

**UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO**

**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**DECANATO**



**DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE MICROBIOLOGÍA Y PARASITOLOGÍA**

**“CARACTERÍSTICAS BROMATOLÓGICAS Y CONCENTRACIÓN DE  
AFLATOXINA B1 EN GRANOS DE *Theobroma cacao*. NUEVA CAJAMARCA.  
JULIO 2017 – FEBRERO 2018”**

## **TESIS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**LICENCIADO EN BIOLOGÍA, MICROBIOLOGIA – PARASITOLOGIA**

**AUTORES:**

**Br. HERRERA CERCADO EDGAR EDUAN**

**Br. LLONTOP VALDERA FRANCO JOHANN**

**ASESOR:**

**MSc. JOSÉ TEODORO REUPO PERICHE**

**LAMBAYEQUE – PERÚ 2020**

**DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE MICROBIOLOGÍA Y PARASITOLOGÍA**

**“CARACTERÍSTICAS BROMATOLÓGICAS Y CONCENTRACIÓN DE  
AFLATOXINA B1 EN GRANOS DE *Theobroma cacao*. NUEVA CAJAMARCA.  
JULIO 2017 – FEBRERO 2018”**

## **TESIS**

PARA OPTAR EL TÍTULO DE:

**LICENCIADO EN BIOLOGÍA, MICROBIOLOGÍA – PARASITOLOGÍA**

PRESENTADO POR:

Br. HERRERA CERCADO EDGAR EDUAN

Br. LLONTOP VALDERA FRANCO JOHANN

APROBADA POR:

---

Dra. GRACIELA OLGA ALBINO

**PRESIDENTA**

---

Dr. PEDRO JORGE CHIMOY EFFIO

**SECRETARIO**

---

MSc. JOSÉ NECIOSUP GALLARDO

**VOCAL**

---

MSc. JOSÉ TEODORO REUPO PERICHE

**ASESOR**

## **DEDICATORIA**

A Dios quien es mi fortaleza y mi escudo; en él confía mi corazón, siempre me ayudara y me sustentara con la diestra de su justicia.

A la mujer luchadora y amada madre, Fausta Valdera quien me guio por el camino correcto y me cuida siempre donde ella este. Asi mismo, a mi Padre Genaro Llontop quien con esfuerzo me ayudo en los peores momentos de mi vida. Los amo mucho.

A mi abuela Maria Reymundo. A mis hermanos Yovanny, Jaime, Kaira, Vianca y Pilar por ser parte importante de mi vida, por brindarme todo su cariño.

***LLONTOP V, FRANCO J.***

## **DEDICATORIA**

Quiero dedicarle esta tesis a DIOS que me ha dado la vida y fortaleza para terminar este trabajo de investigación.

A mis padres César y Rosalía porque ellos son el motor y motivo de mi vida, por cada uno de sus consejos, su apoyo sincero e incondicional y sobre todo por su paciencia, todo lo que he logrado hasta ahora es gracias a ellos.

A mis hermanos Romaín, César y Elsa por su apoyo incondicional en los momentos difíciles, además por ser excelentes profesionales y seres humanos que sirven como ejemplo.

***HERRERA C, EDGAR E,***

## **AGRADECIMIENTO**

Dar gracias a Dios nuestro salvador por la fortaleza que nos ha dado en todo el camino que hemos recorrido y permitírnos realizar una de nuestras metas anheladas.

Agradecemos a la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo que nos permitió crecer profesionalmente en sus aulas, y a todos sus docentes por compartírnos sus conocimientos.

A la facultad de Ciencias Biológicas y al laboratorio de Bromatología por habernos permitido utilizar sus aulas, ambientes de laboratorio, materiales y equipos para concretar la realización de nuestro trabajo de investigación.

Al Msc. Jorge Antonio Fupuy Chung, nuestro docente y amigo, por sus orientaciones y consejos.

Al Msc. José Reupo Periche nuestro asesor, por su invaluable apoyo y orientación durante la ejecución.de la presente tesis.

Así también al tec. Baltazar Ventura Sánchez asistente del laboratorio de Bromatología de la facultad de Ciencias Biológicas, por su incondicional ayuda prestada en todo momento durante la ejecución de nuestra tesis.

Finalmente un agradecimiento especial a todas aquellas personas que nos acompañaron a lo largo de esta hermosa vida universitaria, haciendo que el camino a seguir a pesar de todas sus dificultades, sea más fácil y llevadero, amigos míos, gracias por todo.

***LOS AUTORES***

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo determinar las características bromatológicas y la concentración de aflatoxina B1 en granos de *Theobroma cacao*, procedente de la ciudad de Nueva cajamarca desde julio del 2017 hasta febrero del 2018. Fueron recolectados 87 muestras de granos de cacao, de tres almacenes diferentes, con 27 muestras cada una. El análisis se llevó a cabo en el laboratorio de Cincias Biológicas de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, teniendo en cuenta los métodos señalados por las Normas Técnicas Peruanas, Asociación Peruana Productores de Cacao, Federación de Comercio de Cacao (FCC), y Asociación Oficial de Químicos Analíticos (AOAC); en lo que respecta a la cuantificación de la AFB1 se utilizó el método de inmunoensayo enzimático competitivo directo (ELISA). Para características bromatológicas, se obtuvieron valores normales, las características físicas cualitativas fueron 93.10% para olor, 97.70% color, 96.5% tamaño y 98.55% forma. Las características físicas cuantitativas presentaron valores normales, el 69.98/100g para recuento, 142.46g para peso de 100 granos teniendo relación proporcional con 1.42g del peso de un grano. Se encontró una presencia razonable de residuos y/o defectos; el 0.4%, 0.5%, 0.4% para materia extraña; 0.7%, 0.5%, 0.6% para granos planos; 0.6%, 0.6%, 0.5% para granos múltiples; y 0.7%, 0.5%, 0.5% para granos rotos. Los defectos encontrados durante la prueba de corte; el 0.374% para granos enmohecidos, 0.998% para granos pizarrosos, 3.482% para granos violaceos, 0.786% para granos germinados y 0.55% para granos atacado por insectos. Las características sensoriales presentó atributos más resaltantes alcanzando una intensidad media; amargo 87.4%, astrigencia 90.8%, acidez 72.4%, cacao 93.1%, floral 64.4%. El porcentaje promedio de las características fisico-químicas fueron normales para humedad 6.46%, extracto seco 93.54%, proteínas 16.27%, grasas 44.24%, fibra bruta 3.48%, cenizas 3.46%. La cuantificación de Aflatoxina B1, determinó que las 87 muestras analizadas; el 21.84% (19 muestras) presentó contaminación, con una concentración promedio de 6.46 ppb y una concentración máxima de 33.14 ppb y de las muestras positivas el 26.32% sobrepasó el límite máximo permisible de 8 ppb, el cacao procedente del almacén N° 01 presentó mayor cantidad de muestras positivas 44.83%. Los porcentajes y promedios obtenidos para las características bromatológicas y AFB1 en granos de cacao del presente trabajo de investigación, demostraron que el cacao procedente de los tres centros de acopio y/o almacenes presentaron características de calidad propia de la zona.

## SUMMARY

The present research work aimed at determining the bromatological characteristics and the concentration of aflatoxin B1 in *Theobroma cacao* beans, coming from the city of Nueva Cajamarca from July 2017 to February 2018. 87 samples of cocoa beans were collected, from three different warehouses, with 27 samples each. The analysis was carried out at the Biological Sciences Laboratory of the Pedro Ruiz Gallo National University, taking into account the methods indicated by the Peruvian Technical Standards, Peruvian Association of Cocoa Producers, Cocoa Trade Federation (FCC), and the Official Association of Analytical Chemicals (AOAC); regarding the quantification of AFB1, the direct competitive enzymatic immunoassay method (ELISA) was used. For bromatological characteristics, normal values were obtained; the qualitative physical characteristics were 93.10% for odor, 97.70% color, 96.5% size and 98.55% shape. The quantitative physical characteristics presented normal values, 69.98/100g for counting, 142.46g for weight of 100 grains having a proportional relation with 1.42g of the weight of one grain. A reasonable presence of residues and/or defects was found; 0.4%, 0.5%, 0.4% for foreign matter; 0.7%, 0.5%, 0.6% for flat grains; 0.6%, 0.6%, 0.5% for multiple grains; and 0.7%, 0.5%, 0.5% for broken grains. Defects found during the cutting test; 0.374% for moldy grains, 0.998% for slate grains, 3.482% for purple grains, 0.786% for sprouted grains and 0.55% for grains attacked by insects. The sensorial characteristics presented more outstanding attributes reaching a medium intensity; bitterness 87.4%, astringency 90.8%, acidity 72.4%, cocoa 93.1%, floral 64.4%. The average percentage of the physical-chemical characteristics were normal for humidity 6.46%, dry extract 93.54%, proteins 16.27%, fats 44.24%, raw fiber 3.48%, ashes 3.46%. The quantification of Aflatoxin B1, determined that the 87 analyzed samples; 21.84% (19 samples) presented contamination, with an average concentration of 6.46 ppb and a maximum concentration of 33.14 ppb and of the positive samples 26.32% exceeded the maximum permissible limit of 8 ppb, the cocoa coming from the warehouse N° 01 presented greater amount of positive samples 44.83%. The percentages and averages obtained for the bromatological and AFB1 characteristics in cocoa beans in this research work, showed that the cocoa coming from the three collection centers and/or warehouses presented quality characteristics typical of the area.

# CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN .....	16
II. ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS .....	18
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	37
3.1. MATERIALES .....	37
3.1.1 Material biológico.....	37
3.1.2 Material de laboratorio .....	37
3.2. MÉTODOS.....	37
3.2.1 ANÁLISIS BROMATOLÓGICO .....	37
1. Ensayos Físicos .....	37
2. Ensayos Organolépticos .....	42
3. Ensayos físico - químicos.....	44
3.2.2 DETERMINACIÓN DE AFLATOXINA B1 .....	53
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	57
V. CONCLUSIONES.....	125
VI. RECOMENDACIONES .....	126
VII.REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	127
VIII.ANEXOS .....	142

## LISTA DE TABLAS

- TABLA 1:** Distribución de resultados del **examen olfativo** en granos de *Theobroma cacao*, según el almacén de procedencia. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018.
- TABLA 2:** Distribución de resultados sobre el **color del grano**; en granos de *Theobroma cacao*, según el almacén de procedencia. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018.
- TABLA 3:** Distribución de resultados sobre el **tamaño del grano**; en granos de *Theobroma cacao*, según el almacén de procedencia. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018.
- TABLA 4:** Distribución de resultados sobre la **forma del grano**; en granos de *Theobroma cacao*, según el almacén de procedencia. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018.
- TABLA 5:** Distribución de resultados de la **evaluación del recuento de granos**, en granos de *Theobroma cacao*, según el almacén de procedencia. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018.
- TABLA 6:** Distribución de resultados del **peso de 100 granos**, en granos de *Theobroma cacao*, según el almacén de procedencia. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018.
- TABLA 7:** Distribución de resultados del **peso de un grano**, en granos de *Theobroma cacao*, según el almacén de procedencia. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018.
- TABLA 8:** Distribución de resultados en porcentaje de la **evaluación de residuos, granos planos, granos múltiples, materia extraña**, en granos de *Theobroma cacao*, según el almacén de procedencia. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018.
- TABLA 9:** Distribución de resultados en porcentaje de la **prueba de corte**, en granos de *Theobroma cacao*, según almacén de procedencia. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018.

- TABLA 9A:** Distribución de resultados en porcentaje de la **prueba de corte**, teniendo en cuenta la clasificación de los granos de cacao fermentados para la producción interna del país, según NTP ISO 2451:2016 la, en granos de *Theobroma cacao*, según almacén de procedencia. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018.
- TABLA 9B:** Distribución de resultados en porcentaje de la **prueba de corte**, teniendo en cuenta la clasificación de los granos de cacao fermentados para el comercio internacional, según NTP ISO 2451:2016 la, en granos de *Theobroma cacao*, según almacén de procedencia. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018.
- TABLA 10:** Distribución de resultados en porcentaje según intensidad de variables organolépticas, en granos de *Theobroma cacao*, procedentes de Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018
- TABLA 10A:** Promedios de las variables organolépticas, en granos de *Theobroma cacao*, procedente del almacén N°1. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018
- TABLA 10B:** Promedios de las variables organolépticas, en granos de *Theobroma cacao*, de la procedencia del almacén N°2. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018
- TABLA 10C:** Promedios de las variables organolépticas, en granos de *Theobroma cacao*, de la procedencia del almacén N°3. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018
- TABLA 11:** Distribución de resultados del **contenido de humedad**, en granos de *Theobroma cacao*, según el almacén de procedencia. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018.
- TABLA 12:** Distribución de resultados del **extracto seco**, en granos de *Theobroma cacao*, según el almacén de procedencia. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018.

- TABLA 13:** Distribución de resultados de **proteínas**, en granos de *Theobroma cacao*, según el almacén de procedencia. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018.
- TABLA 14:** Distribución de resultados de **grasas**, en granos de *Theobroma cacao*, según el almacén de procedencia. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018.
- TABLA 15:** Distribución de resultados de **fibra bruta**, en granos de *Theobroma cacao*, según el almacén de procedencia. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018.
- TABLA 16:** Distribución de resultados de **cenizas**, en granos de *Theobroma cacao*, según el almacén de procedencia. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018.
- TABLA 17:** Distribución de resultados de **Aflatoxina B1**, en granos de *Theobroma cacao*, según el almacén de procedencia. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018.
- TABLA 18:** Distribución de resultados de las muestras positivas para **Aflatoxina B1**, en granos de *Theobroma cacao*, según el almacén de procedencia. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018.
- TABLA 19:** Distribución de resultados de las muestras positivas para Aflatoxina B1 y muestras con concentraciones mayores a 8 ppb, en granos de *Theobroma cacao*, según el almacén de procedencia. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018.

## LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1:** Distribución de resultados de examen olfativo en granos de *Theobroma cacao*, según el almacén de procedencia. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018.
- FIGURA 2:** Gráfico circular por sectores de los resultados de las 87 muestras del examen olfativo. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018.
- FIGURA 3:** Distribución de resultados sobre el color del grano; en granos de *Theobroma cacao*, según el almacén de procedencia. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018.
- FIGURA 4:** Gráfico circular por sectores de los resultados de las 87 muestras del examen sobre el color del grano. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018.
- FIGURA 5:** Distribución de resultados sobre el **tamaño del grano**; en granos de *Theobroma cacao*, según el almacén de procedencia. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018.
- FIGURA 6:** Gráfico circular por sectores de los resultados de las 87 muestras del examen sobre el tamaño del grano. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018.
- FIGURA 7:** Distribución de resultados sobre la **forma del grano**; en granos de *Theobroma cacao*, según el almacén de procedencia. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018.
- FIGURA 8:** Gráfico circular por sectores de los resultados de las 87 muestras del examen sobre la forma del grano. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018.
- FIGURA 9:** Recuento de granos de *Theobroma cacao*, de la procedencia del Almacén N°1. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018.

- FIGURA 10:** Recuento de granos de *Theobroma cacao*, de la procedencia del Almacén N°2. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018.
- FIGURA 11:** Recuento de granos de *Theobroma cacao*, de la procedencia del Almacén N°3. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018.
- FIGURA 12:** Peso de un grano, en granos de *Theobroma cacao*, de la procedencia del Almacén N°1. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018.
- FIGURA 13:** Peso de un grano, en granos de *Theobroma cacao*, de la procedencia del Almacén N°2. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018.
- FIGURA 14:** Peso de un grano, en granos de *Theobroma cacao*, de la procedencia del Almacén N°3. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018.
- FIGURA 15:** Porcentajes promedios de la evaluación de residuos, granos planos, granos múltiples, materia extraña, en granos de *Theobroma cacao* según el almacén de procedencia. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018.
- FIGURA 16:** Porcentajes de materia extraña, en granos de *Theobroma cacao*, de la procedencia del Almacén N°1. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018.
- FIGURA 17:** Porcentajes de materia extraña, en granos de *Theobroma cacao*, de la procedencia del Almacén N°2. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018.
- FIGURA 18:** Porcentajes de materia extraña, en granos de *Theobroma cacao*, de la procedencia del Almacén N°3. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018.
- FIGURA 19:** Porcentajes de grano plano, en granos de *Theobroma cacao*, de la procedencia del Almacén N°1. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018.

- FIGURA 20:** Porcentajes de grano plano, en granos de *Theobroma cacao*, de la procedencia del Almacén N°2. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018.
- FIGURA 21:** Porcentajes de grano plano, en granos de *Theobroma cacao*, de la procedencia del Almacén N°3. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018.
- FIGURA 22:** Porcentajes de grano múltiple, en granos de *Theobroma cacao*, de la procedencia del Almacén N°1. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018.
- FIGURA 23:** Porcentajes de grano múltiple, en granos de *Theobroma cacao*, de la procedencia del Almacén N°2. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018
- FIGURA 24:** Porcentajes de grano múltiple, en granos de *Theobroma cacao*, de la procedencia del Almacén N°3. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018
- FIGURA 25:** Porcentajes de grano roto, en granos de *Theobroma cacao*, de la procedencia del Almacén N°1. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018
- FIGURA 26:** Porcentajes de grano roto, en granos de *Theobroma cacao*, de la procedencia del Almacén N°2. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018.
- FIGURA 27:** Porcentajes de grano roto, en granos de *Theobroma cacao*, de la procedencia del Almacén N°3. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018.
- FIGURA 28:** Porcentajes promedios de la prueba de corte, en granos de *Theobroma cacao* según el almacén de procedencia. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018.
- FIGURA 29:** Promedios de las variables organolépticas (**Sabores básicos**), en granos de *Theobroma cacao* según el almacén de procedencia. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018.

- FIGURA 30:** Promedios de las variables organolépticas (**Sabores específicos**), en granos de *Theobroma cacao* según el almacén de procedencia. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018.
- FIGURA 31:** Promedios de las variables organolépticas (**Sabores adquiridos**), en granos de *Theobroma cacao* según el almacén de procedencia. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018.
- FIGURA 32:** Porcentajes de Humedad, en granos de *Theobroma cacao*, procedentes del Almacén N°1. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018.
- FIGURA 33:** Porcentajes de Humedad, en granos de *Theobroma cacao*, procedentes del Almacén N°2. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018.
- FIGURA 34:** Porcentajes de Humedad, en granos de *Theobroma cacao*, procedentes del Almacén N°3. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018.
- FIGURA 35:** Porcentajes de Extracto Seco, en granos de *Theobroma cacao*, procedentes del Almacén N°1. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018.
- FIGURA 36:** Porcentajes de Extracto Seco, en granos de *Theobroma cacao*, procedentes del Almacén N°2. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018.
- FIGURA 37:** Porcentajes de Extracto Seco, en granos de *Theobroma cacao*, procedentes del Almacén N°3. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018.
- FIGURA 38:** Porcentajes de Proteínas, en granos de *Theobroma cacao*, procedentes del Almacén N°1. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018.
- FIGURA 39:** Porcentajes de Proteínas, en granos de *Theobroma cacao*, procedentes del Almacén N°2. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018.

- FIGURA 40:** Porcentajes de Proteínas, en granos de *Theobroma cacao*, procedentes del Almacén N°3. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018.
- FIGURA 41:** Porcentajes de Grasas, en granos de *Theobroma cacao*, procedentes del Almacén N°1. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018.
- FIGURA 42:** Porcentajes de Grasas, en granos de *Theobroma cacao*, procedentes del Almacén N°2. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018.
- FIGURA 43:** Porcentajes de Grasas, en granos de *Theobroma cacao*, procedentes del Almacén N°3. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018.
- FIGURA 44:** Porcentajes de Fibra Bruta, en granos de *Theobroma cacao*, procedentes del Almacén N°1. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018.
- FIGURA 45:** Porcentajes de Fibra Bruta, en granos de *Theobroma cacao*, procedentes del Almacén N°2. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018.
- FIGURA 46:** Porcentajes de Fibra Bruta, en granos de *Theobroma cacao*, procedentes del Almacén N°3. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018.
- FIGURA 47:** Porcentajes de Cenizas, en granos de *Theobroma cacao*, procedentes del Almacén N°1. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018.
- FIGURA 48:** Porcentajes de Cenizas, en granos de *Theobroma cacao*, procedentes del Almacén N°2. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018.
- FIGURA 49:** Porcentajes de Cenizas, en granos de *Theobroma cacao*, procedentes del Almacén N°3. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018.

- FIGURA 50:** Promedios del ensayo físico – químico, en granos de *Theobroma cacao*, según el almacén de procedencia. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018.
- FIGURA 51:** Distribución de resultados de **Aflatoxina B1**, en granos de *Theobroma cacao*, según el almacén de procedencia. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018.
- FIGURA 52:** Grafico circular por sectores de las 87 muestras para contaminación por Aflatoxina B1. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018.
- FIGURA 53:** Distribución de resultados de las muestras positivas para **Aflatoxina B1**, en granos de *Theobroma cacao*, según el almacén de procedencia. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018.
- FIGURA 54:** Grafico circular por sectores de las 19 muestras positivas para Aflatoxina B1. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018.
- FIGURA 55:** Distribución de resultados de las muestras positivas para Aflatoxina B1 y muestras con concentraciones mayores a 8 ppb, en granos de *Theobroma cacao*, Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018.

## ANEXOS

- Anexo N°01:** Muestreo de granos de Cacao en Almacenes (Centros de acopio) de la ciudad de Nueva Cajamarca.
- Anexo N°02:** Muestreo y equipos de medición para humedad de granos de Cacao en Almacenes (Centros de acopio) de la ciudad de Nueva Cajamarca.
- Anexo N°03:** Método por cuarteo y evaluación física de los granos de *Theobroma cacao*.
- Anexo N°04:** Prueba de corte (Método del bisturí) en los granos de *Theobroma cacao*.
- Anexo N°05:** Preparación de muestras para evaluación química de granos de *Theobroma cacao*.
- Anexo N°06:** Defectos de los granos de *Theobroma cacao*. Prueba de corte.
- Anexo N°07:** Defectos de los granos de *Theobroma cacao*. Evaluación de residuos, granos planos, granos múltiples, materia extraña.
- Anexo N°08:** Evaluación bromatológica de los granos de *Theobroma cacao*.
- Anexo N°09:** Proceso de ensayo físico – químico de los granos de *Theobroma cacao*.
- Anexo N°10:** Flujograma para la obtención del grano fermentado seco de cacao. *Theobroma cacao*.
- Anexo N°11:** Secado de los granos de *Theobroma cacao*.
- Anexo N°12:** Requisitos de grano de cacao según Norma Técnica Peruana NTP - ISO 2451:2016
- Anexo N°13:** Requisitos de grano de cacao según Norma Técnica Peruana NTP - ISO 2451:2016

- Anexo N°14:** Requisitos de grano de cacao según Norma Técnica Peruana NTP - ISO 2451:2016
- Anexo N°15:** Normas Técnicas Peruanas para Cacao.
- Anexo N°16:** Normas de otros países para granos de Cacao.
- Anexo N°17:** Valores obtenidos durante el recuento en granos de cacao por almacén de procedencia.
- Anexo N°18:** Valores obtenidos durante el peso de 100 y 1 grano de cacao por almacén de procedencia.
- Anexo N°19:** Valores obtenidos durante la evaluación de residuos (materia extraña, granos planos, granos múltiples, granos rotos) en grano de cacao procedente del almacén N°1.
- Anexo N°20:** Valores obtenidos durante la evaluación de residuos (materia extraña, granos planos, granos múltiples, granos rotos) en grano de cacao procedente del almacén N°2.
- Anexo N°21:** Valores obtenidos durante la evaluación de residuos (materia extraña, granos planos, granos múltiples, granos rotos) en grano de cacao procedente del almacén N°3.
- Anexo N°22:** Valores obtenidos durante la prueba de corte en granos de cacao procedente del almacén N°1.
- Anexo N°23:** Valores obtenidos durante la prueba de corte en granos de cacao procedente del almacén N°2.
- Anexo N°24:** Valores obtenidos durante la prueba de corte en granos de cacao procedente del almacén N°3.
- Anexo N°25:** Valores obtenidos durante la evaluación de catación en granos de cacao procedente del almacén N°1
- Anexo N°26:** Valores obtenidos durante la evaluación de catación en granos de cacao procedente del almacén N°2
- Anexo N°27:** Valores obtenidos durante la evaluación de catación en granos de cacao procedente del almacén N°3

- Anexo N°28:** Valores obtenidos durante la evaluación fisicoquímica en granos de cacao procedente del almacén N°1
- Anexo N°29:** Valores obtenidos durante la evaluación fisicoquímica en granos de cacao procedente del almacén N°2
- Anexo N°30:** Valores obtenidos durante la evaluación fisicoquímica en granos de cacao procedente del almacén N°3.
- Anexo N°31:** Estructuras químicas de la aflatoxina B1 y otros metabolitos relacionados con las aflatoxinas
- Anexo N°32:** Propiedades fisicoquímicas de las principales aflatoxinas.
- Anexo N°33:** Propiedades físico-químicas de AFB1.
- Anexo N°34:** Biotransformación de las aflatoxinas.
- Anexo N°35:** Ruta de biotransformación de AFB1.
- Anexo N°36:** Mecanismo de acción de AFB1.
- Anexo N°37:** Niveles máximos de AFB1, según REGLAMENTO (EU) No 165/2010 DE LA COMISIÓN del 26 de febrero de 2010
- Anexo N°38:** CLASIFICACIÓN DE LAS MICOTOXINAS SEGÚN LA IARC
- Anexo N°39:** Porcentaje de la población mundial con reglamentos para las micotoxinas
- Anexo N°40:** Límites a nivel mundial para la aflatoxina B1 en los alimentos
- Anexo N°41:** Límites a nivel mundial para las aflatoxinas totales en los alimentos.
- Anexo N°42:** Software Romer ® Log hoja de cálculo para determinar la concentración de aflatoxina B1 para cada muestra en partes por billón (ppb)

- Anexo N°43:** Curva de Calibracion y Valores obtenidos de los estándares cuantificados por la Hoja de calculo Romer Labs AgraQuant Aflatoxin B1 (2-50ppb)
- Anexo N°44:** Valores obtenidos en el análisis cuantitativo de Aflatoxina B1 en granos de *Theobroma cacao* procedente de los tres almacenes de Nueva Cajamarca.
- Anexo N°45:** ANALISIS ESTADISTICO CHI-CUADRADO. Evaluación de apariencia exterior física del grano de cacao.
- Anexo N°46:** ANALISIS ESTADISTICO DE ANOVA. Evaluación de Recuento de granos.
- Anexo N°47:** ANALISIS ESTADISTICO DE ANOVA. Evaluación de peso en 100 granos de cacao.
- Anexo N°48:** ANALISIS ESTADISTICO DE ANOVA. Evaluación de peso en un grano de cacao
- Anexo N°49:** ANALISIS ESTADISTICO DE ANOVA. Evaluación del total de residuos (granos planos, granos múltiples, materia extraña, granos rotos)
- Anexo N°50:** ANALISIS CORRELACIÓN TAU B DE KENDALL. Evaluación de residuos (granos planos, granos múltiples, materia extraña, granos rotos)
- Anexo N°51:** ANALISIS ESTADISTICO DE ANOVA. Evaluación de residuos (granos planos, granos múltiples, materia extraña, granos rotos)
- Anexo N°52:** ANALISIS ESTADISTICO DE ANOVA. Prueba de corte (Total de defectos)
- Anexo N°53:** ANALISIS ESTADISTICO DE ANOVA. Prueba de corte (Defecto encontrado en granos de cacao)

- Anexo N°54:** ANALISIS ESTADISTICO DE ANOVA (Comparaciones multiples). Prueba de corte (Defecto encontrado en granos de cacao)
- Anexo N°55:** ANALISIS CORRELACIÓN TAU B DE KENDALL. Prueba de corte (Defecto encontrado en granos de cacao)
- Anexo N°56:** ANALISIS ESTADISTICO DE ANOVA. Prueba sensorial – catación en granos de cacao.
- Anexo N°57:** ANALISIS ESTADISTICO DE ANOVA (Comparaciones multiples). Prueba sensorial – catación en granos de cacao
- Anexo N°58:** ANALISIS CORRELACIÓN TAU B DE KENDALL. Prueba sensorial – catación en granos de cacao
- Anexo N°59:** ANALISIS ESTADISTICO DE ANOVA. Evaluación físico – química.
- Anexo N°60:** ANALISIS ESTADISTICO DE CHI-CUADRADO. Evaluación de AFB1 y relación con almacén de procedencia.
- Anexo N°61:** Glosario de términos

## I. INTRODUCCIÓN

En el Perú, el cacao esta posicionándose fuertemente como producto de exportación, llegando a convertirse en uno de los productos que involucra a más de un millón de personas en el conjunto de actividades de producción, transporte, industria y exportación. (MINAGRI, 2013); siendo además el Perú clasificado según el Convenio Internacional del Cacao 2014 de la ICCO, como el octavo país productor a nivel mundial, y en América latina es el tercer mayor productor de cacao. Siendo segundo país exportador de cacao orgánico en el mundo, su producción creció en el año 2015 en un 15%, respecto al 2014, llegando a 81.300 toneladas (MINAGRI, 2016). Sin embargo, los fenómenos climáticos durante el periodo de cosecha, caracterizado por las lluvias que afectan el proceso de secado del cacao, dificultando así su buen almacenamiento brindando óptimas condiciones para el desarrollo de hongos (mohos), dando lugar a la proliferación de micotoxinas patógenas, siendo un riesgo constante para la salud humana (MEF, 2007; INDECOPI, 2011).

Un exigente segmento del comercio mundial, esta representado por el cacao (Sánchez, 2007), por tal motivo los países importadores de cacao, cada vez son más exigentes (Amores & Jiménez 2007) en las buenas características bromatológicas (MINAGRI, 2016), así como también se encuentre exento de Aflatoxina B1 (MINAGRI-SENASA-DIAIA, 2016), permitiendo así la fabricación de productos saludables cumpliendo con la legislación europea y otras normas internacionales de seguridad e inocuidad alimentaria (CAOBISCO/ECA/FCC, 2015). En las regiones tropicales y subtropicales los cultivos de cacao son más sensibles a la contaminación durante la producción, cosecha y almacenamiento que en las regiones templadas, debido a que la alta humedad y las altas temperaturas de esas áreas proporcionan unas condiciones óptimas para la formación de micotoxinas (Thomson & Henke, 2000), causando el deterioro en las características organolépticas como el olor, sabor, aroma y aspecto; así como también de las características nutritivas del cacao. (Enríquez, 2004).

