<http://www.sinab.unal.edu.co/ntc/NTC3534.pdf>
29. López de Cerain, A. 2008. Efectos Tóxicos de Ocratoxina A. (En Línea) es. Consultado el 22/08/2011. Disponible en:  
<http://www.aktiveter.com/ftp/articles/articulo804.pdf>
30. López Fuentes, O. 2008. Proyecto para la creación de una tostadora en la ciudad capital de Guatemala. (En Línea) gt. Consultado el 17/09/2011. Disponible en:  
<http://www.aiu.edu/applications/DocumentLibraryManager/upload/Proyecto%20Final-de%20Oscar%20Emmanuel%20Lopez%20Fuentes.pdf>
31. López M, M. 2004. Siempre alertas ante ocratoxina. (En Línea) ni. Consultado el 12/06/2011. Disponible en:  
<http://archivo.laprensa.com.ni/archivo/2004/septiembre/10/campoyagro/campoyagro-20040910-01.html>
32. Lucas Viñuela, E. 2001. Aspectos generales de las micotoxinas, evaluación según el Codex Alimentarius. (En Línea) es. Consultado el 06/05/2011. Disponible en:  
<http://www.rlc.fao.org/es/inocuidad/codex/pdf/toxinas.pdf>
33. Mick, F. 1999. Prevención contra las Micotoxinas y descontaminación, Tercera Conferencia Internacional FAO/OMS/PNUMA sobre micotoxinas. (En línea) tn. Consultado el 13/05/2011. Disponible en:  
<http://www.bvsde.paho.org/bvstox/e/fulltext/micotox3/micotox3.pdf>
34. Pavón Moreno, M. 2007. Detección de Ocratoxina A en higos seos, utilizando el anticuerpo MAP1 y una técnica de Elisa competitiva. (En Línea) es. Consultado el 13/07/2011. Disponible en:  
<http://www.ucm.es/BUCM/revistas/vet/19882688/articulos/RCCV0707230253A.PDF>
35. PROCAFE (Fundación Salvadoreña para la Investigación del Café) 2007. Recolección y beneficiado de café. (En Línea) sa. Consultado el 17/09/2011. Disponible en:  
[www.procafe.com.sv/menu/.../HojaRecoleccionYBeneficiado.pdf](http://www.procafe.com.sv/menu/.../HojaRecoleccionYBeneficiado.pdf)
36. PROMECAFE (Programa Regional de Calidad del Café). 2010. Protocolo de análisis de calidad de café. (En Línea) gu. Consultado el 17/06/2011. Disponible en:  
<http://iica.int/Esp/regiones/central/guatemala/Documents/Ptorocolo%20A.%20Calidad%20Caf%C3%A9.pdf>

37. Quezada Araujo, Claudio Ezequiel. 2009. Validación de un método de análisis para ocratoxina a en café verde, utilizando columnas de inmutaafinidad y cromatografía líquida de alta resolución. Ecuador. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias, Escuela de Bioquímica y Farmacia. 34-37 p.
38. Quintana Guzmán, E. 2007. Determinación de ocratoxina a en plasma humano y en café de Costa Rica, por un método Elisa. (En Línea) ve. Consultado el 01/06/2011. Disponible en:  
[http://www.alanrevista.org/ediciones/2007-2/determinacion\\_ocratoxina\\_a.asp](http://www.alanrevista.org/ediciones/2007-2/determinacion_ocratoxina_a.asp)
39. Rodríguez Jerez, J.J. 2006. La contaminación por Micotoxinas del café crudo depende de las condiciones ambientales. (En Línea) es. Consultado 06/05/2011. Disponible en:  
<http://www.grupofs.com/content/view/38/1/lang,es/>
40. Toledo Girón, E. 2003. Proyecto de Beneficiado Ecológico de café en aldea Plan de Sánchez, Rabinal, Salamá, Baja Verapaz. Guatemala, Gt. Tesis de Grado. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería Mecánica. 46 p.
41. Zamora Marín, F. 1999. La Ocratoxina A, un problema emergente. (En Línea) es. Consultado el 13/05/11. Disponible en:  
[http://www.alimentariaonline.com/media/ma032\\_ocratoxina.pdf](http://www.alimentariaonline.com/media/ma032_ocratoxina.pdf)

Vo. Bo.

  
Licda. Ana Teresa Cap. Yes de González  
Bibliotecaria



## XV. ANEXO

### Anexo No. 1

#### Norma Coguanor para Café Tostado y Molido

#### NGO 34 144

COMISION GUATEMALTECA DE NORMAS COGUANOR- MINISTERIO DE ECONOMIA, GUATEMALA, C.A.