La síntesis durante el metabolismo secundario de algunas cepas de *Aspergillus flavus*, *Aspergillus parasiticus*, *Aspergillus nomius* y *Aspergillus pseudotamarii*, originan toxinas, entre ellas la Aflatoxina B1 (Ito et al., 2001; Kurtzman & Horn, 1987). Los mohos aflatoxigenicos pueden crecer en oleaginosas, cereales y alimentos elaborados en condiciones ambientales favorables. La micotoxina AFB1 posee actividad mutágena y carcinógena en el ser humano y está involucrado en procesos como daño hepático, cirrosis, obstaculiza el

desarrollo fetal (Guzmán, 2007). El crecimiento de mohos y producción de toxinas depende de muchos factores como la temperatura, el pH, el sustrato, microflora competidora y la humedad relativa (Chalco, 2014). Encontrándose aflatoxinas en variedades de productos agrícolas, los mayores niveles se hallaron en semillas de maíz y algodón, cacahuates, cacao, nueces, avellanas y otros frutos secos (Soriano, 2007)

Actualmente es necesario tener en cuenta a las micotoxinas producidas por hongos en el ámbito de la alimentación y la seguridad alimentaria; siendo necesario aclarar que hasta el momento no existe una legislación definitiva para el control de Aflatoxina B1 en cacao, contándose solamente con el reglamento N°165/2010 de la comisión de 26 de febrero de 2010, donde el contenido máximo de aflatoxina B1 para cacahuates y otras semillas oleaginosas, que vayan a ser sometidos a un procedimiento de selección u otro tratamiento físico antes del consumo humano directo o de ser utilizados como ingredientes de productos alimentarios, donde esta ubicado el cacao es de 8 µg/kg.(Diario oficial de la Union Europea, 2010)

Los ensayos físicos, organolépticos y químicos, juegan un rol muy importante para indicar cuales son las características bromatológicas del cacao, ya que con esto se verifica cualquier alteración o cambio que haya sufrido el grano de cacao durante su cosecha, secado o almacenamiento; y el inmunoensayo enzimático (ELISA) permite determinar cuantitativamente cual es la concentración de Aflatoxina B1 en ppb presentes en las muestras de granos de cacao.

Por las razones antes descritas es que la presente investigación tiene por objetivos 1. determinar las características bromatológicas y 2. determinar la concentración de Aflatoxina B1 en granos de *Theobroma cacao* procedente del distrito de Nueva Cajamarca. Provincia de Rioja, Region de San Martin.

## II. ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS

### BROMATOLOGIA DEL CACAO

Bonvehi & Coll; citado por Quiñones (2010), definió el fruto del cacao como una baya de forma ovoidea también conocida como mazorca, aproximadamente de largo 25 cm y de ancho 15 cm. La zona superficial de la baya varía entre rugosa y/o totalmente lisa. Presenta color verde y/o rojo en bayas verdes; amarillo, anaranjado y morado en bayas maduras. La baya joven presenta 5 compartimentos repletos de semillas, pero al estar madurando las paredes dejan de existir, quedando solo 1 cavidad conteniendo entre 25 a 70 semillas o granos (varía según la especie). La semilla está protegida por una capa mucilaginosa de color blanquecino teniendo de longitud entre 15 y 30 mm, diámetro entre 5 y 15 mm de. Cada una de las semillas está formada por 2 cotiledones que conservan los nutrientes para el crecimiento de la planta. Lo almacenado generalmente viene a ser casi el 50% del peso seco de la semilla, conocida como manteca de cacao (grasa).

La ASOCIACIÓN NATURLAND (2000), mencionó que los granos o semillas frescas del cacao están rodeadas por una pulpa mucilaginosa blanquecina aromática de sabor dulce que constituye el 15 a 20% del peso fresco; así mismo, constituida de 80% de agua, 10 a 15% de glucosa y fructosa, 0.5% de ácidos no volátiles principalmente ácido cítrico, y de pectina; presenta un pH ácido de 3.5. El fuerte sabor amargo de los granos y/o semillas se debe a una sustancia llamada antocianina.

Adriazola (2003) & Cueva (2007), indicaron que hay 3 principales var. de cacao: Forastero, Criollo y Trinitario. En tanto Ciferri & Ciferri; citado por Rodríguez et al. (2012), señaló que la variedad de cacao de tipo forastero está calificado de baja calidad, la variedad trinitario de calidad intermedia y la variedad criollo de una alta calidad. Por su parte Quiñones (2010), menciona que el cacao forastero presenta elevado contenido de tanino, su cáscara del grano es gruesa, resistente y con poco aroma, así mismo, es el más cultivado y oriundo del continente africano; el cacao trinitario originada en la Isla Trinidad (población híbrida), resultado del cruce entre criollo y forastero, pero su calidad es más próxima al forastero. Conservando dicho cacao, la firmeza del cacao forastero y el fino sabor del cacao criollo; el Cacao criollo o nativo de origen Centroamericano, reconocido por su alta calidad, de insuficiente contenido en

taninos y reservado para la elaboración de los chocolates más exquisitos, representa aproximadamente el 10% de la producción mundial.

NORMA TÉCNICA PERUANA: NTP – ISSO 2451. (2016), estableció que el grano de cacao es la semilla del árbol de cacao (*Theobroma cacao L.*) limpia, sana, fermentada de manera adecuada y secada.

Fowler (1994); Cros & Jeanjean (1995); Puziah et al., (1998); Graziani de Fariñas et al., (2003), mencionaron que la parte más utilizada del árbol de cacao (*Theobroma cacao L.*) son los granos o semillas, exactamente los cotiledones que son la parte comestible, los cuales sufren considerables cambios durante los procesos de fermentación y secado. En tanto Quiñones (2010), manifestó que en el proceso de fermentación se producen varios cambios químicos en las semillas de cacao. Así mismo, Pinzón et al., (2008), señaló la fermentación comprende 2 etapas: anaeróbica y aeróbica. En la etapa anaeróbica intervienen microorganismos como las levaduras *Kloeckera spp.*, *Saccharomyces sp.*, *Saccharomycopsis spp.*, *Torulopsis spp.*, entre otras; afectando la pulpa para hidrolizar proteínas y carbohidratos para luego ser transformados en etanol, CO<sub>2</sub> y péptidos de bajo PM. En la etapa aeróbica, la remoción del grano beneficia la actividad de bacterias aeróbicas: bacterias ácido lácticas, como *Leuconostoc spp.*, *Lactobacilos spp.*, *Pediococcus spp.*, y ácido acéticas, como *Gluconobacter oxydans* y *Acetobacter spp.* Esto último modifica el etanol en ácido acético, ingresando al cotiledón provocando la muerte del grano; iniciando además las reacciones enzimáticas facilitando la formación de péptidos de bajo PM, oxidación de los polifenoles y aminoácidos libres, estas reacciones son vigiladas fundamentalmente por las variaciones de pH 3.8 - 4.0 y temperatura. Desde la apariencia física, se producen alteraciones o cambio del grano (hinchamiento) debido al ingreso de líquidos como el agua, etanol y el ácido acético, esto asegura al grano de cacao un aspecto de “arrugamiento” y de estrías o grietas internas. La calidad de los granos de cacao dependerá de la uniformidad de la fermentación. Posterior a ello, las semillas son secadas y se consigue el grano de cacao

Camu et al., (2008), describieron que los granos secos de cacao al ser transformados en chocolate deben ser apetecible y/o agradable al gusto y al olfato. Estas características son obtenidas por un correcto proceso de fermentación que producirá un cacao de alta calidad. Sin embargo, se reducen seriamente la expresión de los distintos compuestos y/o características que forman el aroma del cacao, por un defectuoso

proceso de fermentación o ausencia del mismo, provocando e impactando negativamente en la calidad sensorial de los granos de cacao.

Jiménez (2000), menciona que depende de su genotipo, apropiada fermentación y secado, la calidad final del grano y/o semilla de cacao para la capacidad en sabor y aroma a chocolate. En tanto, Reyes, Vivas y Romero (2004), aludieron que la calidad del cacao se expresa a través de características físicas (tamaño, peso, grosor de la cáscara) y las organolépticas (sabor y aroma). Por su parte Braudeau (1970), manifestó que comercialmente se aprecia la calidad del cacao exceptuando la evaluación del contenido de humedad, con métodos subjetivos realizando una prueba de corte y en ocasiones se complementa con degustación.

Numerosos estudios mencionaron la importancia de los compuestos implicados en la formación del aroma del cacao y por consiguiente en el desarrollo de precursores del sabor del chocolate. En este sentido, de acuerdo con Portillo et al. (2005), mencionaron que los compuestos volátiles (pirazinas y aldehídos) representan un sabor básico, los ésteres que causan un sabor a fruta. Del mismo modo, el grado de astringencia del chocolate lo determinan los compuestos polifenólicos y el amargor lo determinan las purinas (cafeína y teobromina). Finalmente, el complejo polipéptidos-fenoles y pirazinas influyen en el sabor a miel y nuez.

NORMA TÉCNICA PERUANA: NTP – ISO 2451. (2016), estableció el procedimiento para la toma de muestra en cuanto a su almacenamiento, desinfección, método para evaluar el recuento de granos, método para evaluar el tamizado y método para evaluar residuos, granos planos, granos múltiples, materia extraña.

NORMA TÉCNICA PERUANA: NTP – ISO 2451. (2016), Estableció los requisitos generales en los lotes de grano de cacao, mencionando en cuanto a olor: estar libres de contaminación; libres de cualquier evidencia de adulteración; libres de cualquier materia extraña, libres de insectos vivos, huevos de insectos, larvas en cualquier etapa de desarrollo, libres de ácaros, roedores u otros tipos de infestación; razonablemente libres de granos rotos, fragmentos y piezas de cáscara; deben estar dentro de la estándar de color violáceo o púrpura de granos, típico del grado especificado u origen; deben estar razonablemente uniformes en talla y fermentación; deben ser aptos para la producción de un producto alimenticio y razonablemente libre de granos múltiples, granos planos, granos germinados.

NORMA TÉCNICA PERUANA: NTP – ISO 2451. (2016), estableció definiciones para defectos presentados en los granos de cacao; *dañado por insecto*: grano de cacao que internamente presenta insectos en diferentes estadios de desarrollo, o ha sido atacado por insectos causando daño visible a simple vista; *mohoso*: grano de cacao en cuyas partes internas el hongo es visible a simple vista, constituyen uno de los defectos con gravedad significativa, dando en consecuencia a malos sabores (húmedo, rancio o pasados); *germinado*: grano donde la cascarilla fue agujerada, rota o abierta por la germinación de la semilla; *múltiple*: unión de 2 o más granos por restos de mucilago; *plano*: grano de cacao en el que los dos cotiledones son tan delgados imposibilita obtener una superficie del cotiledón por corte; *roto*: grano con pérdida de un fragmento, equivalente a menos de la mitad del grano; *pizarroso*: grano de cacao que muestra un color verdoso o gris negruzco con aspecto compacto en al menos la mitad de la superficie de los cotiledones expuestos por la prueba de corte; *violáceo o morado*: grano de cacao que muestra un color morado o violeta intenso en al menos la mitad de la superficie de los cotiledones expuestos en la prueba de corte.

NORMA TÉCNICA PERUANA: NTP – ISO 1114. (2016), estableció la prueba de corte; procedimiento por el cual los cotiledones de los granos de cacao son expuestos para determinar la incidencia de defectos y/o granos pizarrosos y/o granos violáceos o púrpuras y/o presencia de contaminación en una muestra. De acuerdo a este procedimiento la NTP – ISO 2451:2016 estableció la clasificación de los granos de cacao según su grado de calidad, así mencionó: a) clasificación de los granos de cacao fermentado para la producción interna del país; los porcentajes máximos permitidos para un grano de cacao de grado 1: mohosos 3%, pizarrosos 3%, dañados por insectos, germinados o planos 3%; los porcentajes máximos permitidos para un grano de cacao de grado 2: mohosos 4%, pizarrosos 8%, dañados por insectos, germinados o planos 6%; b) clasificación de los granos de cacao fermentados para el comercio internacional; los porcentajes máximos permitidos para un grano de cacao bien fermentado: pizarrosos 5%, Mohosos y/o dañados por insectos, germinados 5%; los porcentajes máximos permitidos para un grano de cacao mediamente fermentado: pizarrosos 10%, Mohosos y/o dañados por insectos, germinados 10%.

NORMA TÉCNICA PERUANA: NTP – ISO 2451. (2016), describió que el cacao seco es el término comercial que designa al grano de cacao que ha sido satisfactoriamente secado y cuyo contenido de humedad corresponde a los requisitos del estándar internacional. Además, señaló que el contenido de humedad de los lotes de granos de cacao comercializados dentro y/o fuera del país productor, determinado en el primer punto de destino o subsiguientes puntos de reparto, no debe exceder de 7,5% (m/m).

Álvarez, Pérez & Lares (2007), definieron que la composición química de las semillas de cacao resulta importante en la formación de los compuestos precursores de sabor y aroma del cacao así como en su calidad. En general, los componentes principales de una semilla son encontrados en las reservas alimenticias, las cuales proporcionan la energía necesaria para la germinación y crecimiento. Las grasas y proteínas son las formas principales en que éstas reservas energéticas son almacenadas en las semillas de cacao.

CAOBISCO, ECA, FCC (2015) mencionaron que los fabricantes de chocolate exigen que el grado de humedad de los granos de cacao debe ser 7% aproximadamente. Si excede el 8%, no solo significa la pérdida de material y/o masa comestible, sino que además significa una mayor probabilidad de crecimiento de hongos y bacterias, lo que puede tener un impacto negativo en la seguridad alimentaria, el sabor y la calidad para la fabricación de diferentes productos. En tanto, si el grado de humedad es menor al 6,5%, se desintegraran los granos por la fragilidad de la cáscara, lo que dará como resultado un alto porcentaje de granos rotos, siendo esto importante si el cacao se traslada, transporta y/o se almacena a granel, encontrándose los granos menos protegidos frente a posibles daños si no están introducidos en sacos, por lo tanto la probabilidad que los niveles de lipólisis sean mayores, continuando a la formación de ácidos grasos libres.

NORMA TÉCNICA PERUANA: NTP – ISO 2291. (2016), estableció el procedimiento para determinar el contenido de humedad en cacao por el método de rutina, tomando como precedente la NTP – ISO 2291:2011. Este método está basado en el principio de que la muestra es secada a una temperatura de  $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  a presión atmosférica. Además señalo los equipos usados para realizar este procedimiento.

Brack (1999), determinó en 100 g de semilla de *Theobroma cacao*, presenta 8.7 g agua, 19.0 g de proteína, 17.1 g de lípidos, 47.8 g de carbohidratos, 6.9 g de fibra, 7.4 g de ceniza. En cuanto Mendis (2003), señaló que la calidad de la semilla y/o grano de cacao depende básicamente de un buen y/o efectivo proceso de fermentación y secado. Entre los requisitos solicitados por las industrias, el grado de fermentación debe ser más del 70%, la humedad menor del 7%, los granos violetas inferiores al 20%, los granos pizarrosos menos del 10% y los defectuosos menores al 10%.

GRAZIANI DE FARINAS et al., (2003) indicaron como esta compuesto fisicoquímicamente el cotiledón de 4 variedades de cacao: tipo criollo: con humedad de 6.36%, acidez total 0.31%, taninos 0.68%, pH 6.39, proteínas 13.88%, azúcares totales 8.05%, azúcares reductores 3.02%, cenizas 3.67% y grasa 50.99%; tipo forastero: con humedad de 6.87%, taninos 0.80%, pH 6.36, acidez total 0.31%, proteínas 13.59%, cenizas 3.59%, azúcares reductores 3.24%, azúcares totales 8.07% y grasa 49.52%; tipo trinitario: con humedad de 5.86%, pH 6.35, acidez total 0.35%, taninos 0.72%, azúcares reductores 2.90%, azúcares totales 7.62%, proteínas 13.97%, cenizas 3.63% y grasa 53.24%; tipo CCN 51: con humedad de 7, 91%, pH 4.5, proteínas 12%, cenizas 4.18% y grasa 52%.

Adriazola (2003), en su estudio comparativo fisicoquímico del grano y del licor de cacao, obtuvo los siguientes resultados: para el grano; con grasa 48.58%, pH 5.91, sólidos totales 42.92%, cenizas totales 3.27%, fibra cruda 4.3%, humedad 8.5%, proteína 12.25%, teobromina de 0.8 – 1.4; para el licor: con pH 5.39, grasa 54.24%, cenizas totales 3.37%, sólidos totales 46.14%, fibra cruda 3.67%, proteína 13.07%, humedad 1.67% y teobromina 0.71 – 1.5.

Bravo (2010), estudió los análisis fisicoquímico en el proceso de secado de clones y variedad de almendra de cacao, donde comprueba que el porcentaje de humedad disminuye conforme a los (7) días de secado, empezando con el día 0 al día 6, siendo los valores de estos: THS 565: 58.26% - 7.55% ; CCN 51: 59.15% - 7.91% ; UF 613: 57.41% - 7.47% ; ICS 95: 56.55% - 7.51% ; ICS 1: 59.04% - 7.82% ; IMC 67: 58.49 – 7.57% y en cuanto a cacao criollo 58.99% - 7.68%. Por otro lado, Vasquez, (2005), determinó que el grano de *Theobroma cacao* contiene un 46.3 % de grasa, 34.7% de carbohidratos, 12% de proteínas, 5.3% de fibra, 3.4% de cenizas, 3.6% de agua.

Gil (2010), mostro valores post-proceso de tostado en los granos y/semillas de cacao, estando compuesto por; 2% de agua, 52-56% de manteca de cacao, 11.8% de proteínas, 6% de almidón, 4 – 8% de taninos, 2.7% de cenizas y 9.3% de fibra. Los componentes de los distintos derivados es variable significativamente. Sin embargo, Arriaga (2007), en su investigación determinó 1.72% de humedad, 3.01% de cenizas, 14.57% de proteínas, 50.88% de grasa, contenidos en granos de *Theobroma cacao*.

Garcia (2011), realizó análisis químicos a las semillas de cacao y determinó que el porcentaje de humedad se encuentra entre 4.55% y 7.13%; la concentración de cenizas en semillas base seca se obtuvo resultados que varían entre 3.44% y 5.29%; en cuanto a la concentración de grasas en semillas de cacao base seca se encuentra entre 29.9% y 40.0%; además determinó la cantidad de proteínas en semillas a base seca que varía entre 11.0% y 13.6%.

Rosario (2012), realizó el estudio de los granos de cacao del departamento de Piura del distrito de San Juan de Bigote, provincia de Morropón, determinando que en los análisis físicos, el porcentaje de humedad es de 5.9 – 6.3%, porcentaje de fermentación alcanzado es de 66.0 – 77.5%. En los análisis químicos, el porcentaje de grasa es de 55.9%, el porcentaje de fibra es de 5.7%, el porcentaje de proteínas es de 10.2%, el porcentaje de cenizas es de 3.4%, el porcentaje de carbohidratos es de 25.1%.

Loayza (2014), en su investigación sobre la influencia de la frecuencia de remoción, durante la fermentación en la calidad sensorial del cacao; señalo que las muestras fueron procesadas en laboratorio y empresa cacaotera localizada en Satipo – Perú variando el índice de remoción durante el proceso de fermentación de dos tratamientos (T1 y T2). Mas tarde el cacao fue secado de manera natural, aplicándose luego los análisis físicos y químicos, los cuales llevaron a los siguientes resultados. T1: grasa 39.06%, ceniza 3.22%, sabor a cacao fuerte, intensidad de acidez leve, intensidad de sabores de amargor, astringencia y sabor a nueces son leves; T2: grasa 48.84%, ceniza 3.09%, sabor a cacao fuerte, intensidad de acidez moderada, intensidad de sabores de amargor, astringencia y sabor a nueces son leves.

Bermúdez & Mendoza (2016), determinaron perfiles físicos, bromatológicos y organolépticos de granos del cacao de cuatro fincas (F); siendo el porcentaje de cenizas *F1* 4.5% , *F2* 4.07% , *F3* 4.01% y *F4* 4.08%; además determinó el contenido de grasa *F1* 47.03% , *F2* 46.29% , *F3* 43.35% y *F4* 44.13%; en cuanto a los

resultados del pH mostró *F1* 6.35 , *F2* 6.14 , *F3* 6.03 y *F4* 6.12; además los parámetros físicos como la humedad obtuvo *F1* 6.1% , *F2* 5.87% , *F3* 5.83% y *F4* 6.23%.

INDECOPI (2016), indicó mediante resolución N° 014866 – 2016/DSD – INDECOPI, que los granos secos de cacao Amazonas Perú, exhiben una serie de caracteres cualitativos y cuantitativos, entre los que destacan: el color del grano seco, predominantemente marrón rojizo, tiende a ser marrón chocolate, con aspecto agrietado en su interior, consecuencia del proceso de fermentación; el tamaño de los granos: prevalecen los granos de la categoría grande; el número promedio de semillas o granos: en 100 gramos son 68 unidades, con un rango de aceptación de 58.3 a 74.7 unidades; el peso: 100 granos secos equivalen a 150.3 gramos, con un rango de aceptación entre 129.9 g a 170.2 g. Además, señaló los caracteres de composición bromatológica del cacao Amazonas Perú a humedad 7%; teniendo para cenizas valor menor 3.52% y valor mayor 3.70%, grasas con valor menor 46.13% y valor mayor de 50.42%, fibra con valor menor 8.88% y valor mayor 12.64%, proteínas con valor menor 13.22% y valor mayor 14.05%, carbohidratos con valor menor 24.88% y valor mayor 30.11%.

Alas & Rios (2012), en su investigación sobre la Evaluación del proceso de fermentación tradicional y no tradicional de la semilla de cacao *Theobroma cacao*, obtuvo resultados de los análisis bromatológicos como fibra, humedad, proteína y grasa en el MT-01 y el MNT-02 de los granos secos de cacao. En fibra en el MT-01 24.36% y en el MNT-02 24.76%, en la humedad el MT-01 5.85% y en el MNT-02 4.57%, en los análisis de proteína en el MT-01 11.17% y el MNT-02 12.07% y en la determinación de la grasa obtuvo en el MT-01 20.63% y en el MNT-02 21.09%. Llegando a una comparación de los análisis bromatológicos el MNT-02 obtuvo mejores resultados, que el MT-01, donde concluyeron que el MNT-02 brinda mejores resultados dando mejor calidad.

## AFLATOXINA B1

Scussel et al. (2002), mencionan que después de los insectos, los mohos son los principales causantes de la reducción de la calidad de los granos, cereales almacenados y también de las cosechas. Básicamente los mohos que atacan a los granos, cereales se dividen en dos grandes grupos: de campo y de almacén. Los mohos de campo requieren altos contenidos de humedad para desarrollarse (aproximadamente 22%) e invaden y atacan a los granos antes de la cosecha afectando su apariencia y calidad.

En cuanto a la humedad los mohos de campo atacan el producto con valor de 22% y los de almacenamiento con 15% aproximadamente; *Aspergillus flavus* es clasificado dentro de este grupo y es mesófilo. La humedad relativa para el desarrollo de *A. flavus* es a partir de 70%, siendo la óptima 80 – 85% y las condiciones que favorecen dichas humedades son: los climas lluviosos, cosecha de granos con alta humedad y almacenamiento con poca ventilación, granos secos almacenados con poca ventilación en clima lluvioso y si se presenta alto porcentaje de granos partidos y el ataque de plagas. Si existen diferencias de temperatura en la masa de granos, puede presentarse transferencia de humedad favoreciendo la proliferación fúngica (Martín, 2004), lo que llevará a la producción de micotoxinas.

El Codex Alimentarius (1997), describió en el código de prácticas para prevenir y reducir la contaminación presente en las materias primas por Aflatoxina B1, que el contenido de humedad debe ser menor al 8% en granos de cacao, considerado óptimo, evitando así el crecimiento de microorganismos y garantizando un excelente almacenamiento.

García (2016), señaló que debido al impacto negativo en la salud pública y la economía de muchos países, las micotoxinas están incluidas dentro del grupo de contaminantes más importantes de los alimentos. Perjudicando a gran variedad de productos agrícolas, desde semillas oleaginosas, cereales, frutos secos y/o café, frutas y hortalizas, los cuales forman parte de la base económica de muchos países emergentes.

Commission Regulation (EC) N° 1881 (2006), indicó que el peligro de las micotoxinas para la salud humana y animal se ha reconocido, desde hace años, por organismos e instituciones nacionales e internacionales, así tenemos a la Organización

Mundial de la Salud (World Health Organization; WHO), la Comisión Europea, la Agencia Americana para el control de alimentos y medicamentos (Food and Drug Administration; FDA) y la Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación (Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO). Además, Cast (1989), manifestó que la FAO estimó que aproximadamente, un 25% de los cultivos del mundo están contaminados por mohos y afectados por micotoxinas.

Kunhe, Burth, Marx (2011), mencionaron que las micotoxinas son productos metabólicos de hongos, que incluso en pequeñas cantidades, resultan tóxicas para los mamíferos, tanto para animales como para el hombre, causando efectos de muy diversa clase. Se forman a partir de distintos mohos de género *Penicillium*, *Fusarium*, *Aspergillus*, *Alternaria* y *Claviceps*.

Las enfermedades producidas por micotoxinas se denominan micotoxicosis y pueden contraerse por la ingesta de productos alimentarios contaminados. Son de especial importancia los cereales y productos derivados de éstos, al igual que las nueces y los productos que la contengan. Las micotoxinas también son frecuentes en uvas, manzanas, café, patatas y cacao.

MINISTERIO DE AGRICULTURA DEL PERÚ (2004), señaló que las micotoxinas son producidas por ciertos mohos que crecen en algunos alimentos tales como el maní, maíz, cereales, soya, café, frutas secas y especias, las toxinas se pueden producir en cultivos en crecimiento o desarrollarse más tarde por un mal almacenamiento o manipuleo. Los efectos sobre la salud dependen del tipo y la cantidad de micotoxinas ingeridas. También refirió que muchos mohos son productores de sustancias proteicas de bajo peso molecular y acción tóxica conocidas como micotoxinas. La ingestión de grandes cantidades de micotoxinas puede producir síntomas agudos que son fáciles de detectar, siendo estas afecciones poco frecuentes. En cambio, la intoxicación crónica es más común y tiene efectos cancerígenos o incapacitantes en el hígado, los riñones, el cerebro y otros órganos. Las micotoxinas se pueden ingerir por contaminación de los mohos hacia los alimentos con bajo contenido de humedad como el queso, mermelada, café, cacao y granos o por piensos en el caso de animales. Los animales crónicamente envenenados pueden esparcir toxinas a través de sus productos como leche y huevos. Debido al bajo peso molecular de las micotoxinas, estas suelen tener una alta resistencia al calor, por lo que el tratamiento

térmico suele ser ineficaz, ya que simplemente eliminar el moho no impedirá la producción de micotoxinas. El enfoque de la prevención en las pruebas de calidad de los alimentos es evitar la contaminación por hongos.

Martínez et al., (2013), definieron que las aflatoxinas son sintetizadas principalmente por *A. flavus*, *A. nonius* y *A. parasiticus*. Son compuestos químicos orgánicos no proteicos, bajo PM, cuyo esqueleto básico es un anillo de furano unido al núcleo de cumarina, Encontrándose las aflatoxinas como contaminación natural en una mayoría de productos agrícolas, estando prácticamente en todos los lugares del mundo; y dependiendo de la gravedad (mayor o menor) en la totalidad de alimentos de primera necesidad. Existen alimentos que se consideran más sensibles a la contaminación fúngica (producción de aflatoxinas) incluyendo típicamente al maíz, pistachos, cacahuates, semillas de algodón, nueces de Brasil y pulpa seca de coco (copra). Evidenciándose aflatoxinas en semillas oleaginosas como el girasol y la soja, en aceites vegetales sin refinar, en otros frutos secos (avellanas, almendras y nueces), en las especias como el chile, pimentón, pimienta, etc., en las frutas desecadas (pasas e higos), en el café y cacao, en otros cereales, productos derivados y en piensos.

Soriano del Castillo (2007), mencionó que las aflatoxinas están relacionadas químicamente con las cumarinas sustituidas, contienen anillos de difurano y configuraciones similares de tipo lactona, que son comunes en todas ellas. Son bisfurano cumarinas derivadas de un decacétido a través de la ruta biosintética de los policétidos, son poco solubles en agua, resistentes al calor (termorresistentes) y estables en el rango de pH de 3 - 10. Su punto de fusión es superior a 250 ° C.

Moreno & Gil (1991), indicaron que la formación de aflatoxinas está limitada por factores como hongo productor, sustrato, humedad del ambiente y sustrato, temperatura, microbiota relacionada, las condiciones de almacenamiento. La existencia de organismos fúngicos no significa que las aflatoxinas estén presentes o que vayan a producirse. En condiciones apropiadas el hongo crece y la formación de aflatoxinas puede ser muy alta a las 24h, pero en un período de 7 a 10 días alcanzara su máxima producción, luego el nivel de aflatoxinas fluctúa con el tiempo, pero bajo las condiciones en que normalmente se manejan los productos agrícolas, las mismas son muy estables, resistiendo las temperaturas de preparación de los alimentos (Moreno, 1988).

Mazzani et al., (2004); Moreno & Gil (1991); Moreno (1988); Christensen (1974), describieron los factores implicados en la producción de aflatoxinas, son: **a) El hongo:** la producción de esporas en gran número requiere para proliferar una HRM (Humedad relativa mínima) de 83% y para establecimiento del moho se requiere una humedad de 85% ( $a_w = 0.80$  a  $0.85$ ). Considerándose como parásitos débiles invadiendo con mayor facilidad semillas débiles, plantas débiles y/o sometidas a condiciones de estrés como sequías, altas temperaturas (32 a 38°C), especialmente temperaturas nocturnas elevadas, ataques de insectos, etc. Proliferando con facilidad en tejidos muertos siendo más saprobios que parásitos.

El porcentaje de cepas proliferativas de aflatoxinas dependerá no solo del genotipo del hongo, además de factores ambientales que afectan el crecimiento y metabolismo del mismo. Cabañes et al., (2007), En el caso de *A. flavus*, el 40% de los aislamientos son aflatoxigénicos, existiendo diferencias estacionales y geográficas. Para *A. nomius* y *A. parasiticus* los aislamientos son más elevados, muchas veces el 100%. *A. parasiticus* presenta mayor actividad lipolítica, *A. flavus* presenta mayor actividad proteolítica, por lo tanto *A. flavus* es más abundante en maíz y *A. parasiticus* en cacahuate (Moreno & Gil, 1991; Gendy & Marth, 1980).

**b) Micobiota asociada:** *Aspergillus* es un moho débil, y mal competidor con otros mohos que crecen en el mismo sustrato bajo iguales condiciones ambientales (Moreno & Gil, 1991). En la competitividad con la micobiota se puede afectar el metabolismo del moho aflatoxigénico, por competencia por el sustrato o por la alteración de las condiciones ambientales de crecimiento. Lo que puede inhibir la producción de aflatoxinas o crear un efecto sinérgico en su producción (Moreno, 2004; Moreno & Gil, 1991).