|    | CAFE TOSTADO Y MOLIDO<br>Especificaciones                                                                                                                     | COGUANOR<br>NGO 34 144                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | OBJETO                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|    | Esta norma tiene por objeto establecer los requisitos y características que debe cumplir el café tostado y molido producido en el país o de origen importado. |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 2. | NORMAS COGUANOR A CONSULTAR                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|    | COGUANOR NGO 4 010                                                                                                                                            | Sistema Internacional de Unidades (SI).                                                                                                                                                                                                                                                              |
|    | 1a. Revisión                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|    | COGUANOR NGO 34 039                                                                                                                                           | Etiquetado de productos alimenticios para consumo humano.                                                                                                                                                                                                                                            |
|    | COGUANOR NGO 34 145 h1                                                                                                                                        | Café tostado y molido. Determinación de la humedad.                                                                                                                                                                                                                                                  |
|    | COGUANOR NGO 34 145 h2                                                                                                                                        | Café tostado y molido. Determinación de cenizas totales y cenizas insolubles en ácido.                                                                                                                                                                                                               |
|    | COGUANOR NGO 34 145 h3                                                                                                                                        | Café tostado y molido. Determinación del extracto acuoso.                                                                                                                                                                                                                                            |
|    | COGUANOR NGO 34 145 h4                                                                                                                                        | Café tostado y molido. Determinación del extracto etéreo.                                                                                                                                                                                                                                            |
|    | COGUANOR NGO 34 145 h5                                                                                                                                        | Café tostado y molido. Determinación de cafeína.                                                                                                                                                                                                                                                     |
|    | COGUANOR NGO 34 145 h6                                                                                                                                        | Café tostado y molido. Determinación de impurezas.                                                                                                                                                                                                                                                   |
|    | COGUANOR NGO 34 145 h7                                                                                                                                        | Café tostado y molido. Determinación de las características de taza (catación).                                                                                                                                                                                                                      |
|    |                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|    | 3.                                                                                                                                                            | DEFINICIONES                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|    | 3.1                                                                                                                                                           | Grano de café. Es la semilla de las especies del género <i>Coffea</i> beneficiada por vía húmeda o seca, de manera que se obtengan granos desprovistos de su cubierta exterior o endocarpio y parcialmente de la interior o espermodermo.                                                            |
|    |                                                                                                                                                               | Nota. El endocarpio de la semilla del cafeto se conoce comunmente con los nombres de "pergamino" o "cascabillo" y el espermodermo como "película plateada". Este último material aparece en mayor o menor cantidad, según el origen botánico y geográfico, y el sistema de beneficiado del producto. |
|    | 3.2                                                                                                                                                           | Café tostado y molido. Es el producto obtenido luego de someter los granos de café a los procesos de tostado y molienda.                                                                                                                                                                             |
|    | 3.3                                                                                                                                                           | Impurezas. Se entenderá por impurezas a todo material diferente del grano de café.                                                                                                                                                                                                                   |
|    | 3.4                                                                                                                                                           | Lote. Es la cantidad de producto proveniente de una misma carga de tostación, de características presumiblemente uniformes y que debe someterse a inspección como un conjunto unitario.                                                                                                              |

Publicada en el Diario Oficial de fecha 1 de junio 1983

3.5 Embalaje. Es todo recipiente destinado a contener envases individuales, con el fin específico de protegerlos y facilitar su manipulación.

#### 4. TERMINOLOGIA

4.1 Características de taza. Es el conjunto de características sensoriales relacionadas con el olor y sabor de una infusión de café tostado y molido preparada bajo condiciones de laboratorio estandarizadas, que define la calidad inherente al café tostado y molido, siempre que un defecto o una contaminación no los enmascare.

4.2 Olor. Es la cualidad que el "catador" capta en la infusión por medio de su capacidad olfatoria adiestrada para detectar olores "sui generis" a cada calidad de café o bien a defectos o contaminaciones.

Nota. A esta cualidad también se la designa, impropia, con el término "aroma".

4.3 Sabor. Es la cualidad que el "catador" capta en la infusión por medio del sentido del gusto. Dentro del término sabor se incluyen las características designadas como cuerpo y acidez.

4.4 Cuerpo. Es la cualidad sensorial que se ~~detecta~~ principalmente con el sentido del gusto, y que busca evaluar la sensación de consistencia o abundancia de principios disueltos en la infusión.

4.5 Acidez. Es un término convencional, propio de la industria de café, ajeno a la aceptación técnica común de acidez. El término es usado para describir una característica deseable del café; se dice que un café tiene buena acidez cuando es placentero y fino al paladar, denotando un gusto atrayente y perdurable.

#### 5. CLASIFICACION Y DESIGNACION

5.1 Clasificación. El producto se clasificará de acuerdo con sus características de taza, (véase 6.2) en las siguientes calidades:

- a) De exportación o extra;
- b) Primera calidad o calidad A;
- c) Segunda calidad o calidad B; y
- d) Tercera calidad o calidad C

5.2 Designación. El producto se designará como "café tostado y molido", seguido de su calidad; ejemplos:

- a) Café tostado y molido de exportación, o Café tostado y molido Extra.
- b) Café tostado y molido Segunda Calidad o Café tostado y molido Calidad B

#### 6. ESPECIFICACIONES

6.1 Requisitos generales. El café tostado y molido deberá elaborarse a partir de

Continúa

granos de café sanos y limpios, libres de toda contaminación, adecuadamente tostados y molidos, de manera de obtener partículas de tamaño y aspecto uniformes; deberá poseer color castaño característico (en cualquiera de sus tonalidades), olor y sabor característicos y deberá estar prácticamente libre de sabores u olores anormales. El producto final estará prácticamente libre de cualquier materia vegetal que no corresponda a los granos de café de las especies antes mencionadas y no contendrá saborizantes ni colorantes artificiales o naturales.

**6.2 Características de taza.** Las características de taza se cuantificarán tomando en consideración las características sensoriales de una infusión de café tostado y molido, preparada de acuerdo a lo indicado en la norma COGUANOR NGO 34 145 h7. Para tal cuantificación, se tomarán como índices el olor y el sabor de la infusión.

**6.2.1 Olor.** A una infusión de café cuyo olor sea normal o sano, es decir prácticamente sin ningún defecto o contaminación, se le dará la calificación máxima de 30 puntos.

**6.2.1.1** Una muestra de café tostado y molido que posea uno o varios de los defectos indicados en 6.2.1.2 se castigará deduciéndole a la calificación máxima los siguientes puntos, dependiendo del grado de intensidad de cada defecto:

- a) Si el defecto es pronunciado, se restarán 10 puntos;
- b) Si el defecto es regular, se restarán 6 puntos; y
- c) Si el defecto es leve, se restarán 3 puntos.

**6.2.1.2** Los principales defectos que podrán detectarse por el olor son los siguientes:

- a) Fermentado (pila, patio)
- b) Sucio (río, terroso)
- c) Mohoso
- d) Otros olores defectuosos (a cuero, a madera y otros)

**6.2.2 Sabor.** Para la calificación de una infusión de café tostado y molido en lo que respecta al sabor, ésta se realizará en dos partes:

- a) Por cuantificación de los defectos; y
- b) Por bonificación en base al cuerpo y a la acidez

**6.2.2.1 Cuantificación de los defectos.** A una infusión de café cuyo sabor sea normal o sano, es decir prácticamente sin ningún defecto o contaminación, se le dará la calificación máxima de 30 puntos.

**6.2.2.1.1** Una muestra de café tostado y molido que posea uno o varios de los defectos indicados en 6.2.2.1.2 se castigará deduciéndole a la calificación máxima los siguientes puntos, dependiendo del grado de intensidad de cada defecto:

- a) Si el defecto es pronunciado, se restarán 15 puntos;
- b) Si el defecto es regular, se restarán 10 puntos; y
- c) Si el defecto es leve, se restarán 5 puntos

Continúa

6.2.2.1.2 Los principales defectos que podrán detectarse por el sabor son los siguientes:

- a) Fermentado
- b) Sucio (río, terroso)
- c) Muy quemado (véase nota)
- d) Amargo proveniente de granos verdes
- e) Mohoso
- f) Otros sabores defectuosos (a cuero, a madera y otros)

Nota. Esta característica no se considera defecto en el café tostado y molido que se venda rotulado como: "café tipo cubano", "café tipo turco" o "café tipo expreso".

6.2.2.2 Bonificación de acuerdo al cuerpo y a la acidez

6.2.2.2.1 En base al cuerpo. Una muestra de café tostado y molido se bonificará sumándole a la calificación que se lleva para el olor y sabor, los puntos que le corresponden de acuerdo a la siguiente escala:

- a) Con cuerpo bueno ("Good body"), 20 puntos
- b) Con cuerpo regular ("Fair body"), 15 puntos
- c) Con poco cuerpo ("Light body"), 10 puntos

6.2.2.2.2 En base a la acidez. Tomando en cuenta que el café tostado y molido es un producto para preparar una infusión a partir del mismo, tal y como se presente en el comercio, es decir, que en general dicho producto consiste en una mezcla ("blending") de café con alta acidez (café de altura) con café bajo de acidez o exento de la misma, se puede bonificar la acidez de un café tostado y molido, presente en el comercio, con los puntos que le corresponden de acuerdo a la siguiente escala:

- a) con mucha acidez 10 puntos
- b) con buena acidez 20 puntos
- c) con poca acidez 10 puntos

6.2.3 Cuantificación de las características de taza. Esta cuantificación se realizará en la forma siguiente:

6.2.3.1 Olor. Se suman los puntos asignados a cada defecto encontrado, si los hubiera, y el resultado se resta de 30 para dar la calificación del olor; obviamente, si no hubiera defectos le correspondería al olor la calificación de 30 puntos.

6.2.3.2 Sabor. Se suman los puntos asignados a cada defecto encontrado, si los hubiera, y el resultado se resta de 30 puntos; luego a la cantidad resultante se le suman los puntos asignados al cuerpo y a la acidez, dando la calificación correspondiente al sabor.

Continúa

6.2.3.3 La calificación total de las características de taza de la muestra de café tostado y molido, será la suma de los puntos resultantes para el olor y para el sabor. Véase 6.2.4.1 ejemplos.