**c) Cantidad de inóculo:** La máxima producción de aflatoxinas se da con una carga de esporas de 10<sup>3</sup> esporas/ml. Relacionada al crecimiento vegetativo del hongo, a la llamada fase estacionaria, en tanto, a mayor esporulación menor producción de aflatoxinas. Existe una correlación lineal entre la fase lag (estacionaria) y la fase log de acuerdo a la cantidad de inóculo inicial. (Soriano, 2007; Moreno, 2004; Karunaratne & Bullerman, 1990; Gonzales et al., 1987).

**d) Sustrato:** diferentes sustratos que permitan desarrollar las especies de mohos toxigénicas son aprobadas para la proliferación de aflatoxinas. En algunas plantas las aflatoxinas se forman de manera natural, como en el coco, cacahuate, semilla de algodón, copra y cereales (maíz y sorgo), en cantidades que pueden ser de riesgo para la salud humana y animal (Moreno & Gil, 1991). Por otro lado, sustratos con altas concentraciones de ácidos grasos y carbohidratos (coco, trigo, arroz, semilla de algodón) prolifera la producción óptima de aflatoxinas. (Moreno, 2004; Gendy & Marth, 1989).

Cuando las proteínas son transformadas a aminoácidos por las proteasas de los hongos, estos se usarán como fuente de carbono o nitrógeno. Si son utilizados como fuentes de carbono pueden producirse mayores cantidades de amonio, afectando a la producción de aflatoxinas (Moreno, 2004). Ciertos aminoácidos como glutamato, glicina, aspartato, prolina, y glutamina estimulan la proliferación de aflatoxinas, así como macronutrientes el  $\text{Ca}^{2+}$ , que participa en procesos intracelulares y micronutrientes como  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  y  $\text{Zn}^{2+}$ . El  $\text{Zn}^{2+}$ , actúa en la elaboración de componentes intermediarios. Además, vitaminas del complejo B, excepto la riboflavina (Moreno, 2004; Praveen & Subramanyam, 1999; Bennett et al., 1979; Detroy et al., 1971; Davis y Diener, 1968).

**e) Agentes antifúngicos:** Ácidos orgánicos y sus sales como el ácido propiónico o el sórbico, son fungistáticos inhibiendo el desarrollo de *A. flavus* y *A. parasiticus* y la proliferación de aflatoxinas (Moreno, 2004; Dixon & Hamilton, 1981). Aceites esenciales de plantas como *Thymus vulgaris* (tomillo), *Cinnamomum zeylanicum* Blume (canela), mostraron efecto fungistático sobre el hongo *A. flavus* (Cruz et al., 2008).

**f) Temperatura:** El *Aspergillus* puede crecer a temperatura de 8-55°C, T<sup>óptimas</sup> de desarrollo 36-38°C y T<sup>óptimas</sup> de producción de aflatoxinas 25-35°C. No hay producción de aflatoxinas <10°C y >45°C. Teniendo un rango de proliferación entre 12 y 40°C (Soriano et al., 2007; Moreno & Gil, 1991). A temperaturas bajas, las cantidades de AFB y AFG son aproximadamente iguales; a temperaturas elevadas la producción de AFB es predominante (Moreno, 2004).

**g) Humedad:** para el desarrollo de los mohos aflatoxigénicos requieren un mínimo de 85% de HR (Humedad relativa), no existiendo un límite mayor de humedad para la proliferación de estas toxinas. La  $a_w$  para la proliferación de aflatoxinas varía de 0.82-0.99 (Soriano et al., 2007; Moreno & Gil, 1991). **h) Gases:** a niveles de 1% de oxígeno en el ambiente la especie *Aspergillus* detiene su desarrollo y por ende la producción de

toxinas. (Moreno & Gil, 1991). Valores de CO<sub>2</sub> >20% inhiben la germinación de las esporas, valores de 10% suprimen la producción de aflatoxinas, valores de O<sub>2</sub> < 20 y >90% inhiben la proliferación de aflatoxinas (Moreno, 2004; Tabak & Cooke, 1968; Landers et al., 1967).

**i) pH:** El crecimiento de la especie *Aspergillus* se ve menos afectado por pH alcalinos que a valores de pH ácidos (2-3), La producción de aflatoxina G1 es más dependiente del pH que la B1, sin producción a cifras de pH de 2.5. (Erlich & Cotty, 2003).

**j) Luz:** Afecta el desarrollo de mohos aflatoxigénicos y por ende la proliferación de aflatoxinas. La fotorepuesta se ve afectada por factores como la temperatura, y el tipo de sustrato. En estado de pureza se transforman con facilidad por efecto de la luz (Juan et al., 2007; Bennett et al., 1978).

Bolet & Socarrás (2005), señalaron que el mecanismo de acción de las aflatoxinas se develó en 1966 e incluía: la inhibición del ADN, ARN, mitosis, producción de alteraciones cromosómicas, lo que mostro el efecto carcinógeno, teratogénico y matagénico.

Guzmán (2007), mencionó que la acción tóxica de la aflatoxina para que ocurra, es necesario que ésta tenga un cambio metabólico, el cual ocurre cuando la AFB1 llega al hígado de los seres que la ingieren. Este cambio ocurre en las células hepáticas, en la función microsomal citocromo P-450 y participa el O<sub>2</sub> - y las enzimas dependientes del NADPH ubicadas en el retículo endoplásmico de las células.

Juan et al. (2007); Galtier (1999); describieron que la aflatoxina B1 es absorbida en el intestino delgado y transportada por los glóbulos rojos y proteínas plasmáticas hacia el hígado a través de la vena porta. En las células hepáticas la toxina ingresa y se metaboliza en el retículo endoplasmático, donde se hidroxila y transforma en aflatoxinas P1, M1, Q1. También se produce la toxina B1-8,9-epóxido que puede ser detoxificada por una transferasa inducible formando un conjugado con el glutatión en su forma tiólica (GSH), sin embargo, este epóxido tiene afinidad a diversas macromoléculas como ácidos nucleicos y proteínas a las cuales se une de forma covalente causando disrupciones en la transcripción y traducción, respectivamente. Se forma un aducto de ADN denominado: Aflatoxina B1-guanina, eliminandose en la orina y un aducto proteico: Aflatoxina-B1-lisina utilizandose como biomarcador en suero. Por otro lado, Ruíz & Font (2007), señalaron que la AFB1 actúa también sobre el

metabolismo de los lípidos y de los glúcidos, considerando además a la AFB1 como la de mayor riesgo.

AGENCIA INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN SOBRE EL CÁNCER (2006), señaló que las aflatoxinas son genotóxicas y clasifica a la AFB1 dentro de la categoría 1 como agente altamente carcinogénico en humanos. En tanto, Juan et al. (2007); Peraica et al. (1999); Hendrickse (1997), mencionaron que la toxicidad dependiera de las dosis, duración de la ingestión, especie, edad, sexo y el estado nutricional del humano o animal. Las principales intoxicaciones por aflatoxinas se han dado en países como China, India, África, Tailandia, Asia y algunas regiones de Sudamérica. En la población infantil esta relacionado epidemiológicamente la presencia de aflatoxinas con encefalopatía, degeneración de la grasa visceral e ictericia neonatal.

Juan et al. (2007); Moss (2002); IARC (2002), definieron que la toxicidad aguda se produce cuando se introducen abundantes cantidades de aflatoxinas. El estar presente aflatoxinas en el hígado da lugar a una infiltración de lípidos que dará lugar a necrosis celular hepática. Los metabolitos originados reaccionan con diferentes proteínas celulares lo cual origina la inhibición de la síntesis de proteínas, carbohidratos y lípidos; produciendo anorexia, ictericia, diarrea, depresión, fotosensibilidad y muerte. También producen efectos citotóxicos y la AFB1 puede inhibir la actividad de la fosfodiesterasa nucleótido cíclica en el cerebro, corazón, hígado y tejidos renales.

Asi mismo, Juan et al. (2007); Krishnamachari et al. (1975) indicaron que se han presentado casos de este tipo en 1974, en la India, donde 150 poblaciones de los estados de Gujarat y Rajastán, estuvieron afectadas por un brote epidémico. 108 personas fallecieron siendo intoxicados un total de 397. Encontrándose niveles entre 6250-15600  $\mu\text{g}/\text{kg}$  de aflatoxinas en granos de maíz contaminado. En el 2004, en Makueni y Kiyui, Kenia, fallecieron 125 personas de las 317 intoxicadas con maíz contaminado de aflatoxinas, donde se encontraron niveles con variación de 20-8000  $\mu\text{g}/\text{kg}$ .

Además, Massey et al. (2000); Juan et al. (2007); Moss (2002), mencionaron que la toxicidad crónica es producida debido al consumo de alimentos contaminados con niveles disminuidos de aflatoxinas durante semanas, meses y/o años. Los síntomas incluyen: daño celular, carcinogenicidad, teratogenicidad y mutagenicidad en modelos

animales, menor índice de conversión, reducción en la ganancia de peso, disminución en la producción de huevos, leche y mayor sensibilidad a ciertas enfermedades.

Basado en los riesgos y peligros que las toxinas de los mohos afectan en la salud humana, varios entes internacionales como la OMS, The Food and Drug Administration (FDA) y la Food and Agriculture Organization (FAO), establecieron los parámetros permitidos para micotoxinas en alimentos y piensos. Estos procedimientos y/o regulaciones se adoptan dependiendo de la disponibilidad de datos toxicológicos y de la aparición de nuevos datos, así como también, de un conocimiento detallado sobre las posibilidades de muestreo, análisis de las muestras y problemas socioeconómicos. Así, según la FAO (2011), indica los niveles límite de aflatoxina B1 es de 8 ppb, en países de la UE y AELC, África, Asia, Oceanía, América Latina (Sandoval, 2013).

Unión Europea (2010), estableció el reglamento N°165/2010 de la comisión de 26 de febrero de 2010, donde el contenido máximo de aflatoxina B1 para cacahuates y otras semillas oleaginosas que vayan a ser sometidas a un proceso de selección u otro tratamiento físico antes del consumo humano directo o de utilizarse como ingredientes de productos alimenticios, donde se ubica el cacao es de 8 µg/kg.

Lenovich, (1981), demostró que el desarrollo de *Aspergillus flavus* está condicionada por la presencia de algunos factores naturales, lo que influye en la producción de aflatoxinas. Para el cacao, indicó que cuanto mayor es el contenido de cafeína, menor es la contaminación por micotoxinas.

Guzmán de Peña (2010), indicó que alimentos como el coco y el maní que son ricos en ácidos grasos y carbohidratos benefician la proliferación de aflatoxinas. Los alimentos con alto contenido de proteínas y escaso contenido de carbohidratos no aumentan la producción de aflatoxinas de *A. parasiticus*, en tanto, *A. flavus* puede producir gran cantidad de toxinas con pequeñas cantidades de carbohidratos.

Bath & Miller (1991); Jaimez et al. (2000), registraron datos de la FAO, donde reportan que, en 185000 muestras de cacahuates provenientes de Brasil, URSS, USA, México, Guatemala, Suiza, Irlanda e Inglaterra el 1% contenía aflatoxinas y de ese porcentaje el 90% presentaba niveles inferiores a 20 µg/kg.

Leong et al. (2010), señaló que en Malasia notificó la incidencia de aflatoxinas en el maní y sus subproductos, encontrándose que el nivel de contaminación

oscilaba entre 16.6 µg/kg y 711 µg/kg. Al ser tan alto los niveles, se cree que se debe a las condiciones climáticas de este país, como por ejemplo alta temperatura y humedad, lluvias durante la cosecha y las inundaciones, que benefician el desarrollo y propagación de hongos productores de toxinas. Del mismo modo, Chun (2007), mencionó que en Corea para los mismos productos el nivel de concentración varía entre 0.2-28.2 µg/kg.

Neamatallah & Serdar (2013), en su estudio mencionaron la contaminación por aflatoxinas en algunos frutos secos en la ciudad santa de La Meca. Presentando valores promedios para maní (16,5 µg/ kg), nueces (3,4 µg/ kg), pistachos (16,6 µg/kg), marañón (1,6 µg/kg), almendras (3,5 µg/kg) y avellanas (3,5 µg/ kg), únicamente el maní y los pistachos sobrepasaron el límite establecido por la Comisión de la Unión Europea para aflatoxinas totales (4 µg/kg).

Masood et al. (2015), indicaron que en Pakistán en épocas de invierno hay incremento en el consumo de frutos secos. La finalidad para determinar el grado de contaminación se analizaron muestras de pistachos, maní, nueces y semillas (sandía y melón), hallandose que el 75% de ellas tenían entre 8 y 10 µg/kg. Por otro lado, en el 2015 se evaluó la presencia de AFB1 en frutos secos de población belga, y las cantidades halladas fueron 8 µg/kg para pistachos y almendras, 5 µg/kg avellanas y 2 µg/kg maní e higos (Van de Perre et al., 2015). Del mismo modo, Mupunga et al. (2014), determinaron el nivel de contaminación por aflatoxinas totales en maní y mantequilla de maní distribuidos y consumidos en Zimbabue, encontrando oscilaciones entre 6,1 y 247 µg/kg. Siendo la AFB1 con mayor prevalencia, con una concentración entre 3,7 y 191 µg/kg

Arrus et al. (2005), señalaron que investigaciones realizadas en frutos secos determinaron que la concentración máxima de AFB1 se detectó en condiciones de almacenamiento con una humedad relativa (HR) del 97% y a T° de 25 a 30°C. Pero no se detectaron aflatoxinas en nueces almacenadas a 10°C con 97% de humedad relativa, tampoco a 30°C con 75% de humedad relativa en un período de 60 días.

Reyes (2006), en su investigación sobre determinación de aflatoxinas informó que la concentración promedio de aflatoxinas en maca seca fue de 0.83 ppb y la concentración promedio de aflatoxinas en harina de maca fue de 12,45 ppb. Por otro lado, Gonzalvez (2013), en su evaluación de aflatoxinas en maíz blanco y morado, determinó que de 12 muestras en harina de maíz morado el 25% de las muestras fueron

negativas, 58.33 % de las muestras presentaron valores menor a 10  $\mu\text{g kg}^{-1}$  y 16.67% de las muestras presentaron valores mayores a 20  $\mu\text{g kg}^{-1}$ , lo que indica una contaminación con aflatoxina B1 en estas muestras; además de las 6 muestras analizadas en harina de maíz blanco, el 66.67% de ellas muestran valores menor a 10  $\mu\text{g kg}^{-1}$ , mientras que el 33.33% de las muestras reportaron datos negativos.

Sandoval (2013), en su investigación sobre determinación de aflatoxinas totales en matriz de cereales: maíz y cebada, cuantificó los niveles de AFB1 en  $\mu\text{g/kg}$  de 5 muestras de maíz duro seco (costa) – MCFL con resultados de (1) 8.61, (2) 6.49, (3) 6.23, (4) 6.23, (5) 5.25 y 5 muestras de maíz duro suave (sierra) – MSFL con resultados de (1) 3.66, (2) 3.93, (3) 3.09, (4) 5.00, (5) 4.18. Además, cuantificó la concentración de AFB1 en  $\mu\text{g/kg}$  de 5 muestras de cebada nacional – CNFL con resultados de (1) 5.44, (2) 3.97, (3) 2.78, (4) 2.63, (5) 2.30 y 5 muestras de cebada importada – CIFL con resultados de (1) 0.91, (2) 1.30, (3) 0.98, (4) 2.38, (5) 2.11.

Mejia et al. (2014), en su investigación para la determinación de aflatoxinas utilizaron un test de ELISA competitivo, las muestras que analizaron fueron 47 tomadas al azar de productos derivados de cereales como harina de trigo, maíz y avena que se expendían en los mercados de Hermelinda, Central, Zona Palermo y Unión de la ciudad de Trujillo. Se encontró aflatoxinas en solo 2 muestras de harina de maíz (12,5%), el contenido fue de 1,0  $\mu\text{g/kg}$  y 1,2  $\mu\text{g/kg}$ .

MINISTERIO NACIONAL DE AGRICULTURA (2016), reportó de 50 muestras de granos de cacao, 06 muestras estaban contaminadas con metales pesados y micotoxinas, siendo las regiones de Cusco, Cajamarca y San Martín con mayor número de muestras no conformes; asimismo las micotoxinas presentes fueron AFB1, AFB2, Aflatoxina totales y Ocratoxina A.

Creppy (2002), señaló que los límites máximos de aflatoxina B1 en los alimentos de varios países europeos son: Filandia 2  $\text{ng/g}$ , Alemania 2  $\text{ng/g}$ , Holanda 5  $\text{ng/g}$ , España 5  $\text{ng/g}$ , Irlanda 5  $\text{ng/g}$ , Dinamarca 5  $\text{ng/g}$  y Grecia 5  $\text{ng/g}$  en todos los alimentos; Portugal con 25  $\text{ng/g}$  en maní y 5  $\text{ng/g}$  en alimentos infantiles; Austria con 2  $\text{ng/g}$  en cereales y nueces y 1  $\text{ng/g}$  en otros alimentos; Suiza con 2  $\text{ng/g}$  en maíz y cereales y 1  $\text{ng/g}$  en otros alimentos.

FAO/OIEA (2003). Mencionó que la Comisión del *Codex Alimentarius*, iniciativa con la OMS/FAO -1963, se crearon directrices, normas y códigos de prácticas alimentarias internacionales uniformizadas y con destino a cuidar la salud de los consumidores, garantizando la ejecución de prácticas leales en la industria alimentaria. Promoviendo también la coordinación de todo trabajo para normas alimentarias emprendidos por los entes internacionales gubernamentales y no gubernamentales. Entre los medios que impulsa para prevenir las micotoxinas en alimentos, se ubica la aplicación de los programas de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (APPCC). Dicho APPCC, con especificidad para el control de micotoxinas; identifica, evalúa y controla los peligros con importancia para la inocuidad alimentaria. Siendo un enfoque estructurado y sistemático para toda la cadena de producción, desde el campo hasta la mesa. Requiriendo un favorable conocimiento para la relación entre causa y efecto, con objetivo de actuar de forma más dinámica, y es un elemento clave de la Gestión de la Calidad Total (GCT)

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

El presente estudio se realizó en el laboratorio de bromatología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Lambayeque. Asimismo, se utilizó las instalaciones del laboratorio de Biotecnología de Alimentos (BIOAL). Surco, Lima.

#### **3.1. MATERIALES**

##### **3.1.1 Material biológico**

Estuvo representado por 87 muestras de grano de *Theobroma cacao*, cada una con 1000 gramos de peso; procedentes de 3 almacenes del distrito de Nueva Cajamarca. Provincia de Rioja, Region de San Martin.

##### **3.1.2 Material de laboratorio**

Constituido por material de vidrio, reactivos y equipos de laboratorio utilizados para la realización de los ensayos físicos, organolépticos, químicos y determinación de Aflatoxina B1 de este trabajo de investigación.

#### **3.2. MÉTODOS**

##### **3.2.1 ANÁLISIS BROMATOLÓGICO**

Se ejecutaron tres ensayos: ensayos físicos, ensayos organolépticos y ensayos físico – químicos.

##### **1. Ensayos Físicos**

###### **A. Examen olfativo NTP – ISO. 2451 – 2016**

###### **FUNDAMENTO:**

Es uno de los requisitos generales que debe poseer el grano de cacao.

El olor del grano de cacao es transportado por el aire hasta la nariz, donde es captada por la mucosa nasal donde se lleva a cabo la solubilización de la sustancia odorante. Las células especializadas olfativas convierten el estímulo químico de la sustancia solubilizada en un impulso eléctrico que ya puede ser interpretado por el cerebro.

**PROCEDIMIENTO:**

1. El examen olfativo se realizó en laboratorio antes que la muestra sea usada para otro examen.
2. Después de haber registrado la información, se abrió el paquete de la muestra, se acercó a la nariz lo más cercano posible y se olió inmediatamente.

**EVALUACIÓN:**

Se evaluó el olor y se registró como sigue:

- Característica típico: olor agradable; y atípico: olor desagradable o cualquier olor extraño del cacao.

**B. Examen de apariencia exterior del grano APPCACAO – 2012****FUNDAMENTO:**

El color de los granos de cacao es un indicativo del grado de fermentación en que se encuentra el grano.

Los granos que presenten uniformidad en la fermentación presentan la característica de tener un color marrón oscuro o café oscuro, por el contrario los granos que no presenten uniformidad o falta de fermentación presentan color como amarillo claro, amarillo rojizo, blanquecino o rojizo.

El tamaño y la forma es un indicativo del grado de calidad en que se ubican los granos de cacao.

**PROCEDIMIENTO:**

Después del examen olfativo, se esparció la muestra en laboratorio sobre una superficie plana y se analizó.

**EVALUACIÓN:**

Se examinó la apariencia general de la muestra en laboratorio, evaluándose:

- Color del grano total:
  - Marrón oscuro o café oscuro: bien fermentado
  - Amarillo claro, amarillo rojizo: medianamente fermentado
  - Blanquecino o rojizo: no fermentado
- Tamaño: pequeño, mediano y grande.
- Forma: alargado y redondo.

### **C. Evaluación del recuento de granos NTP – ISO. 2451 – 2016**

#### **FUNDAMENTO:**

Sirve para determinar el número medio de granos de cacao enteros que pesan 100 g.

#### **PROCEDIMIENTO:**

- La muestra de laboratorio debe ser vaciada en un lugar limpio, seco, superficie plana y luego mezclar a fondo.
- Dividir la muestra por cuarteos utilizando un divisor/separador, o dividir por cuarteo manual. Esta fracción se debe pesar; la masa puede fluctuar, pero será una cuarta parte de la masa total de la muestra completa.
- El residuo, materia extraña, granos planos, y los granos múltiples deben ser retirados de la muestra de ensayo, y luego de pesarlo y se sustituirán por una masa equivalente de granos enteros tomados al azar del resto de toda la muestra.
- El número total de los granos de la muestra de ensayo deberá entonces ser contada y el número resultante se conoce como el recuento de granos y se expresará por el número de granos por 100 g.

#### **EXPRESIÓN DE RESULTADO:**

El recuento de los granos de cacao,  $n_{\text{granos}}$  debe ser expresado como número de granos por 100 g, dado por la fórmula:

$$\text{Recuento de granos} = \frac{n_{\text{total}} \times 100}{m_{\text{total}}}$$

Donde:

$n_{\text{total}}$  es el número de todos los granos;

$m_{\text{total}}$  es la masa de granos enteros (g).

### **D. Determinación del Peso de 100 granos APPCACAO - 2012**

#### **FUNDAMENTO:**

Esta proporción guarda relación con el índice de almendra o peso de un grano, además es una característica de control de calidad.

**PROCEDIMIENTO:**

Se cuantifica 100 granos de la muestra de cacao y luego son pesados

**EVALUACIÓN:**

El resultado debe ser expresado como peso en gramos de 100 granos

**E. Determinación del peso de un grano APPCACAO – 2012.****EVALUACIÓN:**

Para esta determinación se cuantificará 100 granos de la muestra de cacao y luego serán pesados. El peso obtenido se dividirá entre 100, obteniéndose el peso promedio de un grano, dado por la fórmula:

$$\text{Peso de un grano} = \frac{\text{Peso en gramos de 100 granos}}{100}$$

**F. Evaluación de residuos, granos planos, granos múltiples, materia extraña NTP – ISO. 2451 – 2016****FUNDAMENTO:**

La cantidad de residuos en el cacao se ven a simple vista y causan la disminución de la calidad del cacao. Por lo tanto pocos residuos significan mayor calidad muchos residuos indican menor calidad.

**PROCEDIMIENTO:**

- La muestra completa debe ser vaciada en una bandeja de tamaño suficiente para facilitar la medición de residuo, granos planos, granos múltiples y materia extraña.
- Cada categoría, los residuos, granos planos, granos múltiples y la materia extraña deben ser separadas, agrupadas y pesadas, y la masa se expresa en relación a la masa de toda la muestra multiplicada por 100.
- Una vez que la medición se ha efectuado, la materia que ha sido extraída del ensayo no debe ser reincorporada en la muestra de arbitraje.

**EXPRESSION DE RESULTADO:**

El parámetro de calidad,  $P_{\text{calidad}}$  (%), viene dado por la fórmula:

$$P_{\text{calidad}} = \frac{m_{QP} \times 100}{m_{\text{total}}}$$

Donde:

$m_{QP}$  es la masa del parámetro de calidad;

$m_{total}$  es la masa total neta de la muestra.

## G. Prueba de Corte NTP – ISO. 1114 – 2016

### FUNDAMENTO:

Procedimiento por el cual los cotiledones de los granos de cacao son expuestos para determinar la incidencia de defectos y/o granos pizarrosos y/o granos violáceos o púrpuras y /o la presencia de contaminación en la muestra.

### PROCEDIMIENTO:

- Se mezclará la muestra de laboratorio.
- Luego reducir según el método de cuarteos o por medio de un equipo divisorio apropiado, hasta la obtención de una cantidad superior a 300 granos.
- Después apartar 300 granos enteros de la muestra para el ensayo.
- Para su determinación realizar un corte longitudinal por la parte central de cada uno de los 300 granos, a fin de exponer la máxima superficie de corte de los cotiledones.
- Examinar visualmente las dos mitades de cada grano a la luz diurna o bajo una iluminación artificial equivalente.
- Contar separadamente cada grano defectuoso, aquellos mohosos, pizarrosos, dañados por insectos, germinados, planos o que presenten cualquier otro defecto. (NTP - ISO 2451:2016).
- En el caso de que un grano presente varios defectos, contabilizar solamente el defecto más grave, conforme al orden de gravedad como señalan los estándares de las normas técnicas peruanas (NTP - ISO 2451:2016).

### EVALUACIÓN:

- Así tenemos:

**Cuadro 1.** Clasificación de los granos de cacao fermentados para la producción interna del país

Grado	% de granos		
	Mohosos	Pizarrosos	Dañados por insectos, germinados o planos
1	3	3	3
2	4	8	6

**Cuadro 2,** Clasificación de los granos fermentados para el comercio internacional

Grado	% de granos	
	Pizarrosos	Mohosos y/o dañados por insectos, germinados
Bien Fermentado	5	5
Mediamente fermentado	10	10

## 2. Ensayos Organolépticos

### ❖ Procedimiento de preparación de las muestras para el análisis sensorial APPCACAO – 2012.

#### **MATERIALES:**

- Tostador.
- Termómetro.
- Balanza analítica.
- Molino de laboratorio.
- Vasos de plástico, de porcelana o de vidrio.
- Estufa.
- Mesas de catación.

#### **MUESTRA:**

- Granos de cacao.

#### **PROCEDIMIENTO:**

- Proceso de tostado;
  - Primero verificar la temperatura y se precalentar el tostador.
  - Luego tostar alrededor de 250 a 300 g de grano de cacao a temperatura y tiempo de acuerdo al tipo de cacao; tostar a 115 – 120 °C/15 – 30 min.
- Proceso de enfriamiento y/o descascarillado;
  - Al terminar el tostado, vaciar los granos sobre un recipiente estéril donde se les debe desprender la cascarilla manualmente a la muestra.
- Proceso de molienda y preparación de la muestra de ensayo
  - Colocar los granos de cacao en el molino con velocidad de 5000 rpm/1' y luego a 10000 rpm/3', previamente tostados y descascarillados

- Finalmente se obtiene el licor de cacao a partir de una molienda muy fina de granos que tienen dimensiones alrededor de 20 a 30 micrones, encontrándose listo para el catado.
- Colocar las muestras del licor en recipientes adecuados, a una temperatura de 45°C, en baño maría.

❖ **Método de catación: APPCACHAO – 2012.**

**FUNDAMENTO:**

- Fase olfativa; el catador debe mezclar el licor con una espátula, inhalando los aromas que se desprenden a una distancia de 3 cm del envase. Esta evaluación la puede repetir varias veces hasta identificar los aromas.
- Fase gustativa; el catador debe colocar sobre la lengua, con una cuchara, unos 3ml de licor, lo distribuirá en toda la cavidad bucal, apreciará la textura o finura de partículas, la viscosidad de la muestra, la evolución de su consistencia, si precipita (se vuelve chiclosa) y cómo evoluciona su acidez. Considera los tiempos sensoriales para señalar la persistencia de los sabores y la aparición y desaparición de los mismos.
- Fase retranasal; apreciar los cambios en la intensidad de la acidez en función del tiempo y el tipo de acidez.
- La catación se debe realizar con varias muestras, ya que es difícil la evaluación de una sola muestra sin comparación. Adicionalmente, será recomendable repetir la degustación de las muestras, para comparar las características de cada una. En cada repetición se percibirá una característica o componente del licor de cacao a la vez.
- Es recomendable que el proceso de catación se realice durante horas de la mañana, ya que los receptores olfativos y gustativos tienen mayor sensibilidad.
- Una vez que se ha concluido el proceso de catación, es necesario dejar descansar los órganos sensoriales (de 10 a 30 minutos), para que recobren la sensibilidad inicial.
- Al haberse concluido el proceso de catación se registrarán los resultados de las determinaciones de los siguientes atributos: sabor a cacao, acidez, amargor, astringencia, dulce, floral, frutal, nuez, crudo/verde, moho y otros sabores,

### **EVALUACIÓN:**

La escala de medición va de 0 - 10 (0 ausencia; 1-2 intensidad baja; 3-5 intensidad media; 6-8 intensidad alta; 9 -10 intensidad muy alta o fuerte).

## **3. Ensayos físico - químicos**

### **A. Determinación del contenido de humedad NTP – ISO. 2291 – 2016**

#### **FUNDAMENTO:**

Este método se basa en la pérdida de masa que experimenta una muestra que es secada a una temperatura de  $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  a la presión atmosférica, en un periodo de 16 horas hasta obtener peso constante. De esta manera se obtiene la materia seca total y el porcentaje de humedad.

#### **MATERIALES:**

- Pílon y mortero.
- Estufa de temperatura constante calentada eléctricamente.
- Plato con tapa
- Desecador.
- Balanza analítica.

#### **PROCEDIMIENTO:**

##### **1. Preparación de muestra.**

- a. Mezclar cuidadosamente la muestra para laboratorio.
- b. Por reducciones sucesivas de la muestra mezclada, tomar aproximadamente 10g de granos de cacao, triturarlos en partículas gruesas en el mortero dentro del lapso de 1 minuto, de tal forma que las dimensiones de las partículas no excedan los 5mm, pero evitando la formación de una pasta. Es aconsejable triturar los granos individualmente colocándolos en el mortero uno por uno. Los granos seleccionados deben ser representativos de la muestra del laboratorio.

##### **2. Porción de muestra**

- a. Pesar una placa vacía y su tapa, previamente secadas; con una precisión de 0.001
- b. Introducir en ella una porción de ensayo que comprenda prácticamente toda la muestra para ensayo preparada según se describió anteriormente 10 g
- c. Cubrir la placa con la tapa, conteniendo la muestra, y pesar con una aproximación de 0.001 g.

### 3. Determinación

- a. Colocar la placa, que contiene la porción de ensayo, sobre su tapa, y ponerla en la estufa (controlada a  $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ). Dejar por  $16\text{h} \pm 1\text{h}$ , teniendo cuidado de no abrir la estufa.
- b. Al final de este periodo, retirar la placa, cubrirla inmediatamente con su tapa y colocarla en el desecador. Dejar enfriar a temperatura ambiente (aproximadamente de 30 min a 40 min después de colocada en el desecador)-
- c. Pesar la placa cubierta con una aproximación de 0.001 g.

#### EXPRESIÓN DE RESULTADOS:

##### - Método de cálculo y fórmula

El contenido de humedad de la muestra, expresado como porcentaje en masa, está dado por:

$$(m_1 - m_2) \times \frac{100}{m_1 - m_0}$$

Donde:

$m_0$  es la masa, en gramos, de la placa vacía y su tapa.

$m_1$  es la masa, en gramos, de la placa y su tapa más la porción de ensayo antes de secado; y

$m_2$  es la masa, en gramos, de la placa y su tapa más porción de ensayo después del secado.

Tomar como resultado la media aritmética de las dos determinaciones, siempre que se satisfaga el requerimiento de repetibilidad.

Reportar el resultado con una cifra decimal.

### B. Determinación de extracto seco. AOAC - 2007

#### FUNDAMENTO:

El método más generalizado para esta determinación de extracto seco se basa en la pérdida de peso mediante la eliminación de la humedad que sufre una muestra por acción de calor, hasta obtener peso constante que es la materia residual o extracto seco.

**PROCEDIMIENTO:**

- Tome como número de referencia al 100% del peso de la muestra.
- Considere el porcentaje de humedad determinado en el ensayo anterior.
- Haga un resta del 100% indicado en “a” menos el porcentaje de humedad.
- Expresa el extracto seco en porcentaje.

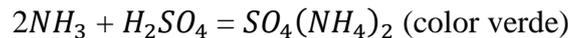
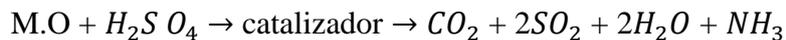
**EXPRESIÓN DE RESULTADOS:**

$$\% \text{ Extracto seco} = 100\% - \text{Humedad}\%$$

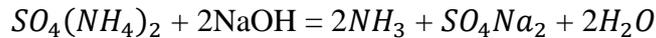
**C. Determinación de proteínas. AOAC 970.22 – 2007 Método Kjeldahl**

**FUNDAMENTO:**

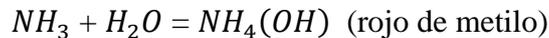
La sustancia a investigar (granos de cacao molido) se somete a un tratamiento oxidativo con ácido sulfúrico concentrado en presencia de una mezcla catalizadora.



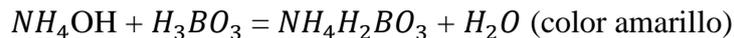
Del sulfato amónico formado se libera el amoníaco por tratamiento alcalino



Y este se transporta con ayuda de la destilación en la corriente de vapor



Hasta un recipiente con ácido bórico y se realiza su titulación con una disolución valorada de ácido clorhídrico.



El contenido en proteínas de la muestra se calcula teniendo en cuenta el contenido en nitrógeno de la proteína en cuestión en 100g, el cual se multiplica por el factor de conversión.

**MATERIALES:**

- Equipo de digestión y destilación Kjeldahl.
- Erlenmeyer de 200 ml
- Beakers de 50 ml
- Balanza analítica
- Buretas y pipetas

**REACTIVOS:**

- Ácido sulfúrico concentrado
- Mezcla catalizadora:
  - Sulfato de Potasio o Sulfato de Sodio ...10g
  - Sulfato de Cobre .....1g
- Solución de NaOH 40%
- Solución d NaOH 0.1 N
- Solución de HCl 0.1 N
- Solución alcohólica de fenolftaleína 0.1%
- Solución alcohólica de rojo de metilo 0.1%
- Agua destilada

**PROCEDIMIENTO:**

- PRIMERA FASE: DIGESTIÓN
  - Pesar 0.1 g (100mg) de muestra previamente desecada o de la proveniente de la determinación de humedad. Colocarla en un balón Kjeldahl.
  - Agregar 1g de mezcla catalizadora y 3ml de  $H_2SO_4$  cc.
  - Llevar al calor directo del mechero hasta ebullición y viraje de color a verde esmeralda.
  - Enfriar y agregar 50 ml de agua destilada más 4 gotas de fenolftaleína.
  - Neutralizar con NaOH 40% hasta cambio de color azulino.
  - Añadir 2 ml de NaOH 40% en exceso y agregar 14 a 15 granelas de Zinc.
- SEGUNDA FASE: DESTILACIÓN
  - Preparar en un matraz, una mezcla de 5ml de ácido bórico 4% más gotas 3 gotas de solución alcohólica rojo de metilo 0.1%
  - Destilar 50ml sobre la muestra neutralizada del balón Kjeldahl al matraz conteniendo el ácido bórico.
- TERCERA FASE: TITULACION
  - El matraz, conteniendo el amonio destilado del paso anterior, se titula con HCl 0.1 N hasta el viraje de color rojo. Anotar el gasto.

## **EXPRESIÓN DE RESULTADOS:**

$$\% N = (V_g / 1000) \times (N) \times 14 \times (100 / W)$$

Y finalmente el contenido de proteína fue calculado mediante la siguiente ecuación.

$$\% P = \% N (\text{Total}) \times F$$

Donde:

%N: Porcentaje de Nitrógeno.

F: Factor de conversión para pasar de contenido en nitrógeno a contenido en proteínas.

Para productos de origen vegetal el factor es 5.70

V<sub>g</sub>: Volumen de Ácido Clorhídrico (HCl) gastado.

N: Normalidad de ácido clorhídrico.

W: Peso de la muestra (g).

%P: Porcentaje de proteína cruda.

## **D. Determinación de grasas. AOAC 963.15 – 2007 Método de Soxhlet**

### **FUNDAMENTO:**

La muestra anhidra se extrae con éter dietílico o éter de petróleo. El éter se evapora y se considera continuamente y al pasar a través de la muestra extrae materiales solubles. El extracto se recoge en un beaker y cuando el proceso se completa el éter se destila y se recolecta en otro recipiente y la grasa cruda que queda en el beaker, se seca y pesa.

### **MATERIALES:**

- Equipo Soxhlet
- Balanza analítica
- Estufa
- Desecadores
- Papel filtro
- Espátula y pinzas

### **REACTIVOS:**

- Éter de petróleo.

## PROCEDIMIENTO:

- Pesar el balón vacío del exterior del equipo Soxhlet; anotar.
- Pesar 5 g de la muestra más 5 g de arena lavada y calcinada mezclar e introducir en un cartucho de papel filtro y colocarlo luego en el extractor Soxhlet.
- Conectar el extractor al recipiente colector previamente pesado en el que se ha colocado éter de petróleo o dietílico (de preferencia éter de petróleo) en cantidad adecuada (la cantidad del solvente a agregar debe ser igual a la  $1\frac{1}{2}$  carga del sifón); además conectarlo con el refrigerante por el que se hará circular agua.
- Calentar durante 2 horas en cocina de arena, lo suficiente como para que evapore el solvente.  
Evitar el sobrecalentamiento por que puede haber ruptura del recipiente colector.
- Después de haber circulado durante 4 horas ajustando el calor para que el extractor sifonee  $\geq 30$  veces por hora o la relación de condensación de 5 gotas – 6 gotas por segundo., se procede a recuperar el solvente conectado un refrigerante con otro balón al refrigerante de Soxhlet. Esta vez el flujo de agua pasará por el nuevo refrigerante, recuperando, así el solvente en el nuevo recipiente.
- Retirar el balón y evaporar el solvente en baño de vapor.
- Secar el balón a una temperatura de  $100^{\circ}\text{C}$  a  $101^{\circ}\text{C}$  hasta peso constante (1,5 horas a 2 horas). Enfriar en el desecador a temperatura ambiente y pesar.

## EXPRESIÓN DE RESULTADOS:

El porcentaje de grasa en cacao presentes en la muestra, se calcula por la siguiente fórmula.

$$\text{Grasa (g/100g)} = \frac{P_f - P_i}{P_m} \times 100$$

Donde:

$P_m$  = peso de muestra, g

$P_i$  = peso de balón inicial (vacío) g

$P_f$  = peso de balón final (con grasa), g

## **E. Determinación de fibra bruta o cruda NTP 208.029 – 2010**

### **FUNDAMENTO:**

La fibra bruta se determina eliminando los carbohidratos solubles por hidrólisis a compuestos más simples (azúcares) mediante la acción de los ácidos débiles (ácido sulfúrico 0.255 N) y álcalis débiles (hidróxido de sodio 0.313 N) en ebullición. Los residuos orgánicos restantes se recogen en un crisol de filtro. La pérdida de peso después de quemar la muestra, se denomina fibra bruta.

### **MATERIALES:**

- Equipo de fibra
- Balanza analítica
- Estufa
- Mufla
- Desecador
- Calentador
- Embudo
- Vasos de precipitación
- Baguetas
- Crisoles y pinzas

### **REACTIVOS:**

- Ácido sulfúrico 0.255 N
- Hidróxido de sodio 0.313 N
- Agua destilada

### **PROCEDIMIENTO:**

1. Pesar 2g de muestra desengrasada y añadirla a 200 ml de ácido sulfúrico al 0.255N contenidos en vasos de precipitación de 400 ml forma baja. Es esencial agitar para desintegrar los grumos que pueden existir. El agitador debe estar provisto de protector de goma.
2. Cubrir el vaso de precipitación con un vidrio de reloj y hervir durante 30 minutos.
3. Cubrir con agua destilada las pérdidas de volumen que se produzcan durante la ebullición.
4. Filtrar la solución caliente a través del filtro Wathman No. 54 lavando perfectamente el residuo con agua destilada.

5. Lavar (arrastrar) el residuo al vaso de precipitado con ayuda de un total de 100ml de agua destilada caliente. Añadir 100 ml de NaOH 0.313 N. Es preferible seguir este procedimiento usando vasos de precipitados que previamente han sido marcados para indicar el volumen. Hervir durante 30 minutos reponiendo las pérdidas de volumen con agua destilada.
6. Durante este procedimiento, plegar un papel filtro Wathman No. 54 colocarlo en pasa filtros y desecar a 105°C durante una hora. Pesar.
7. Filtrar el líquido y lavar el papel filtro con los restos que queden adheridos a las paredes del Erlenmeyer (con ayuda del agitador dotado de protector de goma), usando agua destilada caliente. Lavar con agua destilada hasta que el líquido de las lavadas no dé reacciones alcalinas con el papel indicador universal.
8. Dejar drenar, transferir a un pesafiltros,
9. **Tratamiento del residuo:** Secar el filtro con el residuo 2 horas a 130°C ± 2°C. Enfriar en desecador y pesar. Incinerar 30 minutos a 600°C ±15°C. Enfriar en desecador y volver a pesar.

#### **EXPRESIÓN DE RESULTADOS:**

$$D = \frac{(\text{Pérdida en peso del blanco de la fibra} - \text{Pérdida del peso en la ignición}) \times 100}{\text{Peso de la muestra}}$$

Donde:

P1: Pérdida en peso del blanco de la fibra

P2: Pérdida del peso en la ignición

D = % fibra cruda en la muestra original

Reportar el resultado a 0,1%.

#### **F. Determinación de cenizas totales NTP 208.015 – 2015**

##### **FUNDAMENTO:**

Este método consiste en la incineración de la muestra a 600 °C para quemar todo el material orgánico. El material inorgánico que no se destruye a esta temperatura se llama ceniza.

El término cenizas, se refiere al residuo que queda cuando la muestra ha sido sometida a calcinación y constituyen la parte que no se quema en una muestra, por lo tanto, ellas no producen energía.

Los elementos componentes de las cenizas son los siguientes: calcio, fósforo, magnesio, zinc, cobre, fluor, yodo, etc.

#### **MATERIALES:**

- Balanza analítica
- Cocina eléctrica
- Mufla
- Desecador
- Crisol de porcelana
- Pinzas metálicas y Espátulas

#### **PROCEDIMIENTO:**

- En una balanza analítica pesar un crisol de porcelana, anotar el peso.
- Pesar de 5 g de materia seca, anotar el peso de la muestra.
- Colocar la muestra en el crisol y anotar el peso.
- En una cocina eléctrica carbonizar la muestra y luego incinerada en una mufla a una temperatura entre 550°C – 700 °C por un tiempo necesario hasta obtener cenizas blancas (libres de carbón); anotar el peso.
- Utilizando pinzas metálicas, extraer el crisol de la mufla y dejar enfriar en un desecador por un lapso de 20 minutos, pesar y determinar el peso de las cenizas.

#### **EXPRESIÓN DE RESULTADOS:**

$$\text{Cenizas totales (g/100g)} = \frac{P_f - P_i}{P_m} \times 100$$

Donde:

$P_m$  = Peso de muestra, g

$P_i$  = peso de crisol inicial (vacío), g

$P_f$  = peso de crisol final (con muestra calcinada), g

### **3.2.2 DETERMINACIÓN DE AFLATOXINA B1**

#### **MÉTODO DE INMUNOENSAYO ENZIMÁTICO COMPETITIVO DIRECTO (ELISA) PARA EL ANÁLISIS CUANTITATIVO DE AFLATOXINA B1 (AgraQuant®)**

##### **FUNDAMENTO:**

El kit AgraQuant® para Aflatoxina B1 es un ensayo inmunoabsorbente ligado a enzimas directo competitivo (ELISA). La Aflatoxina B1 se extrae de una muestra triturada con 70% de metanol. La muestra extraída y la Aflatoxina conjugada con enzima se mezclan y se agregan al micropocillo cubierto de anticuerpo. Se permite que la Aflatoxina B1 libre en las muestras y patrones de control compitan con la Aflatoxina B1 que esta conjugada a una enzima (conjugado: suministrado en el kit), por los anticuerpos ligados a los micropocillos. Después de un paso de lavado, se agrega un sustrato enzimático y se desarrolla un color azul. La intensidad del color es inversamente proporcional a la concentración de Aflatoxina B1 en la muestra o estándar. A continuación, se agrega una solución de detención que cambia el color de azul a amarillo. Los micropocillos se midieron ópticamente usando un lector de micropocillos con un filtro de absorbancia de 450 nm y un filtro diferencial de 630 nm. Las densidades ópticas de los controles forman la Curva Standard y las densidades de las muestras se comparan con la Curva Standard para calcular la concentración exacta de Aflatoxina B1.

##### **MATERIALES:**

- Lector de ELISA para placas microwell con filtro de absorbancia de 450 nm y filtro diferencial de 630 nm.
- Licuadora de alta velocidad.
- Balanza analítica.
- Molino.
- Contómetro.
- Micropipeta con capacidad de 100 – 1000 uL
- Micropipeta multicanal (8 canales) con capacidad de 100 – 200 uL
- Tips para micropipetas.
- Dos botes para reactivo para uso con la pipeta multicanal.
- Bandeja de plástico para enjuagar los pocillos.
- Receptáculo para pocillos.

- Frasco lavador de pocillos.
- Colección de tubos cónicos de centrifuga.
- Papel absorbente.
- Papel filtro de preferencia Whatman N° 1 ó equivalente.
- Marcador.

### **REACTIVOS**

- Kit de Inmunoensayo enzimático competitivo directo (ELISA) para el análisis cuantitativo de Aflatoxina B1 (AgraQuant®)
- Metanol ACS 70%
- Agua desionizada.

### **Contenido del kit ELISA AgraQuant® Aflatoxina B1**

- Una placa con 96 micropocillos cubiertos con anticuerpo (12 tiras de 8 pocillos)
- Una placa con 96 micropocillos de dilucion no cubiertos marcados de verde (12 tiras de 8 pocillos)
- 05 viales controles o estándar de etiqueta blanca con 1.5 mL cada uno con 0, 2, 5, 20 y 50 ppb de Aflatoxina B1.
- 01 frasco de 25 mL con solución conjugada de Aflatoxina B1 (frasco con tapón verde)
- 01 frasco de 15 mL con solución de sustrato (frasco con tapón azul)
- 01 frasco de 15 mL con solución stop (frasco con tapa roja)
- 01 frasco de 15 mL con solución tampón o buffer (frasco con tapa azul)

### **PROCEDIMIENTO:**

#### **▪ Preparación y extracción de la muestra**

- Triturar y pulverizar una muestra representativa (aproximadamente 100g) hasta obtener un polvo fino y homogéneo.
- Añadir 100 mL de metanol 70% a 20 g de la muestra homogenizada y agitar vigorosamente durante 3 minutos a temperatura ambiente o licuar. A continuación permitir que la muestra se asiente, luego filtrar la capa superior del extracto a través de un filtro Whatman N°1 y recoger el filtrado.
- Diluir el filtrado 1: 2 con el tampón de ensayo proporcionado. Por ejemplo, agregar 100 µL de filtrado a 100 µL de tampón de ensayo y mezclar bien. La muestra ahora está lista para el ensayo.

▪ **Determinación de Aflatoxina B1 por inmunoensayo**

- Todos los reactivos y componentes del kit deben estar a temperatura ambiente entre 18 y 30 ° C antes de su uso, además las muestras deben ser extraídas antes del examen.
- Colocar el número apropiado de tiras de dilución azul/verde en un soporte para tiras de micropocillos. Requiriéndose un pozo de dilución para cada estándar (es decir, 0, 2, 5, 20 y 50 ppb) o muestra.
- Colocar un número igual de tiras de microcubetas recubiertas de anticuerpos en un soporte para tiras de micropocillos y devolver las tiras de micropocillos que no se utilizó a la bolsa con cierre hermético y volver a sellar.
- Usando una pipeta de 8 canales, dispensar 200  $\mu\text{L}$  de conjugado en cada pozo de dilución bordeado de azul/verde.
- Usando una pipeta de un solo canal, agregar 100  $\mu\text{L}$  de cada estándar o muestra en el pocillo de dilución apropiado que contenga 200  $\mu\text{L}$  de conjugado.
- Mezclar cada pocillo pipeteándolo cuidadosamente hacia arriba y hacia abajo 3 veces. Usandose una punta de pipeta nueva para cada estándar o muestra.
- Nuevamente usando una pipeta de 8 canales con puntas nuevas para cada tira de 8 pocillos. Transferir 100  $\mu\text{L}$  del contenido de cada pozo de dilución a su correspondiente microcubeta recubierta de anticuerpo e incubar a temperatura ambiente durante 15 minutos.
- Luego vaciar el contenido de las tiras de micropocillos en un contenedor de desechos. Procediendose después al lavado, llenando cada micropocillo con agua destilada o desionizada, y luego verter el agua de las tiras de micropocillos. Este paso repetir 4 veces para un total de 5 lavados. Colocar varias capas de toallas de papel absorbentes sobre una superficie plana y tocar las tiras de micropocillos en las toallas para expulsar tanta agua residual como sea posible, después del quinto lavado secar la parte inferior de los micropocillos con un paño seco o una toalla.
- Siguiendo, transferir 100  $\mu\text{L}$  del sustrato en cada tira de micropocillos con una pipeta de 8 canales e incubar a temperatura ambiente durante 5 minutos.
- A continuación, pipetear 100  $\mu\text{L}$  de solución de detención y verter en cada tira de micropocillos con una pipeta de 8 canales. El color debe cambiar de azul a amarillo.
- Por ultimo, leer las tiras con un lector de micropocillos utilizando un filtro de 450 nm con un filtro diferencial de 630 nm.

▪ **Obtención de resultados**

- Los valores de absorbancia obtenidos fueron ingresados a una computadora HP Core 5 a la cual se le instaló un Software Romer ® Log hoja de cálculo para determinar la concentración de aflatoxina B1 para cada muestra en partes por billón (ppb)

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente trabajo de investigación, los resultados obtenidos fueron ordenados por el programa Microsoft Office, Excel 2016 y presentados mediante tablas de frecuencias, porcentajes y promedios, así mismo se mostraron gráficos de barras y/o circulares, tomando en consideración el número de almacén de procedencia. La contrastación de hipótesis se realizó a través de la prueba de Chi-cuadrado para descriptivos y prueba de ANOVA para cuantitativos a un nivel de confianza del 95%.

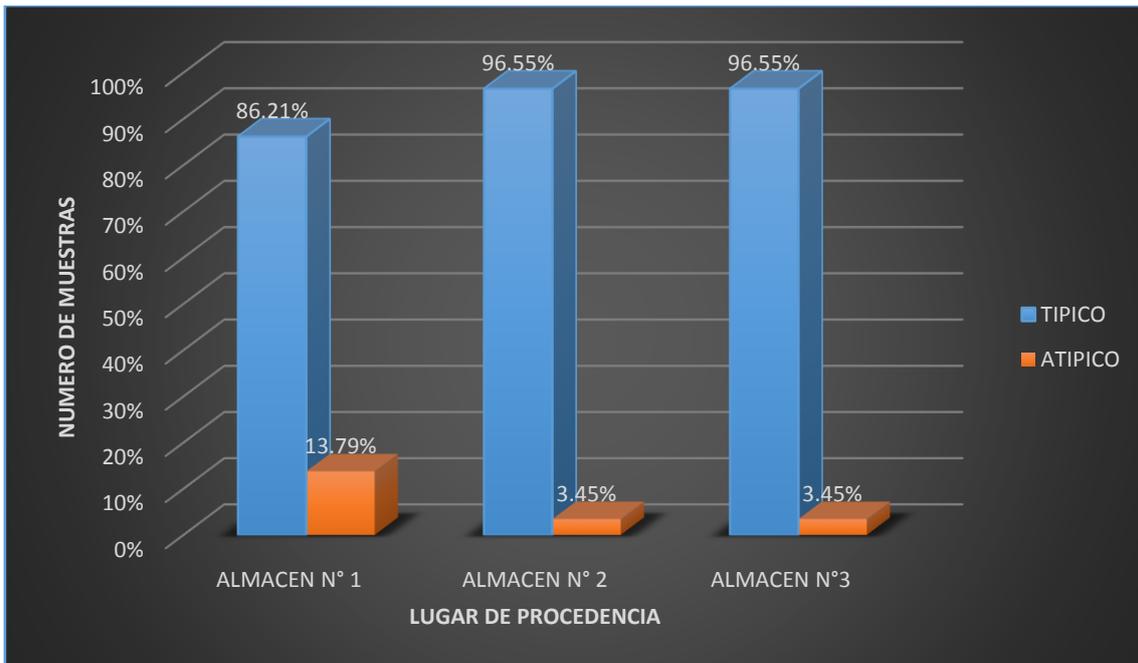
**TABLA 1:** Distribución de resultados del *examen olfativo* en granos de *Theobroma cacao*, según el almacén de procedencia. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018.

OLOR	ALMACEN DE PROCEDENCIA							
	Almacén N°1		Almacén N°2		Almacén N°3		TOTAL	
	N	%	N	%	N	%	N	%
Típico	25	86.21	28	96.55	28	96.55	81	93.10
Atípico	4	13.79	1	3.45	1	3.45	6	6.90
TOTAL	29	100	29	100	29	100	87	100

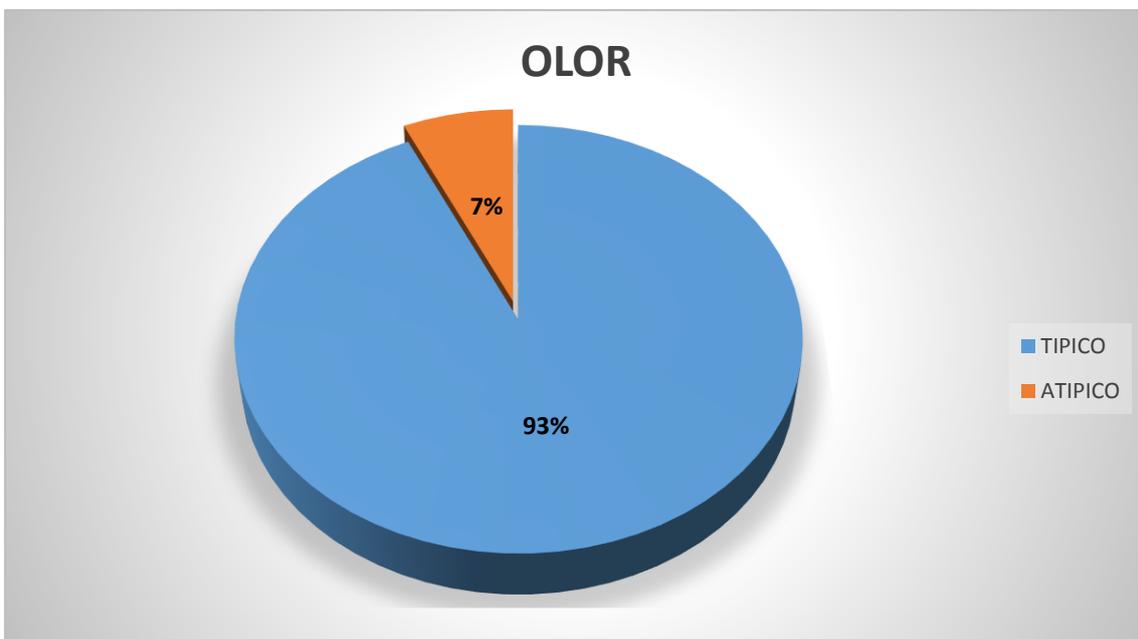
#### Evaluado según APPCACAO – 2016

La tabla 1 al haberse evaluado el olor de los granos de cacao, se encontró que el 93.10% del total de las muestras analizadas presentó olor característico típico, definido por la APPCACAO (2016) como aquella característica que no presenta olor desagradable o extraño al cacao, mientras que el 6.90% presentó olor característico atípico. Así mismo, se observó que de las 29 muestras del almacén N°1, el 86.21% presentó olor característico típico y el 13.79% olor característico atípico; de las 29 muestras del almacén N°2 y del almacén N°3, el 96.55% presentó olor característico típico y el 3.45% olor característico atípico, esto lo corrobora la FEDERACIÓN NACIONAL DE CACAOTEROS (2004), quienes indican que un grano cuyo proceso de fermentado ha sido correcto, el olor del grano entero es agradable, típico a chocolate.

También, los datos de la tabla N°01, fueron estadísticamente relacionados utilizando la prueba de chi-cuadrado, donde  $X^2(2) = 3.222$ ,  $p > 0.05$ , aceptándose la hipótesis nula ( $H_0$ ) e indicando que no existe asociación estadísticamente significativa entre el olor del grano de cacao y el almacén de procedencia (Independiente).



**FIGURA 1:** Distribución de resultados de examen olfativo en granos de Theobroma cacao, según el almacén de procedencia. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018.



**FIGURA 2:** Gráfico circular por sectores de los resultados de las 87 muestras del examen olfativo.

Distribución de resultados del **examen de apariencia exterior** en granos de *Theobroma cacao*, según el almacén de procedencia. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018.

**TABLA 2:** *Distribución de resultados sobre el color del grano; en granos de Theobroma cacao, según el almacén de procedencia. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018.*

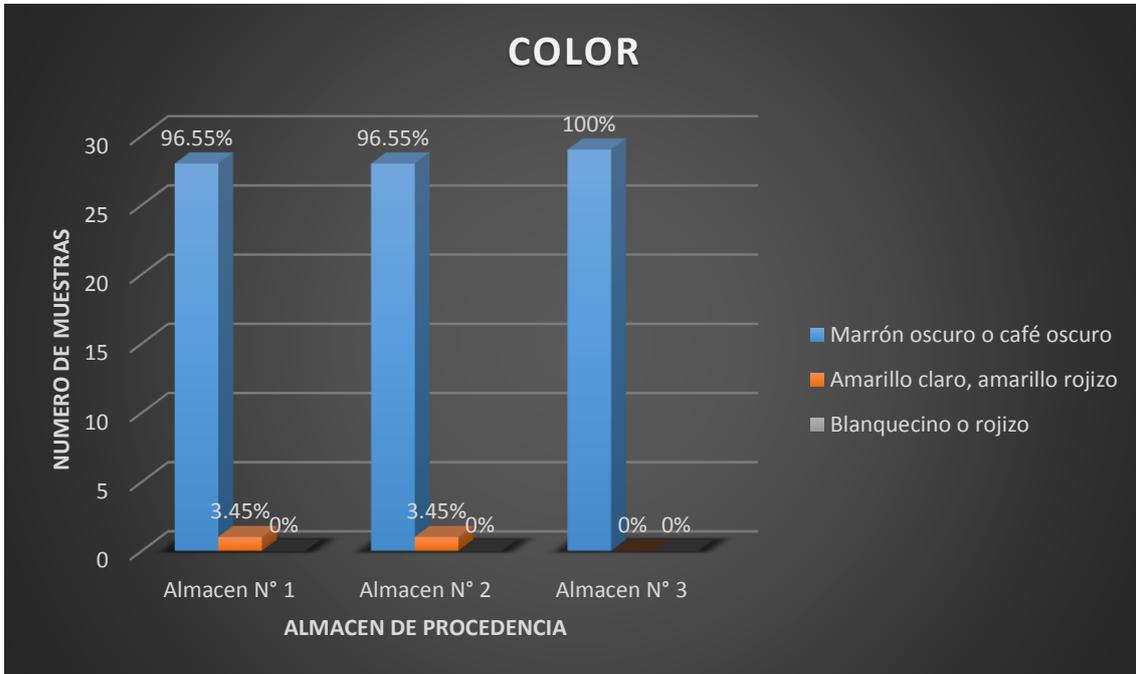
COLOR	ALMACEN DE PROCEDENCIA							
	Almacén N°1		Almacén N°2		Almacén N°3		TOTAL	
	N	%	N	%	N	%	N	%
<i>Marrón oscuro o café oscuro</i>	28	96.55	28	96.55	29	100	85	97.70
<i>Amarillo claro, amarillo rojizo</i>	1	3.45	1	3.45	0	0	2	2.30
<i>Blanquecino o rojizo</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	29	100	29	100	29	100	87	100

**Evaluated según APPCAO – 2016**

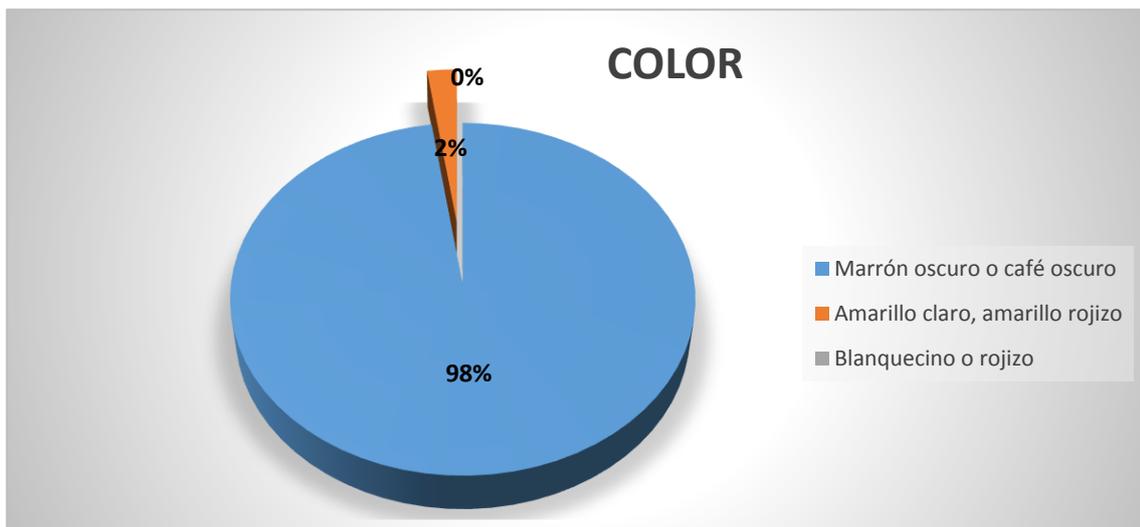
En la tabla 2 se muestran los resultados del examen de apariencia exterior del grano de las 87 muestras de *Theobroma cacao* procedente de Nueva Cajamarca, donde se encontró que el color marrón oscuro o café oscuro obtuvo 97.70% y el amarillo claro o amarillo rojizo 2.30%.