6.2.4 Clasificación del café tostado y molido en cuanto a las características de taza.  
De acuerdo a la calificación total obtenida, se clasificará el café como se indica a continuación:

- a) Café tostado y molido de exportación o extra, de 80 a 100 puntos;
- b) Café tostado y molido de primera calidad o calidad A, de 65 a 79 puntos;
- c) Café tostado y molido de segunda calidad o calidad B, de 54 a 64 puntos;
- d) Café tostado y molido de tercera calidad o calidad C, de 43 a 53 puntos; y
- e) Café tostado y molido fuera de norma, menos de 43 puntos

6.2.4.1 Ejemplos:

6.2.4.1.1 Ejemplo No. 1. Suponiendo que la catación de una muestra de café tostado y molido dió los siguientes resultados: olor levemente fermentado, sabor levemente fermentado, poco cuerpo y buena acidez, la calificación y clasificación de este café será la siguiente:

a) Calificación

i) Olor, 30-3 = 27 puntos

ii) Sabor,

- Defectos, 30-5 = 25 puntos

- Cuerpo = 10 puntos

- Acidez = 20 puntos

Calificación total: 82 puntos

b) Clasificación: Esta muestra de café se clasificará, según la escala indicada en 6.2.4, como café tostado y molido de exportación o extra.

6.2.4.1.2 Ejemplo No. 2. Suponiendo que la catación de una muestra de café tostado y molido dió los siguientes resultados: olor sucio, sabor levemente amargo y sucio, sin cuerpo y poca acidez, la calificación y clasificación de este café será la siguiente:

a) Calificación

i) Olor, 30-6 = 24 puntos

ii) Sabor,

- Defectos, 30-  
(5 + 10) = 30-15 = 15 puntos

- Cuerpo = 0 puntos

- Acidez = 10 puntos

Calificación total: 49 puntos

Continúa

b) Clasificación: Esta muestra de café se clasificaría, según la escala indicada en 6.2.4, como café tostado y molido de tercera calidad o calidad C.

6.3 Requisitos físicos y químicos. El café tostado y molido deberá cumplir con los requisitos físicos y químicos especificados en la tabla 1 siguiente:

Tabla 1. Requisitos físicos y químicos

|                                                                              |          |
|------------------------------------------------------------------------------|----------|
| Humedad, en porcentaje en masa, máximo                                       | 5,5      |
| Cenizas totales, en porcentaje en masa sobre base seca, máximo               | 5,0      |
| Cenizas insolubles en ácido, en porcentaje en masa sobre base seca, máximo   | 0,5      |
| Cafeína, en porcentaje en masa sobre base seca, mínimo                       | 0,8      |
| Extracto acuoso, en porcentaje en masa sobre base seca                       | 20 á 33  |
| Extracto etéreo, en porcentaje en masa sobre base seca, mínimo               | 8,5      |
| Impurezas totales, en porcentaje en masa sobre base seca, máximo (véase 6.4) | 3,0      |
| Prueba para almidón                                                          | Negativa |
| Prueba para cáscaras de marañón                                              | Negativa |

#### 6.4 Requisitos microscópicos

6.4.1 El café tostado y molido sometido a examen microscópico, con un aumento de 100 diámetros como mínimo, deberá estar constituido solamente por los elementos histológicos siguientes:

- a) Espermodemo: Constituido por células fusiformes, alargadas, con paredes gruesas y lumen amplio, que presentan poros oblicuos en serie; estas células se presentan en grupos colocados sobre un parénquima constituido por células pequeñas con paredes delgadas; véase Fig. 1.
- b) Endospermo: Constituido por células poligonales voluminosas y células periféricas casi cúbicas y de menor tamaño; las paredes celulares son gruesas y nudosas. Las células contienen gotas oleosas y en algunas de ellas pueden notarse poros grandes y de forma redondeada o alargada véase fig. 1.

Continúa

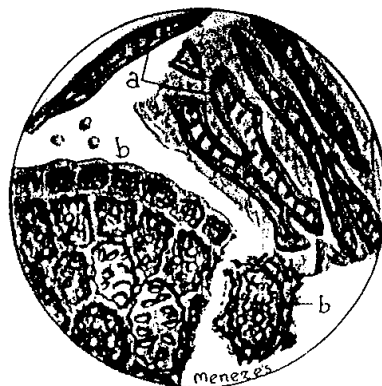


Fig. 1. Elementos histológicos del grano de café

6.4.2 Si el examen microscópico permite detectar elementos histológicos diferentes a los descritos en 6.4.1, tales como procedentes de pulpa de café, u otras materias extrañas, su proporción no deberá ser mayor que lo especificado para impurezas totales, véase tabla 1.

6.5 Masa neta. La masa neta del producto contenido en el envase deberá ser la declarada en el rótulo del mismo, con las siguientes tolerancias:

- a) Envases hasta de 250 g: hasta 5% menos de la masa declarada
- b) Envases desde 251 g hasta 1 000 g: hasta 2% menos de la masa declarada
- c) Envases de más de 1 000 g: hasta 1% menos de la masa declarada

## 7. MUESTREO

### 7.1 Número de unidades de muestreo

7.1.1 El número de muestras que se deben tomar para determinar las características de taza y realizar los análisis físicos y químicos, se indica en la tabla 2 siguiente:

Sigue en pag. 8.

Continúa

Tabla 2. Número de unidades de muestreo

| Tamaño del lote, N | Número de unidades a seleccionar, n |
|--------------------|-------------------------------------|
| hasta 200          | 4                                   |
| 201 a 500          | 5                                   |
| 501 a 800          | 6                                   |
| 801 a 1300         | 7                                   |
| 1301 a 3200        | 8                                   |
| 3201 a 8000        | 9                                   |
| más de 8001        | 10                                  |

7.1.2 Para obtener las muestras indicadas en 7.1.1, de lotes constituidos por embalajes, se deben abrir como mínimo el número de embalajes señalados en la tabla 3 siguiente:

Tabla 3. Embalajes que deben abrirse

| Número de embalajes en el lote | Número de embalajes que deben abrirse |
|--------------------------------|---------------------------------------|
| hasta 10                       | 2                                     |
| 11 a 25                        | 4                                     |
| 26 a 64                        | 5                                     |
| 65 a 100                       | 6                                     |
| 101 a 150                      | 7                                     |
| 151 a 225                      | 8                                     |
| 226 a 300                      | 9                                     |
| 301 a 500                      | 10                                    |

7.1.3 Procedimiento operatorio. La selección de embalajes del lote o de las unidades de muestreo de un lote, se debe hacer al azar y de manera tal que se obtengan unidades de todas las partes del lote. Para realizar la selección se numeran las unidades 1, 2, 3, ..., r, comenzando por cualquier unidad y en el orden que se desee y cada  $r$ ésima unidad constituirá la unidad de muestreo a seleccionar. El valor de  $r$  resulta de dividir el tamaño del lote,  $N$ , entre el número de unidades de muestreo a seleccionar,  $n$ , aproximando al número entero superior.

Continúa

7.1.4 Criterio de aceptabilidad. Un lote se considera aceptable si todas las muestras analizadas satisfacen los requerimientos especificados en la presente norma.

7.2 Inspección y control. La inspección y verificación de la calidad del café tostado y molido serán practicadas por organismos del país de origen, legalmente competentes para tal fin y en su defecto por otro organismo autorizado por la COGUANOR y aceptado por las partes, los cuales deberán contar con el personal técnico capacitado para llevar a cabo la toma de muestras destinadas al análisis, la ejecución de los análisis químicos y sensoriales, y demás requisitos que exige la presente norma.

Las muestras de café tostado y molido podrán tomarse en el lugar de elaboración, en el comercio o en los lugares de consumo.

## 8. METODOS DE PRUEBA

8.1 La determinación de las características indicadas en la presente norma se llevará a cabo de acuerdo con las normas COGUANOR correspondientes. Véase capítulo 2.

## 9. ENVASE, ROTULADO Y EMBALAJE

9.1 Envase. Los envases para el café tostado y molido deberán ser de cierres herméticos y de materiales de naturaleza tal que no alteren las características sensoriales del producto ni produzcan sustancias dañinas o tóxicas.

9.2 Rótulo. Para los efectos de esta norma, los rótulos serán de papel o de cualquier otro material que pueda ser adherido a los envases o bien de impresión permanente sobre los mismos.

9.2.1 Las inscripciones deberán ser fácilmente legibles en condiciones de visión normal, redactadas en español y adicionalmente en otro idioma si las necesidades del país así lo dispusieran, hechas en forma tal que no desaparezcan bajo condiciones de uso normal.

9.2.2 El rótulo deberá cumplir con lo especificado en la norma COGUANOR NGO 34 039 y llevar como mínimo la siguiente información:

- a) la designación del producto: Café tostado y molido 100% puro
- b) el contenido expresado en el Sistema Internacional de Unidades, COGUANOR NGO 4 010 1a. Revisión;
- c) la identificación del lote, así como el año, mes y día de tostación y envasado, los cuales podrán ponerse en clave en cualquier lugar apropiado del envase;
- d) el nombre o razón social del productor o de la entidad bajo cuya marca se expende el producto, así como la dirección o el apartado postal;
- e) el país de origen;
- f) el número del registro sanitario correspondiente; y
- g) cualquier otro dato que fuese requerido por las leyes o reglamentos que rijan en el país.

Continúa

9.2.3 No podrá tener ninguna leyenda de significado ambiguo, ilustraciones o adornos que induzcan a engaño, ni descripción de características del producto que no se puedan comprobar.

9.3 Embalaje. Los embalajes deberán cumplir con las normas COGUANOR correspondientes.

## 10. ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE

Las condiciones de almacenamiento y transporte cumplirán con las normas higiénico sanitarias que rijan en el país.