Al haber realizado el análisis del color del grano según el almacén de procedencia, se observó que de las 29 muestras del almacén N°1, el 96.55% presentó color marrón oscuro o café oscuro y el 3.45% amarillo claro o amarillo rojizo, de las 29 muestras del almacén N°2, el 96.55% presentó color marrón oscuro o café oscuro y el 3.45% amarillo claro o amarillo rojizo y además las 29 muestras del almacén N°3, el 100% presentó color marrón oscuro o café oscuro. Al predominar el color marrón oscuro o café oscuro es indicativo que existió uniformidad de fermentación, mencionado por la FEDERACION NACIONAL DE CACAOTEROS (2004), que el proceso de fermentación del grano es correcto cuando tiene un color café oscuro o canela, lo cual indicaría que los granos con coloración marrón claro a rojiza tiene escasa y/o ausencia de fermentación; además esto lo menciona la COOPERATIVA CENTRAL DE PRODUCTORES AGRARIOS DE AMAZONAS (2016) en su expediente para la denominación de origen del CACAO AMAZONAS PERU, que el color predominante del grano seco, es marrón rojizo, con tendencia a ser marrón chocolate con aspecto agrietado en su interior; consecuencia del proceso de fermentación.

Así mismo, los datos de la tabla 2, fueron estadísticamente relacionados utilizando la prueba de chi-cuadrado, donde  $X^2(2) = 1.024$ ,  $p > 0.05$ , aceptándose la hipótesis nula ( $H_0$ ) e indicando que no existe asociación estadísticamente significativa entre el color del grano de cacao y el almacén de procedencia (Independiente).



**FIGURA 3:** Distribución de resultados sobre el color del grano; en granos de *Theobroma cacao*, según el almacén de procedencia. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018.



**FIGURA 4:** Gráfico circular por sectores de los resultados de las 87 muestras del examen sobre el color del grano.

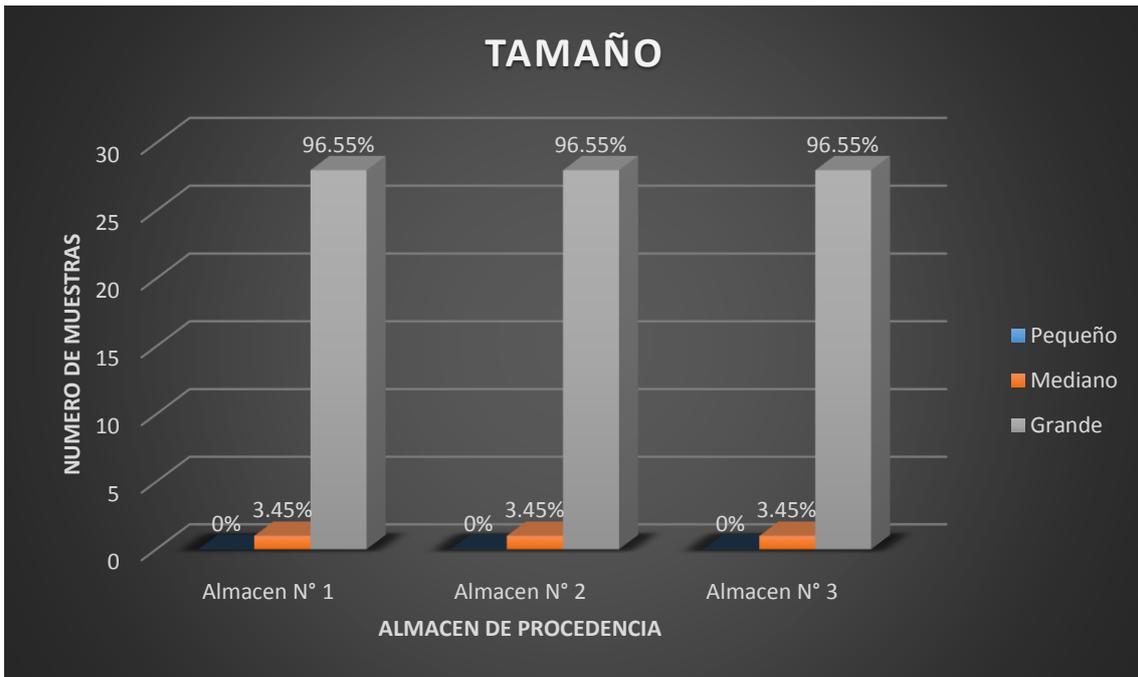
**TABLA 3:** *Distribución de resultados sobre el tamaño del grano; en granos de Theobroma cacao, según el almacén de procedencia. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018.*

TAMAÑO	ALMACEN DE PROCEDENCIA							
	Almacén N° 1		Almacén N° 2		Almacén N° 3		TOTAL	
	N	%	N	%	N	%	N	%
<i>Pequeño</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Mediano</i>	1	3.45	1	3.45	1	3.45	3	3.45
<i>Grande</i>	28	96.55	28	96.55	28	96.55	84	96.55
<b>TOTAL</b>	29	100	29	100	29	100	87	100

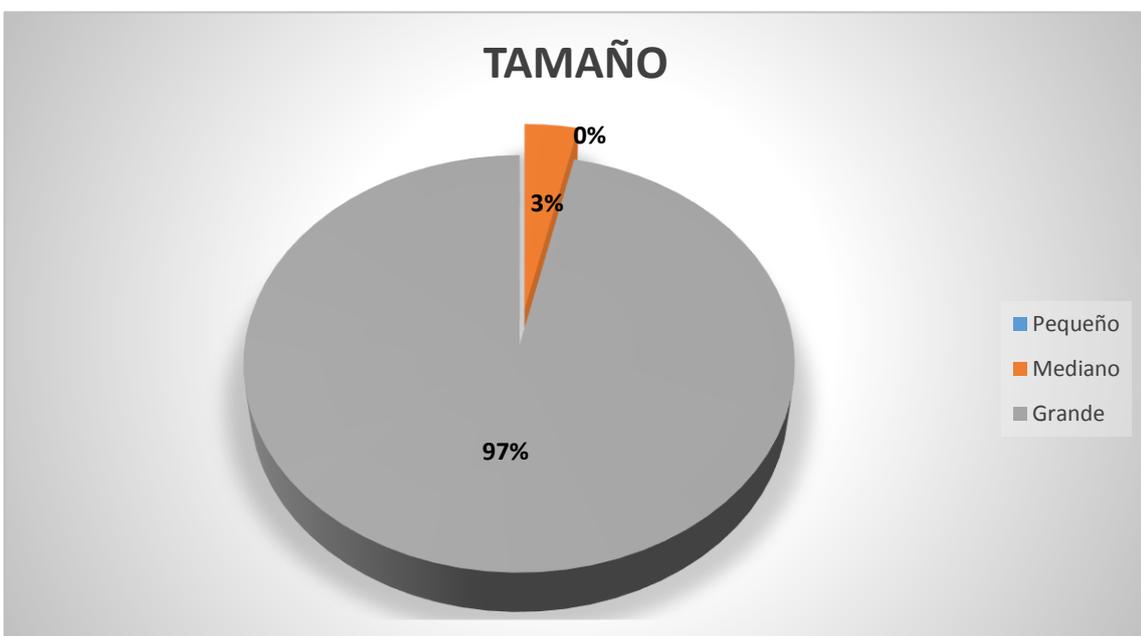
**Evaluado según APPCACAO – 2016**

La tabla 3 al haberse evaluado el tamaño de los granos de cacao, se encontró que el 96.55% del total de muestras analizadas presentó uniformidad en tamaño grande, definido por la CAOBISCO/ECA/FCC Cocoa Beans (2015) que es muy importante asegurar la calidad uniforme del cacao, en este caso, el tamaño del grano. En tanto, el 3.45% del total de muestras analizadas presentó uniformidad en tamaño mediano. Así mismo, se observó que de las 29 muestras de los almacenes N°1, N°2 y N°3, el 96.55% presentó uniformidad en tamaño grande y el 3.45% uniformidad en tamaño mediano respectivamente, las cantidades son similares a los valores encontrados por la COOPERATIVA CENTRAL DE PRODUCTORES AGRARIOS DE AMAZONAS (2016) indicando en su expediente para la denominación de origen del CACAO AMAZONAS PERU, en cuanto al tamaño de los granos resultaron grandes en un 67.95% y medianos en un 32.05%. Por otro lado, Carrillo (2011), mencionó que todas las muestras analizadas de granos de cacao clon CCN51, en cuanto al tamaño de los granos esta fue grande.

Los datos de la tabla 3, fueron estadísticamente relacionados utilizando la prueba de chi-cuadrado, donde  $X^2(2) = 1.000$ ,  $p > 0.05$ , aceptándose la hipótesis nula ( $H_0$ ) e indicando que no existe asociación estadísticamente significativa entre el tamaño del grano de cacao y el almacén de procedencia (Independiente).



**FIGURA 5:** Distribución de resultados sobre el **tamaño del grano**; en granos de *Theobroma cacao*, según el almacén de procedencia. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018



**FIGURA 6:** Gráfico circular por sectores de los resultados de las 87 muestras del examen sobre el tamaño del grano.

**TABLA 4:** Distribución de resultados sobre la *forma del grano*; en granos de *Theobroma cacao*, según el almacén de procedencia. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018.

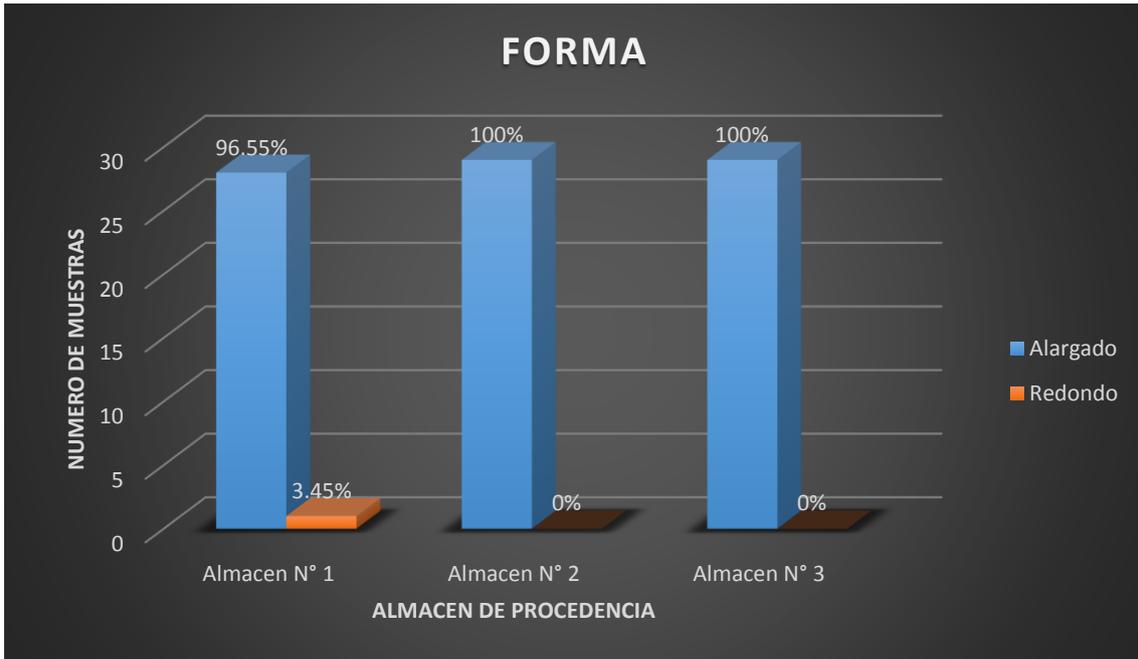
FORMA	ALMACEN DE PROCEDENCIA							
	Almacén N°1		Almacén N°2		Almacén N°3		TOTAL	
	N	%	N	%	N	%	N	%
<i>Alargado</i>	28	96.55	29	100	29	100	86	98.85
<i>Redondo</i>	1	3.45	0	0	0	0	1	1.15
<b>TOTAL</b>	29	100	29	100	29	100	87	100

**Evaluado según APPCACAO – 2016**

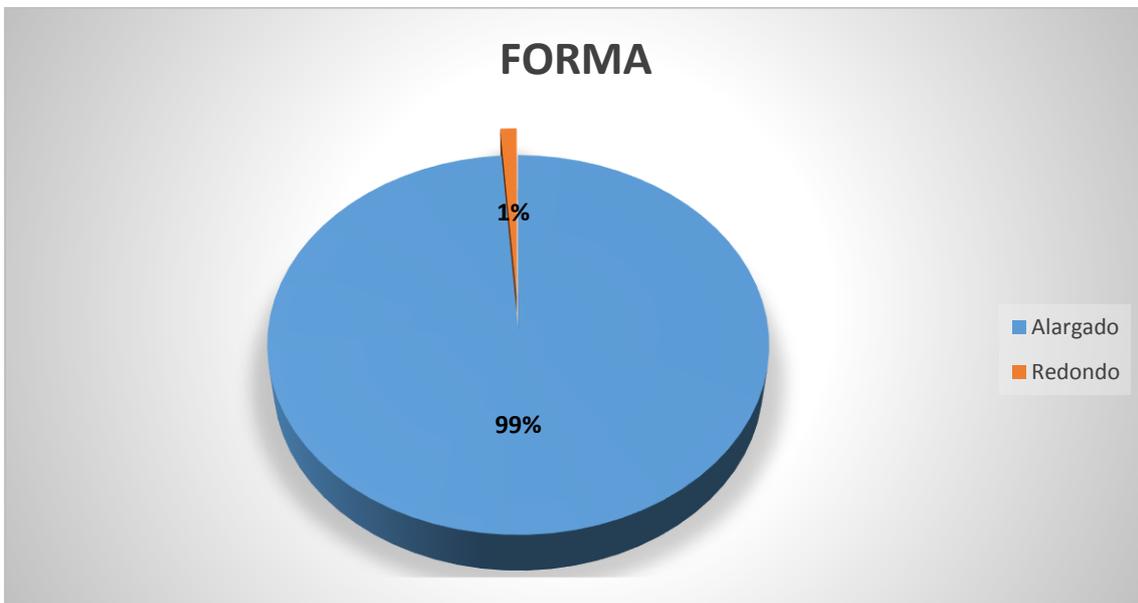
La tabla 4, muestra los resultados del examen sobre la forma del grano de las 87 muestras de cacao procedente de Nueva Cajamarca, donde se observa que el 98.85% presentó forma alargado y el 1.15% forma redonda.

Al haber realizado el análisis del examen sobre la forma del grano según el almacén de procedencia se observa que de las 29 muestras del almacén N°1, el 96.55% presentó forma alargado y el 3.45% presentó forma redonda; en tanto que en los almacenes N°2 y N°3 de las 29 muestras analizadas para cada uno, el 100% presentó forma alargada, las cantidades son similares encontrados por Carrillo (2011), quien señaló que todas las muestras analizadas de granos de cacao clon CCN51, en cuanto a la forma de los granos esta fue alargada.

Los datos de la tabla 4, fueron estadísticamente relacionados utilizando la prueba de chi-cuadrado, donde  $X^2(2) = 2.023$ ,  $p > 0.05$ , aceptándose la hipótesis nula ( $H_0$ ) e indicando que no existe asociación estadísticamente significativa entre la forma del grano de cacao y el almacén de procedencia (Independiente).



**FIGURA 7:** Distribución de resultados sobre la **forma del grano**; en granos de *Theobroma cacao*, según el almacén de procedencia. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018



**FIGURA 8:** Gráfico circular por sectores de los resultados de las 87 muestras del examen sobre la forma del grano.

**TABLA 5:** Distribución de resultados de la *evaluación del recuento de granos*, en granos de *Theobroma cacao*, según el almacén de procedencia. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018.

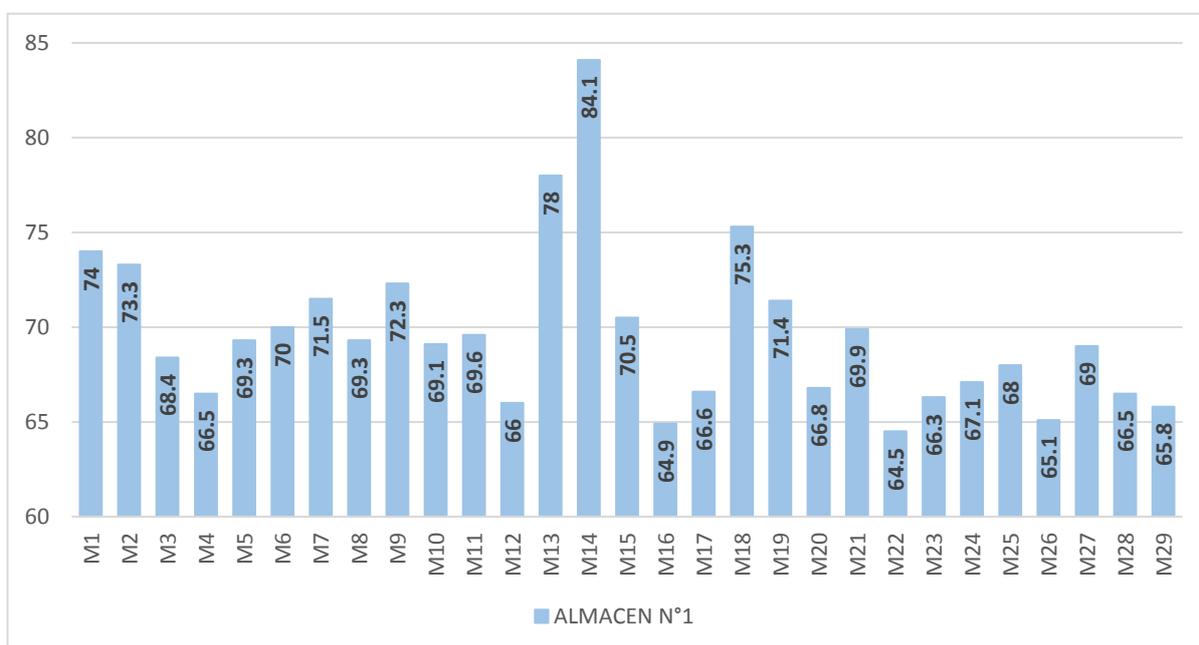
RECuento DE GRANOS	ALMACEN DE PROCEDENCIA			
	Almacén N°1	Almacén N°2	Almacén N°3	TOTAL
<b>n</b>	29	29	29	87
<b>V. mínimo</b>	64.5	62.9	64.5	62.9
<b>V. máximo</b>	84.1	75.0	84.1	84.1
<b>Promedio</b>	69.62	68.01	72.23	69.98
<b>Desv. estándar</b>	4.29	2.71	5.66	4.67
<b>Error estándar</b>	0.797	0.504	1.052	0.501
<b>Límite inferior 0.05</b>	67,992	67,051	70,080	68,985
<b>Límite superior 0.05</b>	71,256	69,115	74,389	70,976

**Evaluado según NTP – ISO. 2451 – 2016**

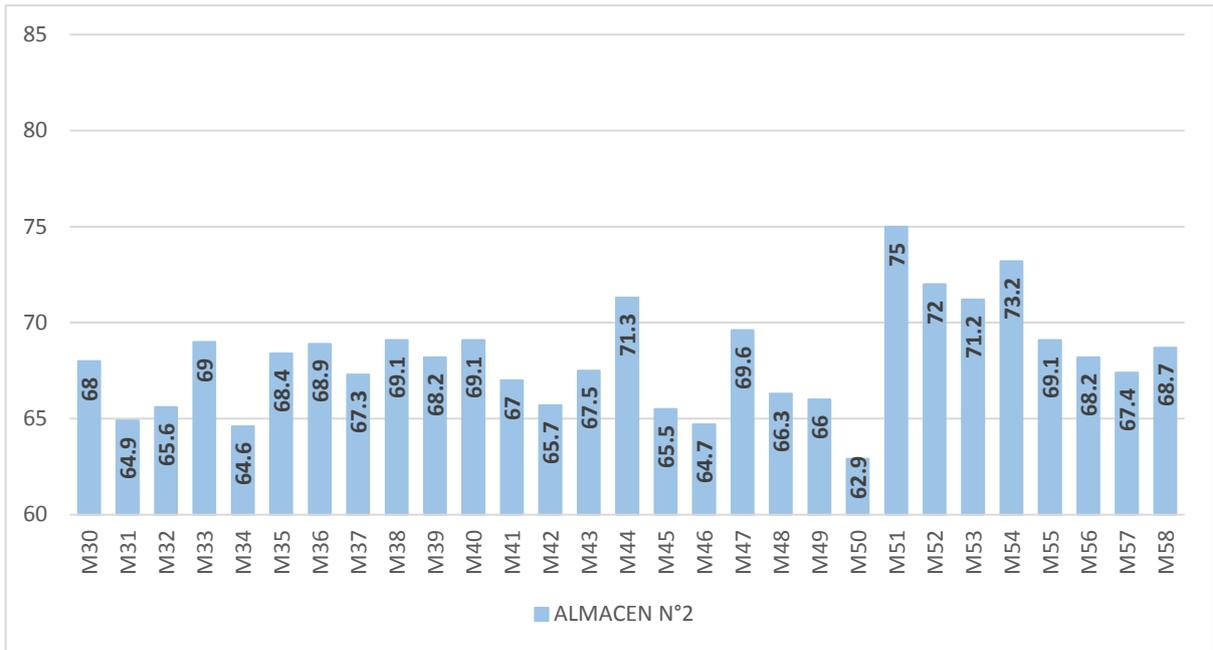
La tabla 5, con relación al recuento de granos, se evaluó según la **NTP – ISO. 2451 (2016)**, donde indica que el recuento es para determinar el número medio de granos de cacao enteros que pesan 100 gramos. Encontrándose que el promedio total de recuento es de 69.98/100g, el valor mínimo total es de 62.9/100g y el valor máximo total es de 84.1/100g. Según el almacén de procedencia, observamos que de las 29 muestras del almacén N°1, el valor promedio fue 69.62/100g, el valor mínimo de 64.5/100g y el valor máximo de 84.1/100g; en el almacén N°2, el valor promedio fue 68.01/100g, el valor mínimo de 62.9/100g y el valor máximo de 75/100g; y en el almacén N°3, el valor promedio fue 72.23/100g, el valor mínimo de 64.5/100g y el valor máximo de 84.1/100g; estos valores concordaron a lo encontrado por la COOPERATIVA CENTRAL DE PRODUCTORES AGRARIOS DE AMAZONAS (2016) indicando en su expediente para la denominación de origen del CACAO AMAZONAS PERU, que el número promedio de semillas o granos en 100 gramos son 68 unidades, con un rango de aceptación mínimo de 58.3 y máximo de 74.7 unidades. En tanto, Sánchez (2007) en su estudio de almendras provenientes de los árboles de cacao seleccionados con perfiles de interés comercial, se apreció que el promedio general fue de 96,11 almendras/100g, con valor mínimo de 66.33 almendras/100g y valor máximo de 130.67almendras/100g.

El análisis de varianza para el recuento promedio del grano de cacao reveló que existe diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ) entre los almacenes de procedencia.  $F(2,86) = 6.626$ .

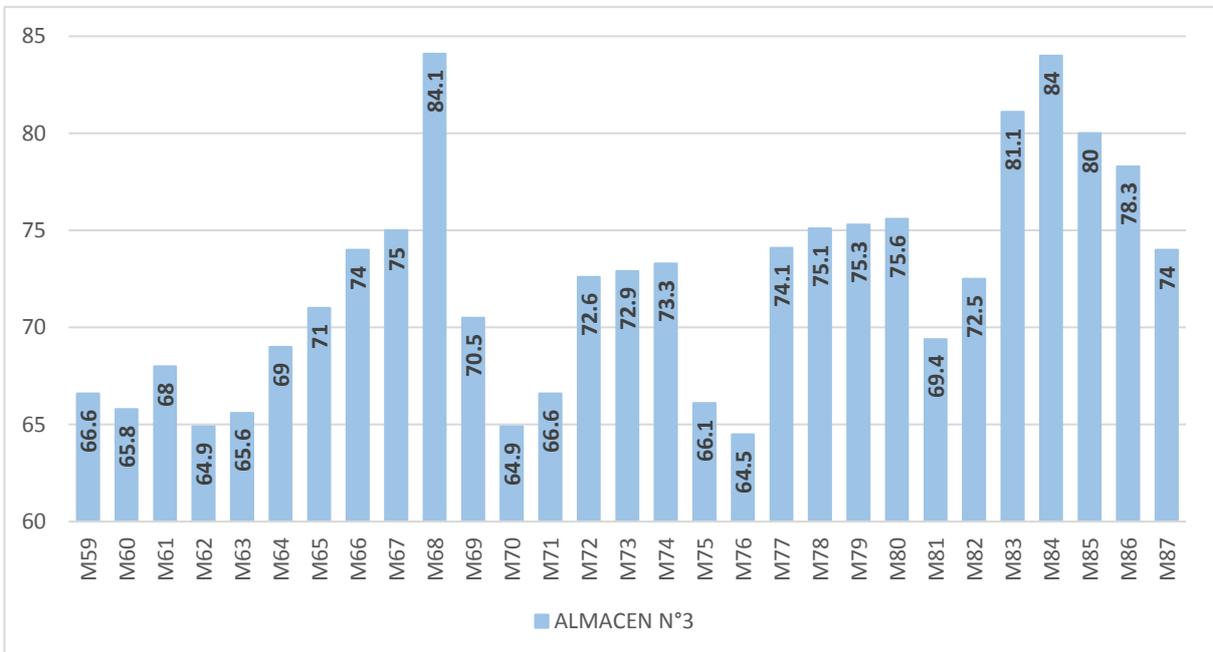
En tanto, las comparaciones múltiples indican que existen diferencias estadísticamente significativas entre el almacén N°2 y almacén N°3  $t(86)=3.56$ ,  $p < 0.05$ ; y que no existen diferencia estadísticamente significativa entre el almacén N°1 y N°2  $t(86)=1.64$ ,  $p > 0.05$ , como también en el almacén N°1 y N°3  $t(86)=1.98$ ,  $p > 0.05$



**FIGURA 9:** Recuento de granos de *Theobroma cacao*, de la procedencia del Almacén N°1. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018



**FIGURA 10:** Recuento de granos de *Theobroma cacao*, de la procedencia del Almacén N°2. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018.



**FIGURA 11:** Recuento de granos de *Theobroma cacao*, de la procedencia del Almacén N°3. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018

**TABLA 6:** Distribución de resultados del *peso de 100 granos*, en granos de *Theobroma cacao*, según el almacén de procedencia. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018.

PESO DE 100 GRANOS	ALMACEN DE PROCEDENCIA			
	Almacén N°1	Almacén N°2	Almacén N°3	TOTAL
<b>N</b>	29	29	29	87
<b>V. mínimo</b>	136.8	128.3	135.5	128.3
<b>V. máximo</b>	152.9	147.3	162.1	162.1
<b>Promedio</b>	142.99	138.93	145.46	142.46
<b>Desv. estándar</b>	3.93	5.1	7.12	6.11
<b>Error estándar</b>	0.731	0.946	1,323	0.655
<b>Límite inferior 0.05</b>	141,497	136,993	142,749	141,159
<b>Límite superior 0.05</b>	144,490	140,869	148,168	143,763

**Evaluado según APPCACAO - 2012**

La tabla 6, con relación al peso de 100 granos, se evaluó según la **APPCACAO (2012)**. Encontrándose que el promedio total del peso de 100 granos es de 142.46g, el valor mínimo total es de 128.3g y el valor máximo total es de 162.1g. Según el almacén de procedencia, observamos que de las 29 muestras del almacén N°1, el valor promedio fue 142.99g, el valor mínimo de 136.8g y el valor máximo de 152.9g; en el almacén N°2, el valor promedio fue 138.93g, el valor mínimo de 128.3g y el valor máximo de 147.3g; y en el almacén N°3, el valor promedio fue 145.46g, el valor mínimo de 135.5g y el valor máximo de 162.1g, valores similares a los señalado por la COOPERATIVA CENTRAL DE PRODUCTORES AGRARIOS DE AMAZONAS (2016) indicando en su expediente para la denominación de origen del CACAO AMAZONAS PERU, que el peso de 100 granos secos equivalen a 150.3 gramos, con rango de aceptación entre 129.9g a 170.2g. En tanto, Bravo & Mingo. (2011), en su estudio de cacao de fino aroma, obtuvieron el valor mínimo que pesa 100 granos de cacao de 134.8g y valor máximo de 169.9g. Por otro lado, Palacios (2008), señaló en su investigación el valor promedio de 100 granos de cacao es de 135.77g, con valor mínimo de 108.8g y valor máximo de 155.4g. Mientras que Chang et al. (2014), indicó que el peso promedio general de 100 granos de cacao fue 136.42g. Además, Álvarez et al. (2007) en estudios realizados mencionó que obtuvo promedio de 157.45g en almendras de cacao

expuestas al sol. No obstante, Sánchez (2007), obtuvo promedio general de 110.30g en 100 almendras de cacao, con valor mínimo de 83.35g y valor máximo de 139.59g.

Según Cedeño (2010), el peso promedio de los granos de cacao comerciales se encuentra entre 100 a 120g registrándolo como un tipo de cacao “Fino” constituyéndose en su mayoría por granos bien fermentados (mayor del 80%), que presentan características de aroma y sabor del cacao, exentos de cualquier tipo de alteración, según lo señalado por la norma NTP-ISO 2451:2016.

El análisis de varianza para el peso promedio de 100 granos de cacao reveló que existe diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ) entre los tres almacenes de procedencia.  $F(2,86) = 10.254$

Por otro lado, en las comparaciones múltiples indican que existen diferencias estadísticamente significativas entre el almacén N°1 y almacén N°2  $t(86)=3.40$ ,  $p < 0.05$ ; entre el almacén N°2 y N°3  $t(86)=4.01$ ,  $p < 0.05$ , y que no existen diferencias en dicha variable entre el almacén N°1 y N°3  $t(86)=1.63$ ,  $p > 0.05$

**TABLA 7:** *Distribución de resultados del peso de un grano, en granos de Theobroma cacao, según el almacén de procedencia. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018.*

PESO DE UN GRANO	ALMACEN DE PROCEDENCIA			
	Almacén N° 1	Almacén N° 2	Almacén N° 3	TOTAL
<b>n</b>	29	29	29	87
<b>V. mínimo</b>	1.368	1.283	1.355	1.283
<b>V. máximo</b>	1.529	1.473	1.621	1.621
<b>Promedio</b>	1.430	1.389	1.455	1.425
<b>Desv. estándar</b>	0.039	0.051	0.071	0.061
<b>Error estándar</b>	0.007	0.009	0.013	0.006
<b>Límite inferior 0.05</b>	1,415	1,370	1,427	1,412
<b>Límite superior 0.05</b>	1,445	1,409	1,482	1,438

**Evaluado según APPCACA O - 2012**

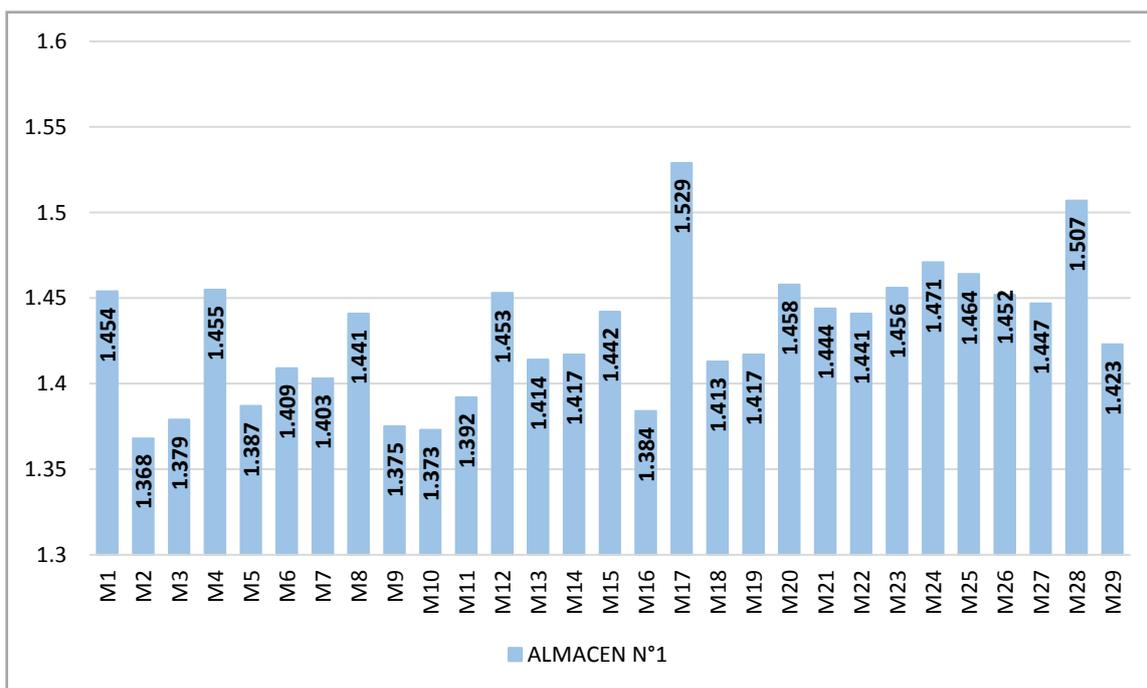
La tabla 7, contiene la distribución de los resultados del peso de un grano. Encontrándose que el promedio total del peso de un grano es de 1.425g, el valor mínimo total es de 1.283g y el valor máximo total es de 1.621g.

Según el almacén de procedencia, observamos que de las 29 muestras del almacén N°1, el valor promedio fue 1.430g, el valor mínimo de 1.368g y el valor máximo de 1.529g; en el almacén N°2, el valor promedio fue 1.389g, el valor mínimo de 1.283g y el valor máximo de 1.473g; y en el almacén N°3, el valor promedio fue 1.455g, el valor mínimo de 1.355g y el valor máximo de 1.621g, estos valores están dentro de los rangos establecidos en la clasificación de Soria y Enríquez, citados por el MINISTERIO DE AGRICULTURA DEL PERU (2014). En dicha clasificación, a los granos de cacao se le considera de tamaño grande cuando su peso seco está dentro del rango 1,5 - 1,8 g/grano, de tamaño intermedio cuando su peso seco está dentro del rango 1.1 – 1,4 g/grano. Por otro lado, Rivera (2018), señala en su estudio que el índice de grano promedio de la variedad CCN-51 es 1.51 g/grano y de la variedad ICS-6 es 1.37 g/grano. En tanto, la COOPERATIVA CENTRAL DE PRODUCTORES AGRARIOS DE AMAZONAS (2016) indicando en su expediente para la denominación de origen del CACAO AMAZONAS PERÚ, que el peso promedio de un grano estimado para el Cacao Amazonas Perú es de 1.5 g/grano. Finalmente, la FEDECACAO (2004), quienes mencionan que el índice de grano de un tipo de variedad (CCN-51) de cacao oscila entre 1,58 - 1,73 g/grano y su valor dependerá de las condiciones climáticas y manejo agronómico ligadas al lugar del cultivo.

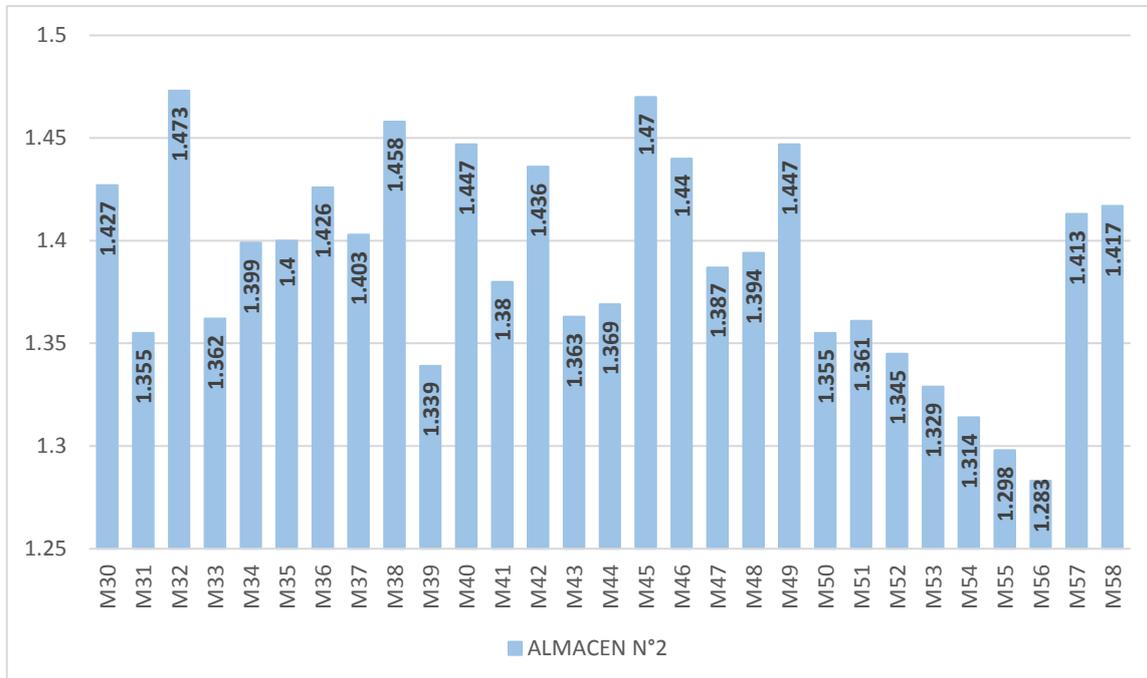
El análisis de varianza para el peso promedio de 1 grano de cacao reveló que existe diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ) entre los almacenes de procedencia.

$$F(2,86) = 10.254$$

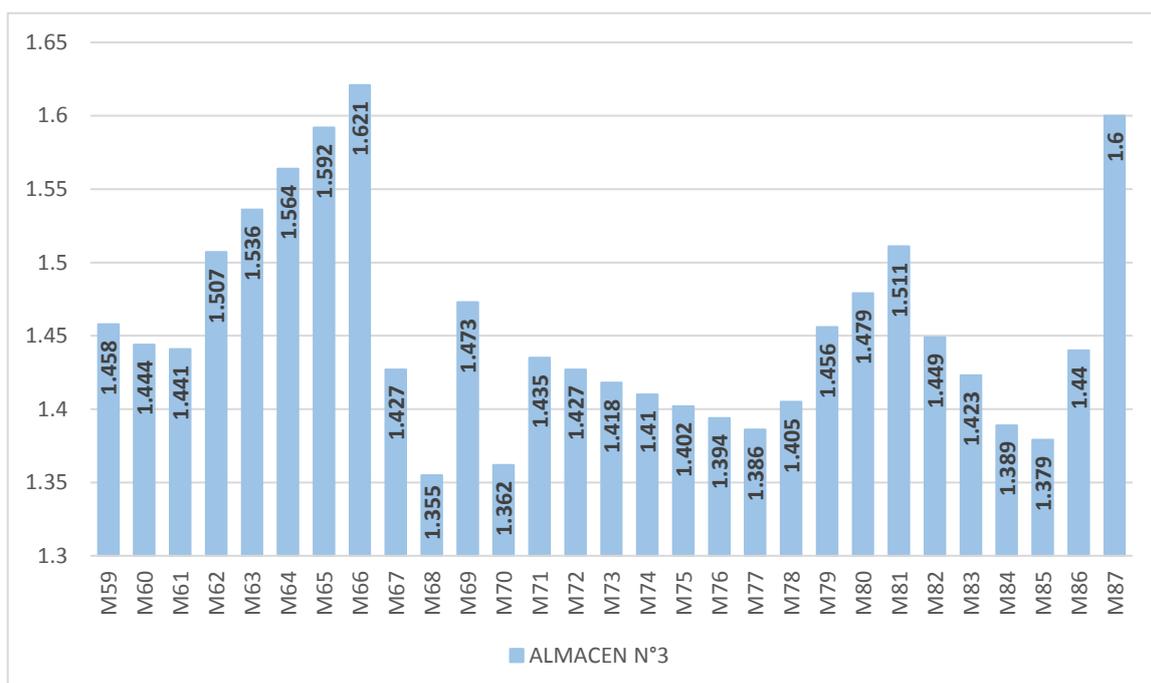
Por otro lado, en las comparaciones múltiples indican que existen diferencias estadísticamente significativas entre el almacén N°1 y almacén N°2  $t(86)=3.40$ ,  $p < 0.05$ ; entre el almacén N°2 y N°3  $t(86)=4.01$ ,  $p < 0.05$ , y que no existen diferencias en dicha variable entre el almacén N°1 y N°3  $t(86)=1.63$ ,  $p > 0.05$



**FIGURA 12:** Peso de un grano, en granos de *Theobroma cacao*, de la procedencia del Almacén N°1. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018



**FIGURA 13:** Peso de un grano, en granos de *Theobroma cacao*, de la procedencia del Almacén N°2. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018



**FIGURA 14:** Peso de un grano, en gramos de *Theobroma cacao*, de la procedencia del Almacén N°3. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018

**TABLA 8:** Distribución de resultados en porcentaje de la *evaluación de residuos, granos planos, granos múltiples, materia extraña*, en granos de *Theobroma cacao*, según el almacén de procedencia. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018.

PARAMETRO DE CALIDAD (%)	ALMACÉN DE PROCEDENCIA		
	Almacen N° 1	Almacen N° 2	Almacen N° 3
<b>Grano entero</b>			
<b>Materia extraña</b>	0.4 ± 0.30	0.5 ± 0.28	0.4 ± 0.23
<b>Grano Plano</b>	0.7 ± 0.30	0.5 ± 0.30	0.6 ± 0.27
<b>Grano Múltiple</b>	0.6 ± 0.31	0.6 ± 0.30	0.5 ± 0.28
<b>Grano Roto</b>	0.7 ± 0.65	0.5 ± 0.32	0.5 ± 0.30
<b>% Total</b>	2.4 ± 0.65	2.0 ± 0.56	2.0 ± 0.52

Evaluado según NTP – ISO. 2451 – 2016

\*Promedio de 29 muestras por almacén de procedencia ± desviación estándar

La tabla 8, contiene la distribución de resultados en porcentaje sobre la evaluación de residuos, granos planos, granos múltiples, materia extraña de las 87 muestras de cacao procedentes de Nueva Cajamarca. Encontrándose según el almacén de procedencia, de las 29 muestras del almacén N°1, el valor promedio para materia extraña fue  $0.4 \pm 0.30\%$ ,

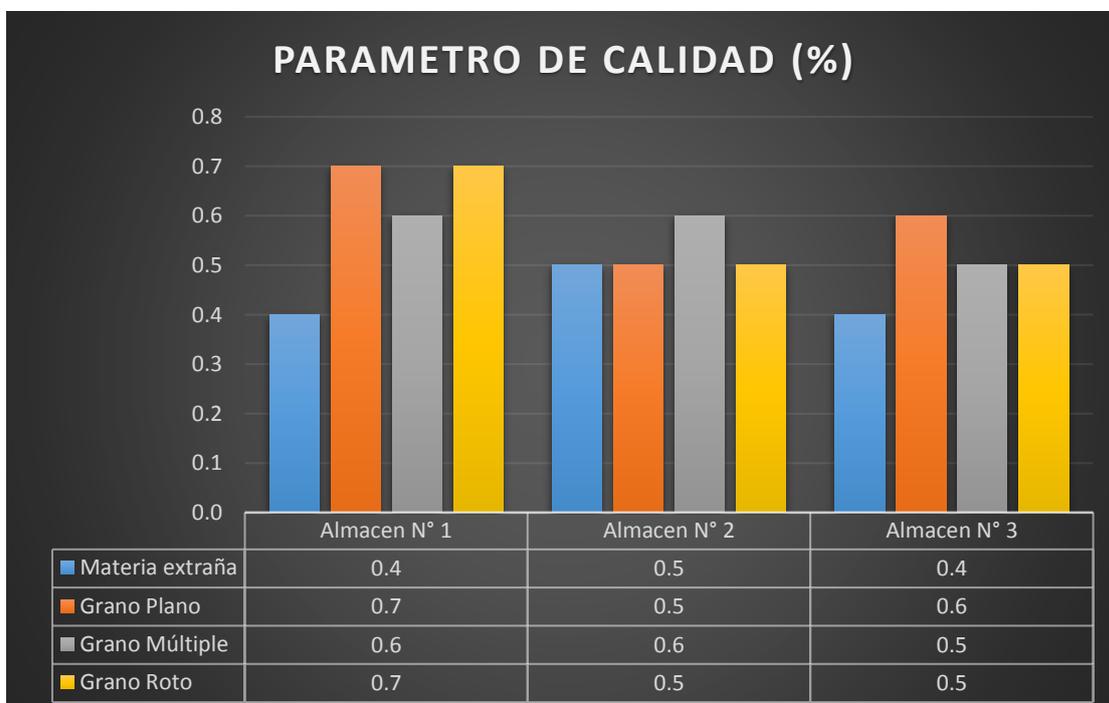
grano plano  $0.7 \pm 0.30\%$  , grano múltiple  $0.6 \pm 0.31\%$  y grano roto  $0.7 \pm 0.65\%$ ; en el almacén N°2, el valor promedio para materia extraña fue  $0.5 \pm 0.28\%$ , grano plano  $0.5 \pm 0.30\%$  , grano múltiple  $0.6 \pm 0.30\%$  y grano roto  $0.5 \pm 0.32\%$ ; en el almacén N°3, el valor promedio para materia extraña fue  $0.4 \pm 0.23\%$ , grano plano  $0.6 \pm 0.27\%$  , grano múltiple  $0.5 \pm 0.28\%$  y grano roto  $0.5 \pm 0.30\%$ ; estos datos coinciden con lo indicado por INDECOPI. ITINTEC- Perú (2008), quien señaló en sus parámetros para características de calidad del cacao, que el porcentaje máximo para impurezas visibles es del 2% y el porcentaje máximo para granos partidos es de 3 a 6 % en grano. En tanto, la NTP– ISO. 2451 – 2016; describió que los lotes de granos de cacao deben estar prácticamente libres de cualquier materia extraña. Además, deben estar razonablemente libres de granos rotos, fragmentos y piezas de cascara. Por otro lado, también menciona que deben estar razonablemente libres de granos múltiples, granos planos.

Sin embargo, CAOBISCO/ECA/FCC (2015) definió en su manual los requisitos de calidad de la industria del chocolate y del cacao, indicando que disminuye el valor del cacao para los fabricantes de chocolate, cuando este presenta materia extraña (influyendo en el rendimiento de material comestible); afectándose también al sabor y convertirse en una fuente de contaminación del producto. En este caso, la materia extraña se puede dividir en 2 tipos: el primero carece de valor comercial para el fabricante, el segundo (conocido como “Residuos de Cacao”) tiene sólo un valor reducido. Definiendo también que los granos aglomerados y dobles se eliminan en compañía con la materia extraña durante la limpieza, implicando una grave pérdida para los fabricantes. Dado que los granos afectados no siempre aparecen en las muestras tomadas con punzón, es de necesidad inspeccionar el contenido completo de los sacos, durante la clasificación posterior del cacao.

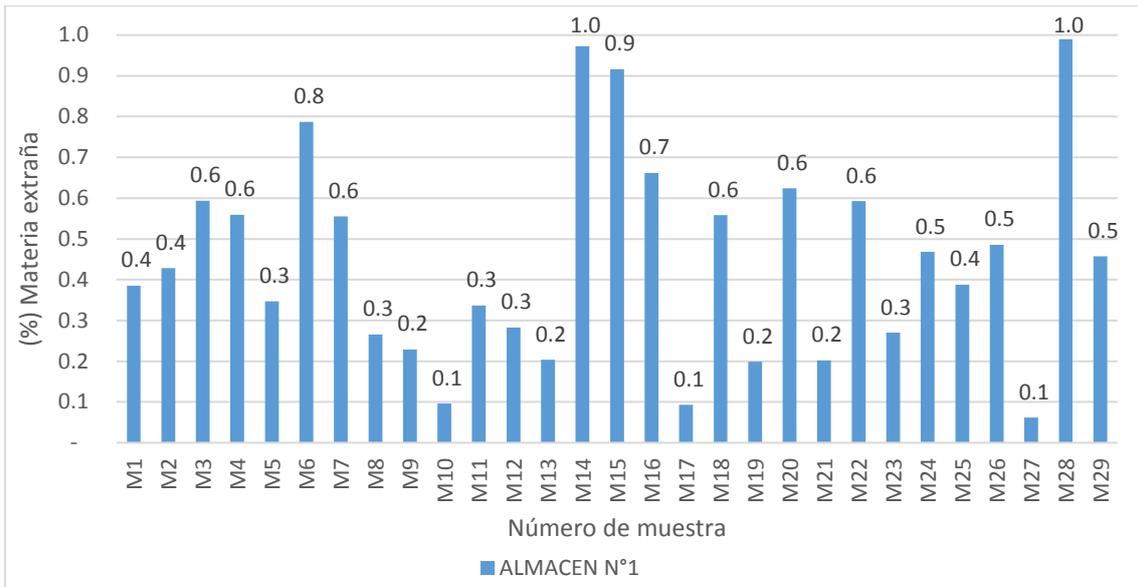
El análisis de varianza para el porcentaje total promedio de residuos en grano de cacao reveló que existe diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ) entre los almacenes de procedencia.  $F(2,86) = 3.544$ . Por otro lado, en las comparaciones múltiples indican que existen diferencias estadísticamente significativas entre el almacén N°1 y almacén N°3  $t(86)=2.47$ ,  $p < 0.05$ ; y que no existen diferencias en dicha variable entre el almacén N°1 y N°2  $t(86)=2.10$ ,  $p < 0.05$ , y entre el almacén N°2 y N°3  $t(86)=0.37$ ,  $p > 0.05$

En tanto, el análisis de varianza para el porcentaje promedio por cada tipo de residuo en granos de cacao reveló que existe diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ) para el residuo de grano roto y los almacenes de procedencia.  $F(2,86) = 3.458$ .

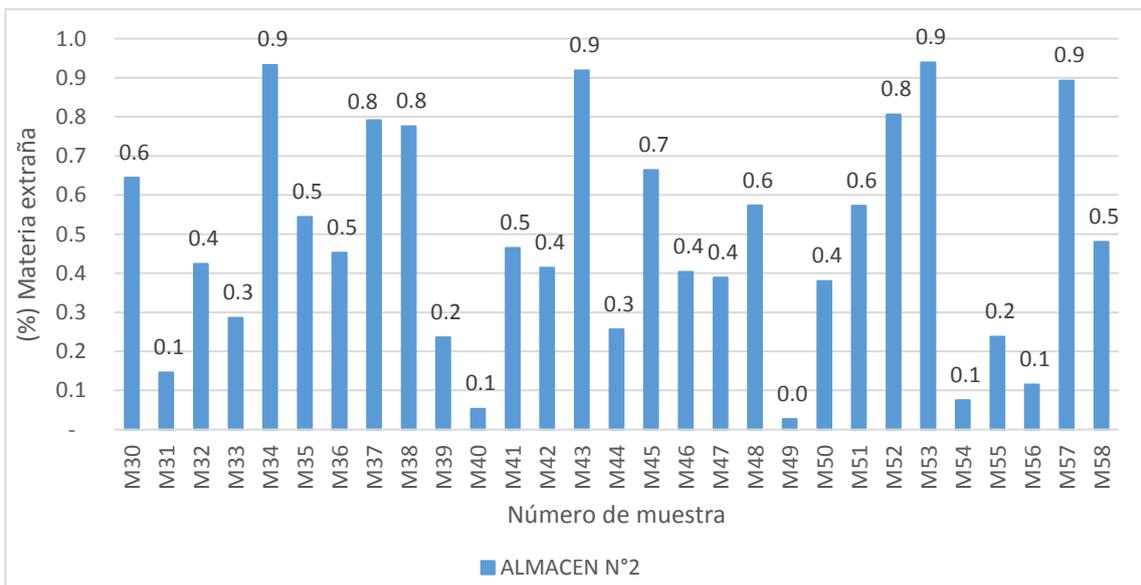
La evaluación de la distribución normal, indicaron que dos de las variables (tipo de residuo) se diferencian significativamente ( $p < 0.05$ ) a dicha distribución. Por tanto, para evaluar las relaciones entre variables por tipo de residuo en granos de cacao se procedió a realizar la correlación basada en la Thau de Kendall. Permitiéndose identificar 2 relaciones significativas del total de relaciones evaluadas. Para el defecto **grano mohoso** se encontró una relación significativa con el defecto **grano plano** ( $p = 0.49 < 0.05$ ); el defecto **grano roto** presentó relación significativa con el defecto **grano mohoso** ( $p = 0.41 < 0.05$ ). Estos pares de impresiones por tipo de residuo, tienden a incrementarse en la medida en que una de ellas aumenta. En términos de la caracterización de las relaciones por defecto y/o residuo del grano de cacao podría decirse que el residuo **grano mohoso** se presenta en conjunto con el **residuo grano plano**; así mismo, el residuo **grano roto** está relacionado con el residuo **grano mohoso**.



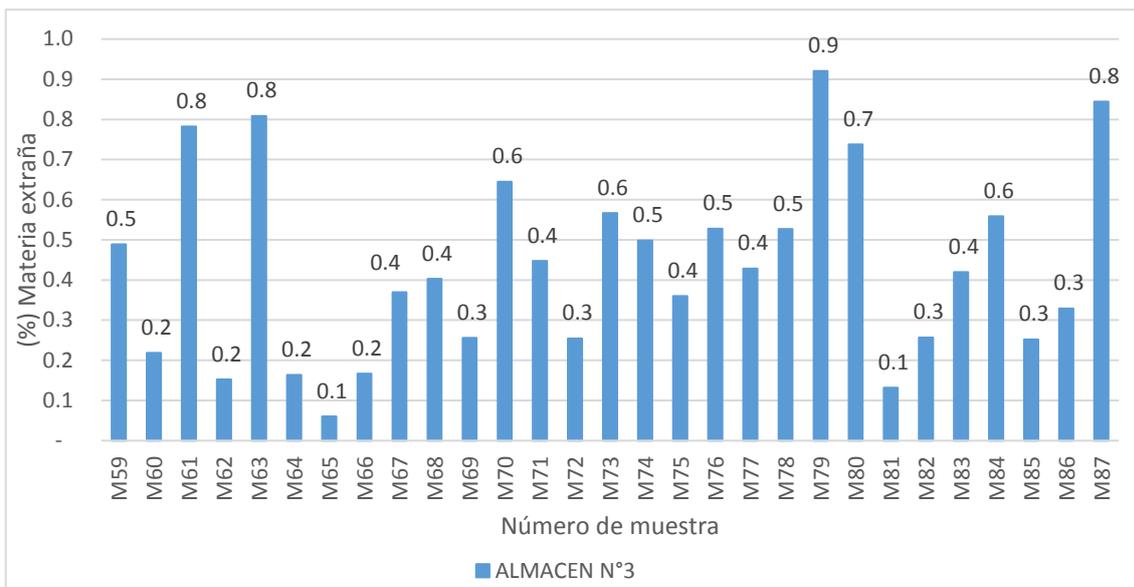
**FIGURA 15:** Porcentajes promedios de la evaluación de residuos, granos planos, granos múltiples, materia extraña, en granos de *Theobroma cacao* según el almacén de procedencia. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018



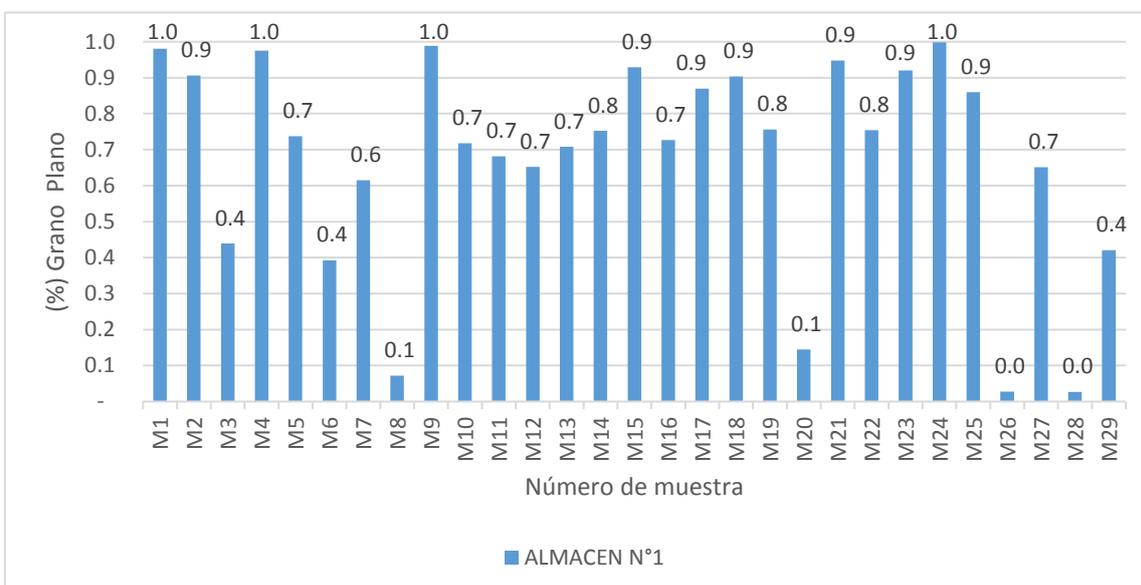
**FIGURA 16:** Porcentajes de materia extraña, en granos de *Theobroma cacao*, de la procedencia del Almacén N°1. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018



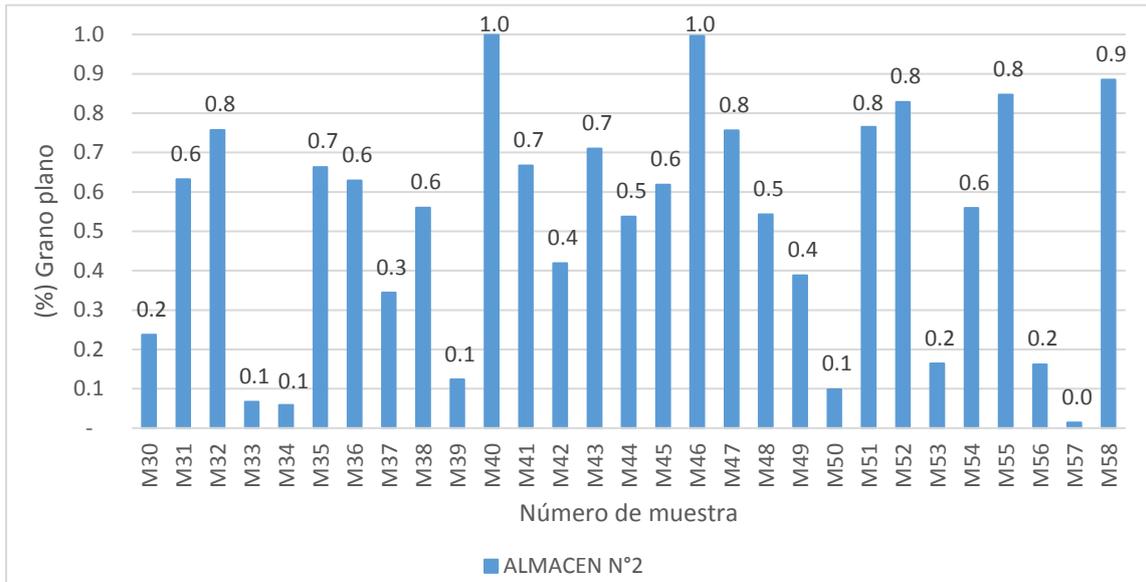
**FIGURA 17:** Porcentajes de materia extraña, en granos de *Theobroma cacao*, de la procedencia del Almacén N°2. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018