## 11. CORRESPONDENCIA

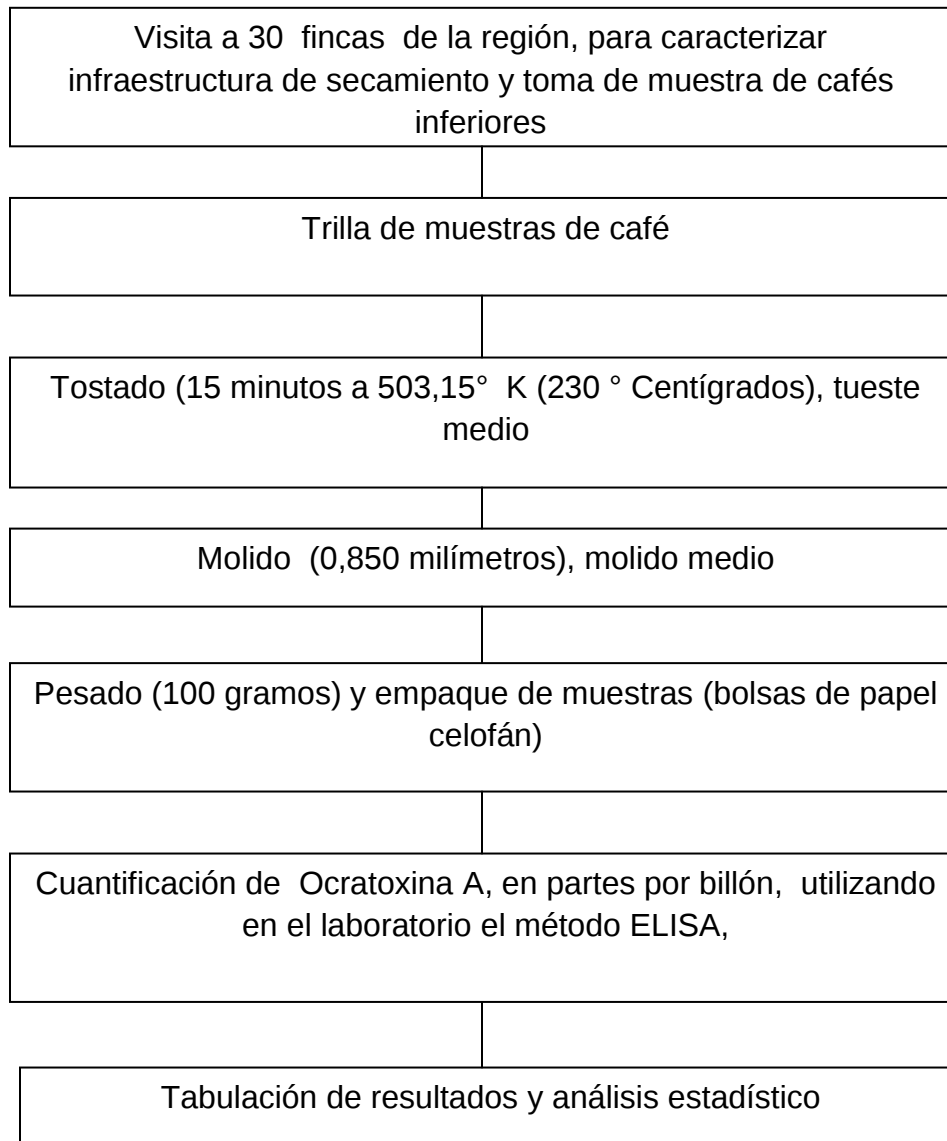
Para la elaboración de la presente norma se ha tenido en cuenta:

- a) La Norma de la India, Indian Standard IS: 3077-1972 "Specification for roasted and ground coffee (first revision)".
- b) La Norma Sanitaria OFSANPAN 071-02-00 Café tostado;
- c) La Norma de Perú ITINTEC P 209.029, julio, 1969. Café torrado;
- d) Literatura técnica; y
- e) Datos físicos y químicos obtenidos por el ICAITI a partir de análisis de muestras y datos sensoriales obtenidos con la colaboración de la Asociación Nacional de Café (ANACAFE) y de la Empresa Café Oriental de Guatemala, S.A. (COGUASA).

----- Última Línea -----

## XVI. APÉNDICE

### Apéndice No. 1 Diagrama de Flujo Desarrollo de la Investigación



## XVII. GLOSARIO

**Actividad del agua** La actividad del agua ( $a_w$ ) se define como la cantidad de agua libre en el alimento, es decir, el agua disponible para el crecimiento de microorganismos y para que se puedan llevar a cabo diferentes reacciones químicas. Tiene un valor máximo de 1 y un mínimo de 0.

**$A_w = 0,85/0,93$ :** a medida que disminuye la  $a_w$ , disminuye el número de patógenos que sobreviven. En este caso como bacteria únicamente crece el 'S. aureus', cuya presencia puede dar lugar a toxiinfección alimentaria. Sin embargo, los hongos aún pueden crecer.

**$A_w = 0,60/0,85$ :** las bacterias ya no pueden crecer en este intervalo, si existe contaminación es debida a microorganismos altamente resistentes a una baja actividad de agua, los denominados osmófilos o halófilos.

**$A_w < 0,60$ :** no hay crecimiento microbiano pero sí puede haber microorganismos como residentes durante largos periodos de tiempo.

**Anorexia** se emplea en medicina para describir la inapetencia o falta de apetito y puede ocurrir en circunstancias muy diversas, tales como estados febriles, enfermedades generales y digestivas o simplemente en situaciones transitorias de la vida cotidiana. La anorexia por lo tanto es un síntoma que puede aparecer en muchas enfermedades y no una enfermedad en si misma.

**Biodisponibilidad** Significa la velocidad y extensión con la cual la sustancia activa es absorbida y se hace disponible en el sitio de acción.