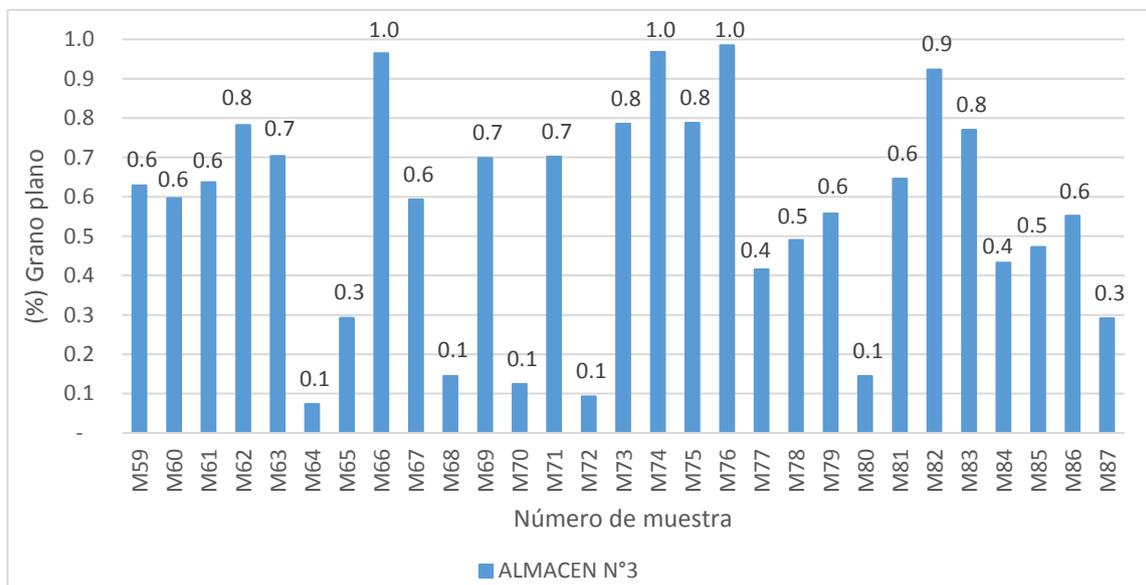
**FIGURA 18:** Porcentajes de materia extraña, en granos de *Theobroma cacao*, de la procedencia del Almacén N°3. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018



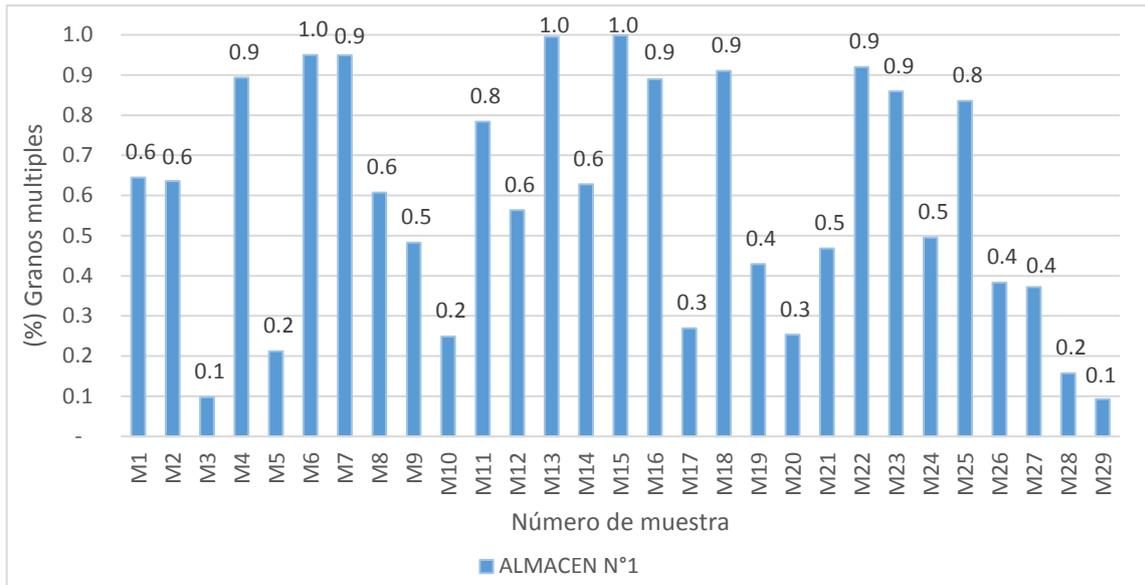
**FIGURA 19:** Porcentajes de grano plano, en granos de *Theobroma cacao*, de la procedencia del Almacén N°1. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018



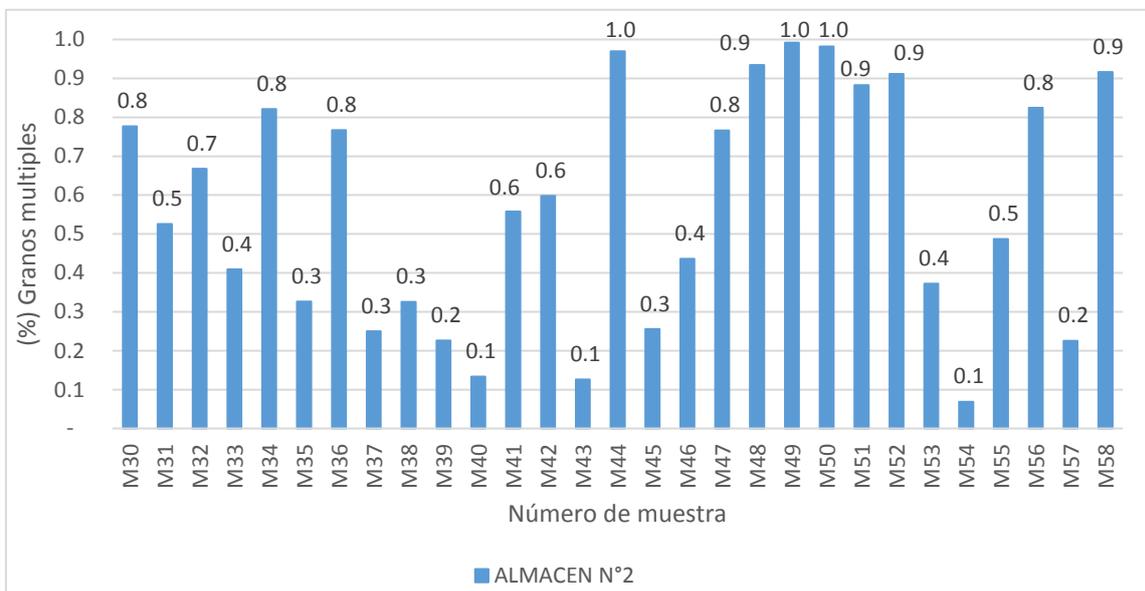
**FIGURA 20:** Porcentajes de grano plano, en granos de *Theobroma cacao*, de la procedencia del Almacén N°2. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018



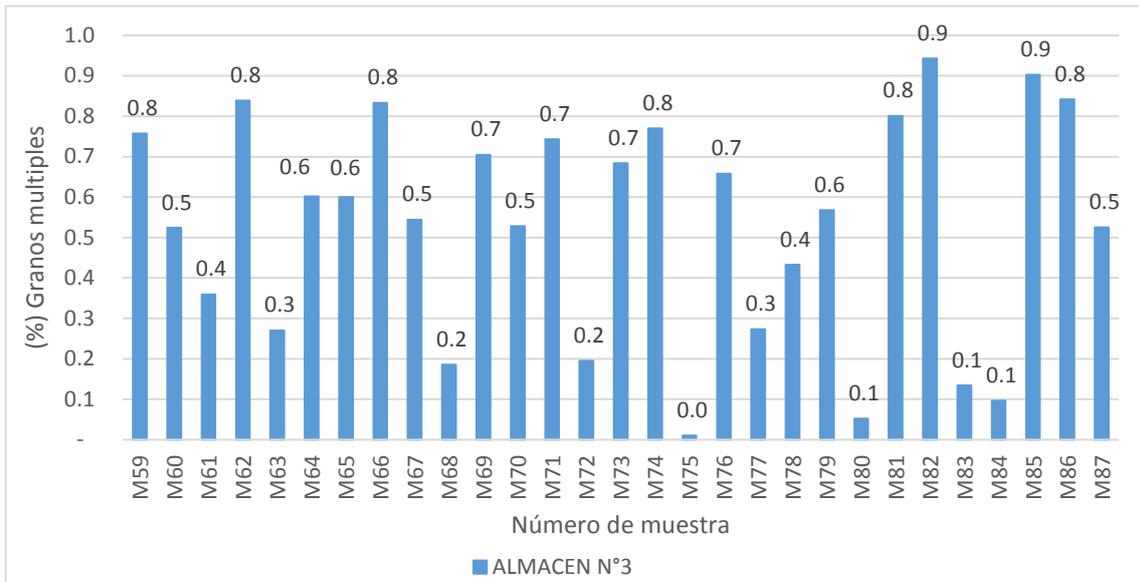
**FIGURA 21:** Porcentajes de grano plano, en granos de *Theobroma cacao*, de la procedencia del Almacén N°3. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018



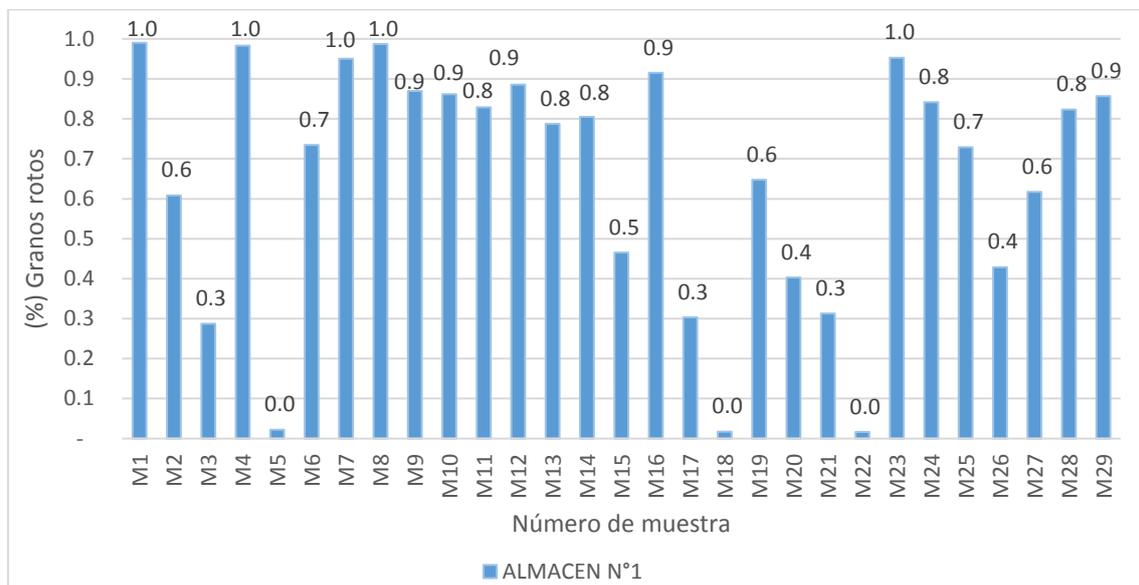
**FIGURA 22:** Porcentajes de grano múltiple, en granos de *Theobroma cacao*, de la procedencia del Almacén N°1. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018



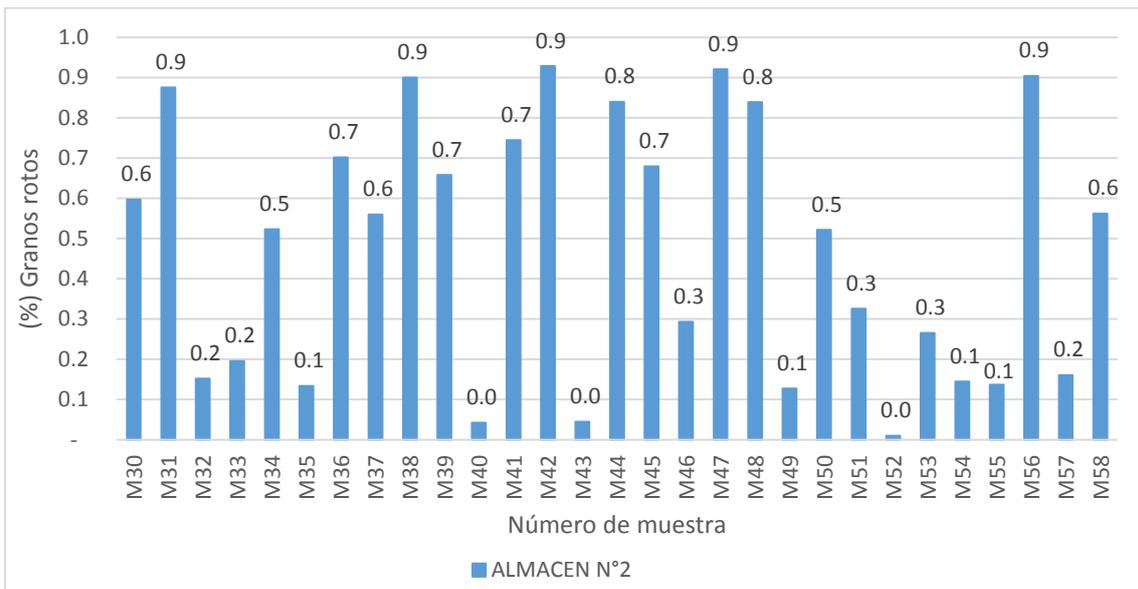
**FIGURA 23:** Porcentajes de grano múltiple, en granos de *Theobroma cacao*, de la procedencia del Almacén N°2. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018



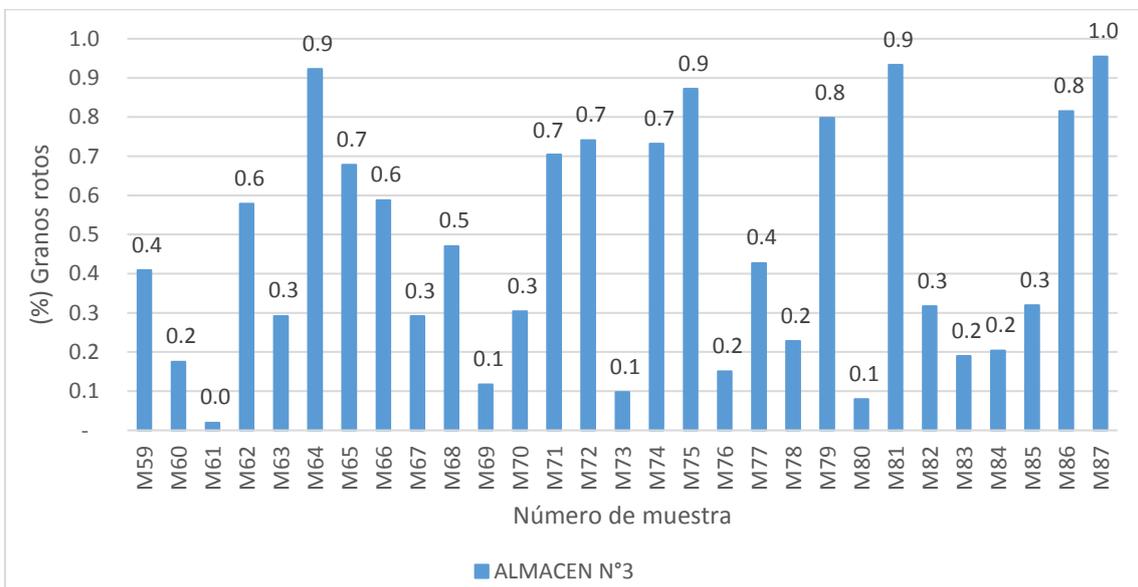
**FIGURA 24:** Porcentajes de grano múltiple, en granos de *Theobroma cacao*, de la procedencia del Almacén N°3. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018



**FIGURA 25:** Porcentajes de grano roto, en granos de *Theobroma cacao*, de la procedencia del Almacén N°1. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018



**FIGURA 26:** Porcentajes de grano roto, en granos de *Theobroma cacao*, de la procedencia del Almacén N°2. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018



**FIGURA 27:** Porcentajes de grano roto, en granos de *Theobroma cacao*, de la procedencia del Almacén N°3. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018

**TABLA 9:** Distribución de resultados en porcentaje de la **prueba de corte**, en granos de *Theobroma cacao*, según almacén de procedencia. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018.

PRUEBA DE CORTE (%)	ALMACÉN DE PROCEDENCIA		
	Almacen N° 1	Almacen N° 2	Almacen N° 3
<b>Grano cortado</b>			
<b>Enmohecidos</b>	0.8 ± 0.9	0.2 ± 0.3	0.0 ± 0.0
<b>Pizarrosos</b>	2.2 ± 1.7	0.6 ± 0.7	0.3 ± 0.5
<b>Violáceos</b>	4.2 ± 1.1	3.0 ± 1.1	3.3 ± 1.3
<b>Atacado por insectos</b>	0.1 ± 0.1	0.0 ± 0.1	0.0 ± 0.1
<b>Germinados</b>	0.8 ± 0.6	1.1 ± 0.5	0.5 ± 0.5
<b>% Total defectos</b>	8.08 ± 3.5	4.94 ± 1.5	4.07 ± 1.9
<b>% no defectuosos</b>	91.9 ± 3.5	95.0 ± 1.5	96.1 ± 1.9

Evaluado según NTP – ISO. 1114 – 2016

\*Promedio de 29 muestras por almacén de procedencia ± desviación estándar

La tabla 9, contiene la distribución de resultados en porcentaje sobre la prueba de corte de las 87 muestras de cacao procedentes de Nueva Cajamarca. Encontrándose según el almacén de procedencia, de las 29 muestras del almacén N°1, el valor promedio para granos enmohecidos fue  $0.8 \pm 0.9\%$ , granos pizarrosos  $2.2 \pm 1.7\%$ , granos violáceos  $4.2 \pm 1.1\%$ , granos atacados por insectos  $0.1 \pm 0.1\%$  y granos germinados  $0.8 \pm 0.6\%$ ; en el almacén N°2, el valor promedio para granos enmohecidos fue  $0.2 \pm 0.3\%$ , granos pizarrosos  $0.6 \pm 0.7\%$ , granos violáceos  $3.0 \pm 1.1\%$ , granos atacados por insectos  $0.0 \pm 0.1\%$  y granos germinados  $1.1 \pm 0.5\%$ ; en el almacén N°3, el valor promedio para granos enmohecidos fue  $0.0 \pm 0.0\%$ , granos pizarrosos  $0.3 \pm 0.5\%$ , granos violáceos  $3.3 \pm 1.3\%$ , granos atacados por insectos  $0.0 \pm 0.1\%$  y granos germinados  $0.5 \pm 0.5\%$  estos datos coinciden con lo mencionado por el MINISTERIO DE AGRICULTURA (2000), el cual señaló los parámetros de calidad de los granos de cacao exigidos por la unión europea, donde el porcentaje máximo permitido para un grano de calidad de grado tipo I, es de 5% en cuanto a defectos (granos atacados por insectos, granos enmohecidos, granos partidos, granos pasillas, granos múltiples, otros), 15% en granos violáceos, y 5% en granos pizarrosos; las cantidades exceden en cuanto al porcentaje máximo permitido para un grano de calidad de grado tipo II, ya que el porcentaje es de 10% en cuanto a defectos de grano, 20% a granos violáceos, y 10% en granos pizarrosos.

Por otro lado, la COOPERATIVA CENTRAL DE PRODUCTORES AGRARIOS DE AMAZONAS (2016) indicando en su expediente para la denominación de origen del CACAO AMAZONAS PERU, en cuanto a los defectos admitidos en el grano seco con cascara del cacao Amazonas Perú, se tiene establecido que el porcentaje aceptable de granos no defectuosos debe ser entre 80% a 85% y la diferencia (15% a 20%) pueden ser los defectos: granos pizarrosos < 10%, granos violetas < 20% y granos mohosos o defectuosos < 3%.

El análisis de varianza para el porcentaje total promedio de los defectos totales evidenciados en la prueba de corte en los granos de cacao reveló que existe diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ) entre los almacenes de procedencia.  $F(2,86) = 17.492$ . Esto es demostrado en las comparaciones múltiples, donde se indican que existen diferencias estadísticamente significativas entre el almacén N°1 y almacén N°2  $t(86) = 3.92$ ,  $p < 0.05$  y entre el almacén N°1 y N°3  $t(86) = 4.93$ ,  $p < 0.05$ ; y no existiendo diferencias en dicha variable entre el almacén N°2 y N°3  $t(86) = 2.00$ ,  $p > 0.05$ ,

Así mismo, el análisis de varianza para el porcentaje promedio por cada defecto evidenciado en la prueba de corte en granos de cacao reveló que existe diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ) para granos enmohecidos  $F(2,86) = 15.168$ , granos pizarrosos  $F(2,86) = 21.334$ , granos violáceos  $F(2,86) = 6.537$ , granos germinados  $F(2,86) = 9.798$  y los almacenes de procedencia. En las comparaciones múltiples se indican que existen diferencias estadísticamente significativas para granos enmohecidos: entre el almacén N°1 y almacén N°3  $t(86) = 4.70$ ,  $p < 0.05$  y entre el almacén N°2 y N°3  $t(86) = 3.72$ ,  $p < 0.05$ ; y no existiendo diferencias en dicha variable entre el almacén N°1 y N°2  $t(86) = 3.04$ ,  $p > 0.05$ ; para granos pizarrosos: entre el almacén N°1 y almacén N°2  $t(86) = 4.24$ ,  $p < 0.05$  y entre el almacén N°1 y N°3  $t(86) = 5.38$ ,  $p < 0.05$ ; y no existiendo diferencias en dicha variable entre el almacén N°2 y N°3  $t(86) = 2.05$ ,  $p > 0.05$ ; para granos violáceos: entre el almacén N°1 y almacén N°2  $t(86) = 3.46$ ,  $p < 0.05$  y entre el almacén N°1 y N°3  $t(86) = 2.64$ ,  $p < 0.05$ ; y no existiendo diferencias en dicha variable entre el almacén N°2 y N°3  $t(86) = 0.81$ ,  $p > 0.05$ ; para granos germinados: entre el almacén N°2 y almacén N°3  $t(86) = 4.43$ ,  $p < 0.05$  y no existiendo diferencias estadísticamente significativas en dicha variable entre el almacén N°1 y N°2  $t(86) = 2.10$ ,  $p > 0.05$ ; y el almacén N°1 y N°3  $t(86) = 2.33$ ,  $p > 0.05$ ,

La evaluación de la distribución normal, indicaron que las variables (tipo de defecto por prueba de corte) se diferencian significativamente ( $p < 0.05$ ) a dicha distribución. Por tanto, para evaluar las relaciones entre variables por tipo de defecto encontrado por la prueba de corte en granos de cacao se procedió a realizar la correlación basada en la Thau de Kendall. Permittedose identificar 6 relaciones significativas del total de relaciones evaluadas. Para el defecto grano pizarroso se encontró una relación significativa con el defecto grano enmohecido ( $p < 0.01$ ); el defecto grano violáceo presento relaciones significativas con el defectos grano enmohecido ( $p < 0.01$ ) y grano pizarroso ( $p < 0.01$ ); el defecto grano con insectos presento relaciones significativas con granos enmohecidos, granos pizarrosos y granos violáceos. Estos pares de impresiones por tipo de defecto/prueba de corte, tienden a incrementarse en la medida en que una de ellas aumenta. En términos de la caracterización de las relaciones por defecto del grano de cacao podría decirse que el defecto grano pizarroso se presenta en conjunto con el defecto grano enmohecido; así mismo, el defecto grano violáceo está relacionado con los defectos grano enmohecido y grano pizarroso.

**TABLA 9A:** *Distribución de resultados en porcentaje de la prueba de corte, teniendo en cuenta la clasificación de los granos de cacao fermentados para la producción interna del país, según NTP ISO 2451:2016 la, en granos de Theobroma cacao, según almacén de procedencia. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018.*

GRADO	ALMACEN DE PROCEDENCIA							
	Almacen N° 1		Almacen N° 2		Almacen N° 3		TOTAL	
	N	%	N	%	N	%	N	%
<b>1</b>	23	79.31%	29	100.00%	29	100.00%	81	93.10%
<b>2</b>	6	20.69%	0	0.00%	0	0.00%	6	6.90%
<b>TOTAL</b>	29	100.00%	29	100.00%	29	100.00%	87	100.00%

**Evaluado según NTP – ISO. 2451 – 2016**

La tabla 9A, contiene la distribución de resultados en porcentaje sobre la prueba de corte de las 87 muestras de cacao procedentes de Nueva Cajamarca.

Teniendo en cuenta los parámetros establecidos para la clasificación de los granos de cacao fermentados para la producción interna del país según NTP ISO 2451:16, donde indicó para un grano de calidad de grado tipo 1, que el porcentaje máximo permitido en granos mohosos es de 3%, granos pizarrosos 3% y granos dañados por insectos, germinados o planos es de 3%. Por otro lado, para un grano de calidad de grado tipo 2, el porcentaje máximo permitido en granos mohosos es de 4%, granos pizarrosos 8% y granos dañados por insectos, germinados o planos es de 6%.

Según lo anterior mencionado, los resultados obtenidos de las 87 muestras de granos de cacao analizadas, el 93.10% se encuentran dentro del grado de calidad tipo 1, y el 6.90% se encuentran dentro del grado de calidad de tipo 2. Teniendo en cuenta, de las 29 muestras analizadas por almacén de procedencia, se encontró en el Almacén N°1 que el 79.31% se encuentran dentro del grado de calidad tipo 1, y el 20.69% se encuentran dentro del grado de calidad de tipo 2; en el Almacén N°2, el 100.00% se encuentran dentro del grado de calidad tipo 1; y en el Almacén N°3, el 100.00% se encuentran dentro del grado de calidad tipo 1. Encontrándose estos dentro de los rangos establecidos por la NTP ISO 2451:2016.

**TABLA 9B:** Distribución de resultados en porcentaje de la *prueba de corte*, teniendo en cuenta la clasificación de los granos de cacao fermentados para el comercio internacional, según NTP ISO 2451:2016 la, en granos de *Theobroma cacao*, según almacén de procedencia. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018.

GRADO	ALMACEN DE PROCEDENCIA							
	Almacén N° 1		Almacén N° 2		Almacén N° 3		TOTAL	
	N	%	N	%	N	%	N	%
<i>Bien Fermentado</i>	27	93.10%	29	100.00%	29	100.00%	85	97.70%
<i>Medianamente Fermentado</i>	2	6.90%	0	0.00%	0	0.00%	2	2.30%
<b>TOTAL</b>	29	100.00%	29	100.00%	29	100.00%	87	100.00%

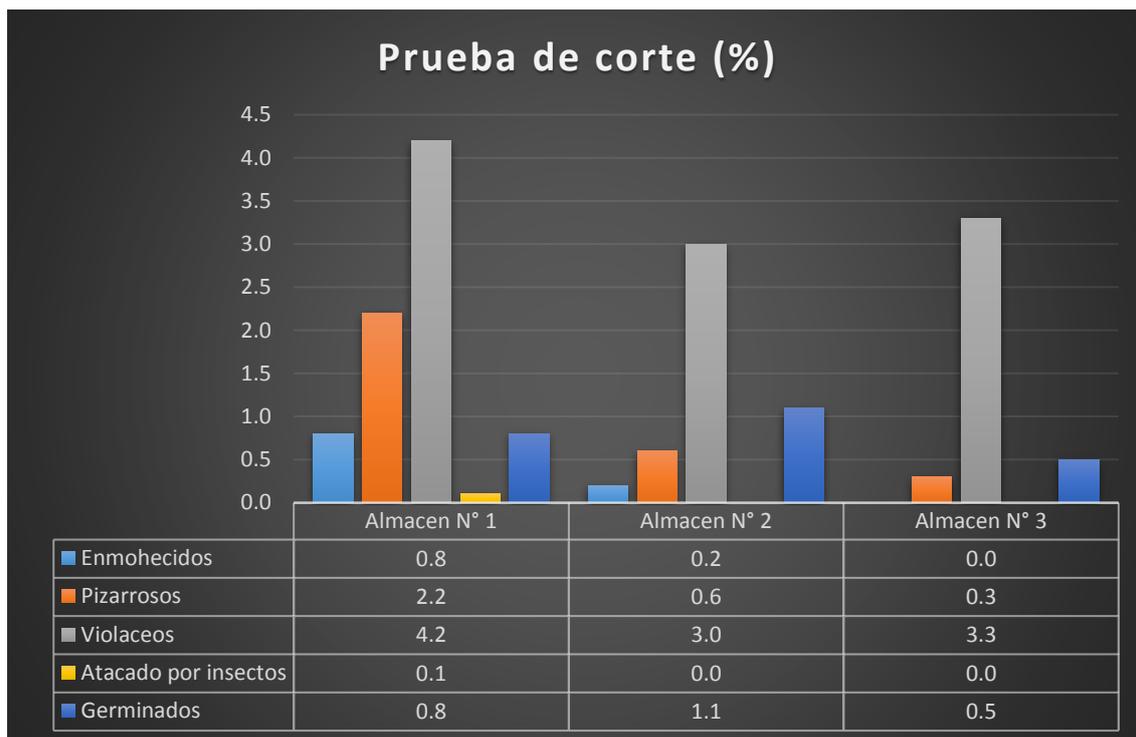
Evaluado según NTP – ISO. 2451 – 2016

La tabla N°09 - B, contiene la distribución de resultados en porcentaje sobre la prueba de corte de las 87 muestras de cacao procedentes de Nueva Cajamarca.

Teniendo en cuenta los parámetros establecidos para la clasificación de los granos de cacao fermentados para el comercio internacional según NTP ISO 2451:16, donde indicó para un grano de calidad de grado tipo **bien fermentado**, el porcentaje máximo permitido en granos pizarrosos es de 5% y granos mohosos y/o dañados por insectos, germinados de 5%. Por otro lado, para un grano de calidad de grado tipo **medianamente fermentado** el porcentaje máximo permitido en granos pizarrosos es de 10% y granos mohosos y/o dañados por insectos, germinados es de 10%. Esta clasificación la reconoce la FCC (Federación de Comercio de Cacao)

Por otro lado, la CMA (Chocolate Manufacturers Association/ Asociación de Fabricantes de Chocolate de los Estados Unidos) exige que los granos de cacao cumplan con la Norma de la Agencia de Alimentos y Medicamentos de Estados Unidos (FDA), que estipula un máximo de granos mohosos del 4% y un máximo de granos infestados o dañados del 4%, siempre que el total de los dos no supere el 6%.