**Cafés flotantes:** granos vanos.

**Cafés inferiores:** son obtenidos en el proceso de clasificación en el beneficiado húmedo, los cuales se separan por no reunir características para su exportación (granos vanos, inmaduros y dañados).

**Carcinogénico** Característica que indica capacidad de causar cáncer.

**Carcinoma** Cáncer o tumor maligno.

**Carcinoma de células renales** Es la forma más frecuente de cáncer de riñón, especialmente en adultos, originado de los túbulos renales. El tratamiento inicial es quirúrgico pues tiene la peculiaridad de ser consistentemente resistente a la radioterapia y la quimioterapia

**Cerezas:** Cafés inferiores, son obtenidos en el proceso de clasificación en el beneficiado húmedo, los cuales se separan en la recepción del café, por no reunir características para su exportación, no se despulpan, se refiere a granos sobre maduros o inmaduros.

**Dianas** Una diana terapéutica es una sustancia localizada en cualquier parte de la célula como la membrana celular, el citoplasma o el núcleo, capaz de reconocer un fármaco y producir una respuesta celular. Los receptores farmacológicos formarían parte de las dianas terapéuticas.

**Dosis letal** También conocida por sus siglas en inglés *LD* (lethal dose), es una forma de expresar el grado de toxicidad de una sustancia o radiación. Como la resistencia a una sustancia o una radiación puede variar de un sujeto a otro, se expresa como la dosis tal a la que de una población de muestra dada, un porcentaje dado muere. Como norma general se utiliza la dosis semiletal o  $DL_{50}$  que indica en toxicología los miligramos de una sustancia necesarios por kilogramo de peso de un animal para matar al 50% de la población

**Enteritis** La enteritis generalmente es causada por comer o beber sustancias contaminadas con bacterias o virus. Los gérmenes se establecen en el intestino delgado causando inflamación y edema que pueden provocar dolor abdominal, cólicos, diarrea, fiebre y deshidratación.

**Enzimuria** Presencia de enzimas en la orina.

**Epitelio tubular** Se forman como secuencia del éxtasis urinaria y de descamación de células del epitelio tubular. Pueden aparecer cilindros epiteliales en la orina después de la exposición a agentes o virus nefrotóxicos , que provoca la degeneración y necrosis tubular. También pueden aparecer en la enfermedad renal crónica grave, en la que el daño tubular acompaña al daño glomerular, y en el rechazo del alo injerto del riñón.

**Estirpes** Grupo de organismos de un mismo origen.

**Excreción renal** Es el paso del fármaco o de sus metabolitos desde el organismo hacia el exterior a través de los fluidos biológicos, principalmente la orina y la bilis (excreción renal y hepática).

**Fibrosis intersticial:** Depósito de tejido conectivo colágeno entre los túbulos

**Genotóxica** Tóxico (dañino) para el ADN. Las sustancias genotóxicas pueden unirse directamente al ADN o actuar indirectamente mediante la afectación de las enzimas involucradas en la replicación del ADN y causando, en consecuencia, mutaciones que pueden o no desembocar en un cáncer. Las sustancias genotóxicas no son necesariamente cancerígenas, pero la mayor parte de los cancerígenos son genotóxicos.

**Glucosuria** La presencia de cantidades detectables de glucosa en orina se conoce como glicosuria o glucosuria. La glucosuria aparece cuando el nivel de glucosa en sangre excede la capacidad de reabsorción de los túbulos renales, cuando el filtrado glomerular contiene más glucosa de la que el túbulo puede reabsorber. La condición puede ser benigna o patológica y el médico puede distinguir entre dos tipos.

**Glomérulos** Elementos filtrantes del riñón

**Hemorragia digestiva** Se refiere a cualquier sangrado que se origine en el tubo digestivo. El sangrado puede provenir de cualquier sitio a lo largo del tubo digestivo, pero a menudo se divide en: Hemorragia digestiva alta: El tubo digestivo alto incluye el esófago (el conducto que va desde la boca hasta el estómago), el estómago y la primera parte del intestino delgado. Hemorragia digestiva baja: El tubo digestivo bajo incluye la mayor parte del intestino delgado, el intestino grueso, el recto y el ano.

**Granos vanos** Granos huecos mal desarrollados: el fruto flotará en el agua durante el beneficiado húmedo, se "extrae por flotación". En el café lavado es un indicio de clasificación inadecuada durante el proceso por vía húmeda. En relación con las cerezas suele comprender cerezas pasadas casi secas; cerezas con un grano sano y uno abortado; y cerezas con dos granos abortados. Con respecto al pergamino, incluye granos dañados por la broca del café, huecos e insuficientemente desarrollados

**Hemostasia o hemostasis** Es el conjunto de mecanismos aptos para detener los procesos hemorrágicos, en otras palabras, es la capacidad que tiene un organismo de hacer que la sangre en estado líquido permanezca en los vasos sanguíneos. La hemostasia permite que la sangre circule libremente por los vasos y cuando una de estas estructuras se ve dañada, permite la formación de coágulos para detener la hemorragia, posteriormente reparar el daño y finalmente disolver el coágulo.

**Hialinización** Formación de un material homogéneo cristalino dentro de una célula.

**Interleucina 2 (il2)** Es una proteína componente de las citocina del sistema inmune, compuesta por 133 aminoácidos y de peso 15,4 kDa. Actúa como factor de crecimiento de los linfocitos T, induce todos los tipos de subpoblaciones de linfocitos y activa la proliferación de linfocitos B. Su gen se localiza en el cromosoma 4

**Inmunotóxica** Este adjetivo se aplica a cualquier sustancia dañina para el sistema inmunológico.

**Macrófago** Los macrófagos son unas células del sistema inmunitario, que se localizan en los tejidos procedentes de la emigración desde la sangre a partir de un tipo de leucocito llamado monocito.

**Marcadores de diferenciación** son moléculas marcadoras en la superficie celular, que reconocen ciertos anticuerpos, usadas para la identificación del tipo de célula, estadio de diferenciación celular y actividad de la misma.

**Metabolito** Es cualquier molécula utilizada o producida durante el metabolismo

**Monogástricos** se refiere a la digestión que se realiza de manera organizada en el aparato digestivo con un solo estomago como es el caso del humano.

**Microflora** Bacteria u otros organismos que viven dentro de los intestinos. Ayudan a digerir las comidas. Las vitaminas como el botín y la vitamina K se elaboran en la microflora intestinal. También se llama flora gastrointestinal, flora intestinal, microflora, y microflora gastrointestinal.

**Natas.** Cafés flotantes, granos vanos.

**Necrosis tubular** Es causada por una falta de oxígeno a los tejidos renales (isquemia de los riñones). Las estructuras internas del riñón, particularmente los tejidos del túbulo renal, resultan dañados o destruidos. Es uno de los cambios estructurales más comunes que pueden llevar a insuficiencia renal aguda. La necrosis tubular aguda es una de las causas más comunes de insuficiencia renal en pacientes hospitalizados.

**Necrosis tubular aguda** La necrosis tubular aguda es un trastorno renal que involucra daño a las células de los túbulos renales, ocasionando una insuficiencia renal aguda.

**Nefritis** Es una inflamación del riñón. Término del idioma griego *nephro*- "del riñón" e *-itis* "inflamación". Es frecuentemente causada por infecciones, toxinas o enfermedad autoinmune. Nefritis intersticial o nefritis túbulo intersticial es una inflamación de los espacios entre los túbulos renales.

**Nefrotóxica** Es cualquier alteración funcional o morfológica del riñón producida por un medicamento o un agente químico o biológico que ha sido ingerido, inhalado, inyectado o absorbido,

**Neurotóxica** Interfiere en la transmisión de los impulsos nerviosos, letal cuando afecta los movimientos involuntarios, como la respiración.

**Organismo mesófilo** Es un organismo cuya temperatura de crecimiento óptima está entre los 28,15 y los 37,15° C

**Olor de tasa:** *es el aroma del café después de haber aplicado el agua, en el proceso de catación o calificación de la tasa de café.*

**Poliuria o gasto urinario excesivo** Es un síntoma médico que consiste en una emisión de un volumen de orina superior al esperado. Se define como un volumen superior a 2,5 litros en 24 horas para adultos y superior a 2-2,5 litros/24 horas para niños. La cantidad de orina excretada depende del equilibrio hidroelectrolítico del organismo.

**Proteinuria** Es la presencia de proteína en la orina en cuantía superior a 150 mg en la orina de 24 horas. Un examen de albúmina urinaria mide la cantidad de proteína en la orina

**Rumen** Primera de las cuatro cavidades en que consta el estómago de los rumiantes. Las bacterias constituyen la mitad de la biomasa en el rumen normal y son responsables de la actividad metabólica.

Los hongos constituyen hasta el 8% de la biomasa intra ruminal y se ubican en la ingesta de lento movimiento evitando su rápido lavado. Y contribuyen a la digestión de forrajes de baja calidad.

**Saprophytes** Los saprophytes son organismos que se alimentan de materia orgánica muerta o detritos, formado por materiales vegetales muertos (hojas, troncos...), desechos fecales o cadáveres de animales. En este grupo está la lombriz de tierra, el cangrejo de río, la termita, la hormiga, el escarabajo... Los organismos llamados descomponedores tienen también una tarea similar. En este grupo se suelen incluir los hongos (setas, mohos...) y bacterias, que se encargan de la putrefacción y descomposición de detrito

**Teratogénica** Que genera malformaciones teratológico: perteneciente o relativo a la ciencia que se ocupa del desarrollo anormal y de las malformaciones congénitas

**Tracto gastrointestinal** También llamado tracto digestivo, o canal alimentario, es el sistema de órganos en los animales multicelulares que consumen alimentos, los digieren para extraer energía y nutrientes y expulsar los residuos que quedan. Las principales funciones del tracto gastrointestinal son la ingestión, la digestión, la absorción y la excreción.

**Uroteliomas** Tumores de los uréteres y de la vejiga urinaria

**Uremia** También llamado síndrome urémico, es un conjunto de síntomas cerebrales, respiratorios, circulatorios, digestivos, etc., producido por la acumulación en la sangre de los productos tóxicos que, en estado general normal, son eliminados por el riñón y que se hallan retenidos por un trastorno del funcionamiento renal.