A lo anterior mencionado, los resultados obtenidos de las 87 muestras de granos de cacao analizadas, el 97.70% se encuentran dentro del grado de calidad tipo **Bien fermentado**, y el 2.30% se encuentran dentro del grado de calidad de tipo **medianamente fermentado**. Teniendo en cuenta las 29 muestras analizadas según el almacén de procedencia, se encontró en el Almacén N°1, el 93.10% se encuentran dentro del grado de calidad tipo **bien fermentado**, y el 6.90% se encuentran dentro del grado de calidad de tipo **medianamente fermentado**; en el Almacén N°2, el 100.00% se encuentran dentro del grado de calidad tipo **bien fermentado**; y en el Almacén N°3, el 100.00% se encuentran dentro del grado de calidad tipo **bien fermentado**. Encontrándose estos dentro de los rangos establecidos por la NTP ISO 2451:2016.



**FIGURA 28:** Porcentajes promedios de la prueba de corte, en granos de *Theobroma cacao* según el almacén de procedencia. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018

**TABLA 10:** Distribución de resultados en porcentaje según intensidad de variables organolépticas, en granos de *Theobroma cacao*, procedentes de Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018

INTENSIDAD/SABOR		Sabores básicos				Sabores específicos			Sabores adquiridos		
		Amargor	Astringencia	Acidez	Dulce	Cacao	Floral	Frutal	Nuez	Crudo/verde	Moho
ausencia	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1.1%	0.0%	2.3%	94.3%	93.1%
baja	1-2	10.3%	6.9%	20.7%	73.6%	6.9%	19.5%	82.8%	73.6%	5.7%	4.6%
media	3-5	87.4%	90.8%	72.4%	25.3%	93.1%	64.4%	17.2%	24.1%	0.0%	2.3%
alta	6-8	2.3%	2.3%	4.6%	1.1%	0.0%	14.9%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
muy alta o fuerte	9-10	0.0%	0.0%	2.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Total		100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

La tabla 10, contiene la distribución de resultados en porcentaje sobre la prueba de catación (Análisis sensorial) de las 87 muestras de cacao procedentes de Nueva Cajamarca. Obteniéndose en los **sabores básicos: amargor**, valores porcentuales de 87.4% intensidad media, 10.3% intensidad baja, y 2.3% intensidad alta. **Astringencia** los valores se distribuyen en 90.8% intensidad media. 6.9% intensidad media y 2.3% intensidad alta. **Acidez** presentó valores porcentuales de 72.4% intensidad media, 20.7% intensidad baja, y 4.6% intensidad alta.

**Dulce** los porcentajes se distribuyeron en 73.6% intensidad baja, 25.3% intensidad media, y 1.1% intensidad alta. Es los **sabores específicos: Cacao**, presentó valores de 93.1% intensidad media, y 6.9% intensidad baja. **Floral**, los valores se distribuyeron en 64,4% con intensidad media, el 19.5% con intensidad baja, 11 14.9% con intensidad alta y el 1,1% con ausencia en intensidad de sabor. **Frutal**, con porcentajes de 82.8% intensidad baja y 17.2% intensidad media. **Nuez**, presentó distribución de 73.6% con intensidad baja, el 24.1% con intensidad media, 2.3% con ausencia en intensidad de sabor. En los **sabores adquiridos: Crudo/Verde** se obtuvo valores de 5.7% con intensidad baja, 94.3% con ausencia en intensidad de sabor. **Moho**, los valores fueron de 4.6% con intensidad baja, 2.3% con intensidad media y el 93.1% presentó ausencia en intensidad de sabor.

Estos valores son similares a los descritos por la COOPERATIVA CENTRAL DE PRODUCTORES AGRARIOS DE AMAZONAS (2016) indicando en su expediente para la denominación de origen del CACAO AMAZONAS PERU, que el sabor amargo de los granos de Cacao Amazonas Perú presenta una distribución de 6.41% en la categoría baja, 84.62% en la media y 8.97% en la categoría alta. El porcentaje de astringencia de la pulpa del fruto resulta en un 98.72% de grado medio y en 1.28% en grado bajo. El Cacao Amazonas Perú presenta una acidez media predominante, con un porcentaje de 52.56%, seguido del valor bajo en un 30.77% y 15.38% en la categoría alta y 1.28% en el tipo muy alto. El carácter Dulzor se presenta en termino bajo en un 79.49%, medio en un 19.23% y alto en 1.28%. El sabor Floral, 21.79% baja, 61.54% media y 16.67% alta, estos valores demuestran que estos cacaos tienen un buen equilibrio de sabor floral. El sabor Frutado se presentó en un 70.51% baja y un 29.49% media, lo que hace que sean considerados de sabor agradable.

El análisis de varianza para los atributos sensoriales promedio en granos de cacao reveló que existe diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ) para sabor amargor  $F(2,86) = 3.839$ , sabor en acidez  $F(2,86) = 8.677$ , sabor crudo/verde  $F(2,86) = 9.411$ , sabor a moho  $F(2,86) = 8.919$  y los almacenes de procedencia. En las comparaciones múltiples se indican que existen diferencias estadísticamente significativas para el atributo amargor: entre el almacén N°1 y almacén N°3  $t(86) = 2.72$ ,  $p < 0.05$  y no existiendo diferencias en dicha variable entre el almacén N°1 y N°2  $t(86) = 0.90$ ,  $p > 0.05$  y entre el almacén N°2 y N°3  $t(86) = 1.82$ ,  $p > 0.05$ ; para atributo acidez: entre el almacén N°1 y almacén N°2  $t(86) = 3.51$ ,  $p < 0.05$  y entre el almacén N°1 y N°3  $t(86) = 3.70$ ,  $p < 0.05$ ; y no

existiendo diferencias en dicha variable entre el almacén N°2 y N°3  $t(86)=0.19$ ,  $p>0.05$ ; para el atributo crudo/verde: entre el almacén N°1 y almacén N°2  $t(86)= 3.19$ ,  $p<0.05$  y entre el almacén N°1 y N°3  $t(86)= 3.19$ ,  $p<0.05$ ; y no existiendo diferencias en dicha variable entre el almacén N°2 y N°3  $p>0.05$ ; para el atributo a moho: entre el almacén N°1 y almacén N°2  $t(86)= 2.99$ ,  $p<0.05$  y entre el almacén N°1 y N°3  $t(86)= 2.99$ ,  $p<0.05$ ; y no existiendo diferencias en dicha variable entre el almacén N°2 y N°3  $p>0.05$

La evaluación de la distribución normal, indicaron que las variables se diferencian significativamente ( $p<0.05$ ) a dicha distribución. Por tanto, para evaluar las relaciones entre variables por atributo sensorial en granos de cacao se procedió a realizar la correlación basada en la Thau de Kendall. Donde se observó la relación entre cada pareja de atributos sensoriales evaluados como amargor, astringencia, acidez, dulce, cacao floral, frutal, nuez, verde y moho, se encontraron muy bajas correlaciones positivas entre astringencia y nuez ( $r = 0,179$ ), floral y moho ( $r = 0,181$ ) y correlación baja positiva amargo y moho ( $r = 0.208$ ) a un nivel de significancia de  $p<0.05$ .

Otras correlaciones bajas y positiva a un nivel de significancia de  $p<0.01$  fue la establecida entre el sabor dulce y sabor cacao ( $r =0.286$ ), que son percibidos en cacao fino bien fermentado (Counet et al., 2004), así como la correlación baja y positiva encontrada entre los sabores frutal y nuez ( $r =0.246$ ). Se ha observado que existe correlación positiva entre el nivel de fermentación y la expresión de aromas florales, frutales y dulces (Menezes et al., 2016). Se evidencio correlación baja y positiva entre el sabor acidez y el sabor floral ( $r =0.333$ ), verde ( $r = 0.283$ ), moho ( $r =0.330$ ), asi mismo en sabor floral y verde ( $r = 0.344$ ).

Por otro lado, se mostró correlación alta y positiva a un nivel de significancia de  $p<0.01$ , entre los sabores adquiridos verde y moho ( $r= 0.743$ ). Estos pares de impresiones sensoriales tienden a incrementarse en la medida en que una de ellas aumenta. En términos de la caracterización de las relaciones sensoriales podría decirse que el atributo crudo/verde se presenta en conjunto con el atributo moho. En relación a los resultados de este estudio, Jiménez et al. (2011) han reportado que dificultades en la fermentación conduce a una baja en la calidad sensorial de los granos.

Las correlaciones bajas y negativas ( $p < 0.05$ ) se presentaron entre el sabor dulce y sabor crudo/verde, entre frutal y verde, así también a  $p < 0.01$ , se presentaron entre el sabor astringencia y verde, entre nuez y verde, entre nuez y moho; lo que demuestra que existe una relación inversa entre estos atributos. Estas relaciones inversas han sido descritas anteriormente, indicando que cuando la fermentación es adecuada, los aromas como nuez, frutal y floral se pueden expresar y no son enmascarados por los atributos relacionados con baja fermentación (Ramos et al., 2013, Rodríguez et al., 2012) permitiendo que el chocolate pueda desarrollar todos sus aromas característicos.

**TABLA 10A:** Promedios de las variables organolépticas, en granos de *Theobroma cacao*, procedente del almacén N°1. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018

	Sabores básicos				Sabores específicos			Sabores adquiridos		
	Amargor	Astringencia	Acidez	Dulce	Cacao	Floral	Frutal	Nuez	Crudo/verde	Moho
M1	3.0	3.0	5.3	1.7	3.7	3.7	2.0	1.3	0.3	0.3
M2	3.7	3.7	3.0	1.7	3.7	3.7	2.0	1.7	0.3	0.3
M3	2.3	4.0	4.0	1.7	3.0	3.7	1.3	1.3	0.0	0.0
M4	5.7	6.3	8.7	1.0	2.0	5.7	1.0	0.3	1.0	2.7
M5	2.3	4.0	4.0	2.0	3.7	1.3	2.0	3.0	0.0	0.0
M6	3.7	3.0	4.0	1.7	3.0	3.3	1.7	1.7	0.3	0.3
M7	5.7	6.7	9.0	1.7	3.7	6.0	1.0	0.0	1.0	2.7
M8	4.0	4.0	4.0	2.0	3.7	4.0	2.0	2.7	0.0	0.0
M9	4.0	4.0	3.3	2.0	3.3	3.3	2.0	2.7	0.3	0.3
M10	3.0	3.3	3.0	1.7	3.3	3.7	2.7	3.0	0.0	0.0
M11	3.7	3.3	3.3	1.7	3.3	1.0	1.7	1.3	0.3	0.0
M12	4.0	4.0	4.0	2.0	3.3	1.3	2.7	1.7	0.0	0.0
M13	3.3	3.0	2.7	1.7	3.3	1.7	2.0	1.3	0.7	0.3
M14	4.0	2.3	6.0	2.0	3.0	6.3	1.7	1.3	0.3	2.0
M15	3.7	2.3	6.3	2.0	3.0	6.0	1.7	1.0	0.7	2.3
M16	5.0	3.0	6.3	2.0	3.0	6.3	1.7	1.3	0.7	2.0
M17	4.0	3.3	4.0	1.7	3.0	3.7	2.0	2.0	0.0	0.0
M18	3.7	3.7	4.0	2.3	4.0	3.7	1.0	2.0	0.0	0.0
M19	4.0	3.7	1.7	1.3	3.0	3.3	1.7	2.0	0.0	0.0
M20	4.0	4.0	1.3	1.3	3.3	1.7	2.7	1.3	0.0	0.0
M21	4.0	3.7	3.3	1.0	3.3	1.0	2.7	1.3	0.0	0.0
M22	3.7	3.3	3.0	1.3	3.3	3.0	1.7	1.7	0.0	0.0
M23	4.3	2.7	5.7	6.0	3.3	6.0	2.0	2.0	0.3	1.3
M24	4.0	4.0	4.0	2.0	3.7	4.0	1.3	3.0	0.0	0.0
M25	3.3	3.0	3.7	2.3	3.3	6.3	2.0	1.0	0.3	0.0
M26	3.0	3.3	3.7	2.7	3.7	3.7	1.7	2.0	0.0	0.0
M27	3.7	3.0	4.0	3.0	4.0	4.0	1.7	2.3	0.0	0.0
M28	3.7	3.3	4.0	3.0	4.0	4.7	2.0	2.3	0.0	0.0
M29	3.7	3.0	3.0	2.0	3.7	4.0	2.7	2.0	0.0	0.0
V.Mínimo	2.3	2.3	1.3	1.0	2.0	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0
V.Máximo	5.7	6.7	9.0	6.0	4.0	6.3	2.7	3.0	1.0	2.7
Promedio	3.8	3.6	4.2	2.0	3.4	3.8	1.9	1.7	0.2	0.5
Error estándar	0.14	0.18	0.32	0.17	0.08	0.31	0.09	0.14	0.06	0.17
Desviación estándar	0.75	0.95	1.74	0.91	0.41	1.65	0.48	0.73	0.31	0.90
Límite inferior 0.05	3.51	3.22	3.56	1.67	3.21	3.17	1.69	1.46	0.11	0.16
Límite superior 0.05	4.09	3.94	4.88	2.36	3.53	4.42	2.06	2.02	0.34	0.84

La tabla 10A, contiene la distribución de resultados promedios para la prueba de catación (Análisis sensorial) de 29 muestras de cacao del Almacén N°01 procedentes de Nueva Cajamarca. Para el sabor amargo presentó un promedio de intensidad medio con valor de 3.8, además las muestras M4 (5.7) y M7 (5.7) presentaron una alta intensidad (6 - 8 alto). Mientras las muestras M3 (2.3) y M5 (2.3) expresaron una baja intensidad para el sabor amargo. Para la Astringencia presentó un valor promedio de intensidad media de 3.6, siendo las muestras M4 (6.3) y M7 (6.7) con presencia de una alta intensidad (6 - 8 alto). En tanto las muestras M14 (2.3) y M15 (2.3) obtuvieron intensidad baja. A lo mencionado, Cedeño (2010) concluye que, al aumentar la cantidad de amargor en la muestra, aumenta la cantidad de astringencia, por lo que se deduce que una efectiva fermentación es el punto clave para la formación de sabores específicos y reducción de sabores básicos.

En tanto, el sabor acidez presentó un promedio de intensidad medio con valor de 4.2, además las muestras M19 (1.7) y M20 (1.3) presentaron una baja intensidad (1 - 2 bajo); las muestras M14 (6.0), M14 (6.3), M16 (6.3) y M23 (5.7) presentaron una alta intensidad. Por otro lado, las muestras M4 (8.7) y M7 (9.0) expresaron una intensidad muy alta para acidez. Debiéndose esto a malas prácticas pos-cosecha, en tanto, el estar presente el sabor ácido tiene relación al componente secado (métodos artificiales) cerrándose las paredes de la testa e interrumpiéndose las transformaciones bioquímicas y enzimáticas al interior de la almendra, así la pasta tendría sabor ácido o amargo (Armijos, 2002; Biehl, 1982; Fowler, 1999; Lemus et al., 2002; Cedeño, 2010).

El sabor dulce obtuvo un promedio de intensidad baja con valor de 2.0, en tanto las muestras M26 (2.7), M27 (3.0) y M28 (3.0) presentaron una media intensidad (3 - 5 medio). Por otro lado, la muestra M23 expresó una intensidad alta para dulzor, con valor de 6.0.

Para el sabor específico cacao presentó un promedio de intensidad media con valor 3.4, posteriormente la muestra M4 presentó una baja intensidad con puntuación de 2.0. Además, el sabor cacao para las 26 muestras restantes presentan valores de intensidad media (3 - 5 medio).

El sabor floral alcanzo un promedio de intensidad media con valor de 3.8, luego las muestras M4 (5.7), M7 (6.0), M14 (6.3), M15 (6.0), M16 (6.3), M23 (6.0) y M25 (6.3) obtuvieron una alta intensidad; por otro lado, las muestras M5 (1.3), M11 (1.0), M12 (1.3), M13 (1.7), M20 (1.7) y M21 (1.0) presentaron una intensidad baja.

Para el sabor frutal, se obtuvo un promedio de intensidad baja (1 – 2 bajo) con valor de 1.9; posteriormente las muestras M10 (2.7), M12 (2.7), M20 (2.7), M21 (2.7) y M29 (2.7) alcanzaron una intensidad media. Luego el sabor específico nuez presentó un promedio de intensidad bajo con valor de 1.7; en tanto las muestras M4 (0.3) y M7 (0.0) presentaron ausencia de intensidad; por otro lado, las muestras M5 (3.0) y M10 (3.0) obtuvieron intensidad media.

Para el sabor adquirido crudo/verde obtuvo un promedio de ausencia de intensidad con valor de 0.2. En tanto, las muestras M4 (1.0), M7 (1.0), M15 (0.7) y M16 (0.7) expresaron baja intensidad. Este sabor es considerado un defecto iniciándose en la cosecha específicamente cuando el fruto no tiene la madurez fisiológica adecuada y limita la cantidad de azúcares para la actividad microbiana sin tener ninguna respuesta a la expresión genética entre muestras. (Ramos, 2004).

Mientras tanto el sabor adquirido a moho lo presentan las muestras M14 (2.0), M15 (2.3), M16 (2.0) y M23 (1.3) en baja intensidad; además las muestras M4 y M7 obtuvieron valores de 2.7 y 2.7 atribuyéndole una intensidad media de sabor a moho. Según CAOBISCO/ECA/FCC (2015), menciono que el evitarse el secado prolongado como la rehumidificación, ya que un contenido de humedad > 8% puede originar al desarrollo de mohos, y por consiguiente a sabores indeseados a moho/rancio, así también a la posibilidad de la formación de OTA y otras micotoxinas dentro de los granos durante su almacenamiento y transporte posterior.

También indico CAOBISCO/ECA/FCC (2015), que los granos de cacao secos pueden absorber la humedad ambiental. durante el almacenamiento en condiciones de humedad elevada. Con contenido de humedad del 8%, los granos de cacao se encuentran en equilibrio con la humedad relativa ambiental (alrededor del 70%) y con las temperaturas habituales de las zonas tropicales. Si la humedad relativa supera este nivel durante un período prolongado, existe un riesgo de desarrollo de mohos internamente.

**TABLA 10B:** Promedios de las variables organolépticas, en granos de *Theobroma cacao*, de la procedencia del almacén N°2. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018

	Sabores básicos				Sabores específicos				Sabores adquiridos	
	Amargor	Astringencia	Acidez	Dulce	Cacao	Floral	Frutal	Nuez	Crudo/verde	Moho
M30	4.0	3.0	3.0	2.3	3.7	3.0	1.7	1.7	0.0	0.0
M31	3.0	3.0	3.3	2.0	3.3	4.0	2.7	1.3	0.0	0.0
M32	4.0	4.0	2.0	2.0	3.7	3.3	2.0	2.3	0.0	0.0
M33	4.0	3.0	1.3	2.3	4.0	4.0	2.0	1.3	0.0	0.0
M34	3.3	4.0	3.0	2.0	3.3	4.0	2.7	1.7	0.0	0.0
M35	3.7	3.7	4.0	2.3	4.0	5.0	2.0	3.0	0.0	0.0
M36	3.7	3.0	3.0	3.0	4.3	3.7	1.7	1.3	0.0	0.0
M37	4.0	3.7	3.3	2.0	3.3	4.0	2.3	2.7	0.0	0.0
M38	3.0	3.0	4.3	2.0	3.3	6.0	1.7	1.3	0.3	0.0
M39	3.3	3.0	3.7	3.0	4.0	4.3	2.0	3.0	0.0	0.0
M40	3.3	3.7	1.3	2.7	3.7	3.3	2.0	1.0	0.0	0.0
M41	3.0	4.0	3.0	1.7	3.0	4.0	2.7	2.3	0.0	0.0
M42	4.0	3.3	4.0	1.7	3.0	1.0	2.0	2.0	0.0	0.0
M43	4.0	2.0	1.3	1.7	3.0	1.0	1.7	1.7	0.0	0.0
M44	3.0	4.0	1.3	1.7	2.7	0.7	1.7	1.3	0.0	0.0
M45	4.3	4.0	2.0	2.0	3.0	1.3	2.0	1.3	0.0	0.0
M46	4.0	3.7	1.7	2.3	3.0	1.3	2.0	1.3	0.0	0.0
M47	3.0	3.0	3.0	2.0	3.0	6.3	1.7	0.7	0.3	0.0
M48	3.3	3.0	3.7	2.0	2.7	6.0	1.7	1.0	0.3	0.0
M49	4.0	4.0	3.7	2.7	2.7	4.0	1.7	1.7	0.0	0.0
M50	4.0	3.0	4.0	3.0	4.0	4.0	2.0	2.3	0.0	0.0
M51	4.0	4.0	3.7	2.0	3.0	4.0	3.0	3.0	0.0	0.0
M52	3.7	3.7	4.0	2.3	3.7	4.7	1.7	2.7	0.0	0.0
M53	3.0	4.0	3.7	2.0	3.3	3.7	1.7	2.0	0.0	0.0
M54	3.3	3.3	3.3	2.0	3.0	3.7	1.3	1.7	0.0	0.0
M55	3.7	4.0	3.7	2.7	1.0	4.0	1.7	3.0	0.0	0.0
M56	4.0	3.0	3.3	3.0	4.0	0.3	2.7	3.0	0.0	0.0
M57	4.0	4.0	3.0	3.0	4.0	4.3	1.7	2.3	0.0	0.0
M58	4.0	4.0	3.7	2.0	3.0	3.7	2.0	2.3	0.0	0.0
V.Mínimo	3.0	2.0	1.3	1.7	1.0	0.3	1.3	0.7	0.0	0.0
V.Máximo	4.3	4.0	4.3	3.0	4.3	6.3	3.0	3.0	0.3	0.0
Promedio	3.6	3.5	3.0	2.3	3.3	3.5	2.0	1.9	0.0	0.0
Error Estándar	0.08	0.10	0.17	0.08	0.12	0.29	0.08	0.13	0.02	0.00
Desviación estándar	0.43	0.52	0.93	0.44	0.65	1.56	0.41	0.70	0.10	0.00
Límite inferior 0.05	3.48	3.29	2.69	2.09	3.05	2.94	1.84	1.67	-0.004	0.00
Límite superior 0.05	3.80	3.69	3.40	2.42	3.55	4.13	2.15	2.21	0.066	0.00

La tabla 10B, contiene la distribución de resultados promedios para la prueba de catación (Análisis sensorial) de 29 muestras de cacao del Almacén N°02 procedentes de Nueva Cajamarca. Para el sabor amargo presentó un promedio de intensidad medio con valor de 3.6, además sus valores fluctuaron entre 3.0 y 4.3 respectivamente. Los valores de astringencia oscilaron entre 2.0 y 4.0, con promedio de intensidad media de 3,6; siendo además el valor mas bajo (baja intensidad) para la muestra M46 (2.0).

En tanto, el sabor acidez presentó un promedio de intensidad medio con valor de 3.0, además las muestras M32 (2.0), M33 (1.3), M40 (1.3), M43 (1.3), M44 (1.3), M45 (2.0) y M46 (1.7) obtuvieron baja intensidad.

Por otro lado, el sabor dulce obtuvo un promedio de intensidad baja con valor de 2.3; sin embargo, las muestras M36 (3.0), M39 (3.0), M40 (2.7), M49 (2.7), M50 (3.0), M55 (2.7), M56 (3.0) y M57 (3.0) presentaron intensidad media (3 - 5 medio).

Para el sabor específico cacao el valor promedio fue 3.3 (intensidad media) y sus cifras fluctuaron entre 1.0 y 4.3, además la muestra M55 (1.0) presentó una baja intensidad. El sabor floral alcanzó un promedio 3.5 (intensidad media), luego las muestras M42 (1.0), M43 (1.0), M44 (0.7), M45 (1.3), M46 (1.3) y M56 (1.3) obtuvieron una baja intensidad y además las muestras M38 (6.0), M47 (6.3) y M48 (6.0) presentaron alta intensidad. En tanto, el sabor frutal, sus valores oscilaron entre 1.3 y 3.0; además las muestras M31 (2.7), M34 (2.7), M41 (2.7), M51 (3.0) y M56 (2.7) alcanzaron una media intensidad. El sabor específico nuez presentó un promedio de 1.9 (intensidad baja) y sus valores fluctuaron entre 0.7 y 3.0, sin embargo las muestras M35 (3.0), M37 (2.7), M39 (3.0), M51 (3.0), M52 (2.7), M55 (3.0) y M56 (3.0) presentaron intensidad media.

Numerosos estudios describieron los compuestos de importancia implicados en la formación del aroma del cacao y, por tanto, la formación de precursores del sabor a chocolate. En este sentido, los componentes volátiles (pirazinas y aldehídos) representan un sabor básico, los ésteres originan un sabor a fruta. De manera similar, el grado de astringencia del chocolate está determinado por los compuestos polifenólicos, y el amargor por las purinas (cafeína y teobromina), el complejo polipéptidos - fenoles y pirazinas, intervienen en el sabor a dulce y nuez (Jeanjean, 1995).

**TABLA 10C:** Promedios de las variables organolépticas, en granos de *Theobroma cacao*, de la procedencia del almacén N°3. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018

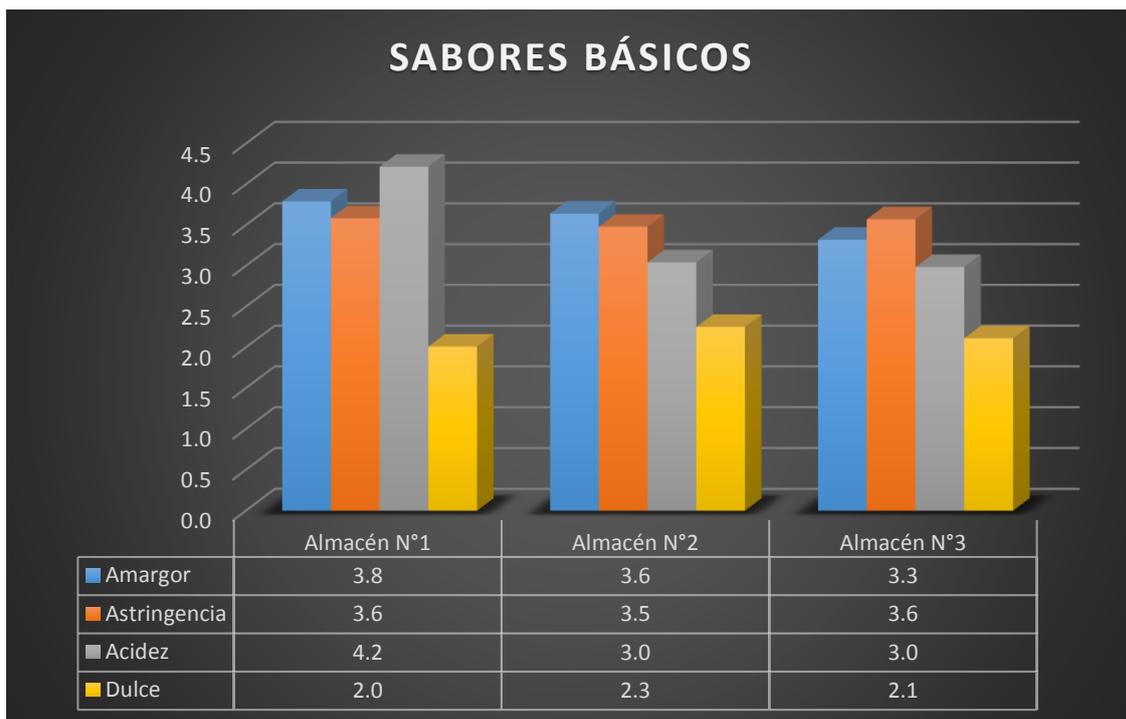
	Sabores básicos			Sabores específicos				Sabores adquiridos		
	Amargor	Astringencia	Acidez	Dulce	Cacao	Floral	Frutal	Nuez	Crudo/verde	Moho
M59	2.0	4.0	3.7	2.0	2.7	3.7	2.7	1.0	0.0	0.0
M60	4.0	4.0	3.3	2.3	3.0	4.3	2.0	3.0	0.0	0.0
M61	4.0	4.0	4.0	3.0	4.0	3.7	2.7	3.0	0.0	0.0
M62	4.0	2.3	3.0	3.0	1.3	4.0	2.0	3.0	0.0	0.0
M63	2.7	4.0	3.3	0.7	3.7	4.7	1.3	2.0	0.0	0.0
M64	4.0	3.7	3.0	2.3	3.0	3.7	2.3	3.0	0.0	0.0
M65	3.7	3.7	3.7	2.7	3.3	4.3	2.0	2.3	0.0	0.0
M66	3.7	3.3	3.0	2.7	3.3	3.7	2.0	3.0	0.0	0.0
M67	3.3	4.0	1.3	3.0	4.0	4.0	2.0	1.7	0.0	0.0
M68	2.3	4.0	3.3	1.7	3.0	1.3	3.0	3.0	0.0	0.0
M69	2.3	4.0	1.3	1.0	2.3	1.0	2.0	2.3	0.0	0.0
M70	2.0	3.7	1.3	3.0	4.0	1.3	1.7	1.7	0.0	0.0
M71	2.3	3.0	1.7	3.0	1.3	1.0	1.3	2.0	0.0	0.0
M72	3.3	4.0	2.3	2.0	2.3	1.0	1.7	2.7	0.0	0.0
M73	3.7	3.7	3.3	3.0	4.0	4.0	1.7	2.3	0.0	0.0
M74	3.7	3.3	3.7	2.0	3.0	6.0	1.3	1.0	0.3	0.0
M75	4.0	4.0	2.0	0.7	3.3	4.0	1.7	2.0	0.0	0.0
M76	4.0	3.7	2.3	0.7	2.7	3.7	1.0	3.0	0.0	0.0
M77	2.0	3.3	1.7	1.0	3.3	3.3	1.0	1.3	0.0	0.0
M78	4.0	2.3	1.3	0.7	3.7	3.7	1.0	2.0	0.0	0.0
M79	3.0	3.0	3.0	2.0	3.3	6.0	1.3	1.3	0.3	0.0
M80	4.0	4.0	3.7	2.3	3.0	1.0	2.0	2.0	0.0	0.0
M81	3.3	3.7	4.0	2.7	3.3	4.0	2.7	2.0	0.0	0.0
M82	2.0	3.3	4.0	2.7	3.3	3.3	2.0	1.0	0.0	0.0
M83	4.0	4.0	4.0	2.3	3.3	4.0	3.0	2.7	0.0	0.0
M84	4.0	4.0	4.0	3.0	3.3	3.7	1.3	1.0	0.0	0.0
M85	4.0	2.0	4.0	2.0	3.3	4.0	1.7	1.0	0.0	0.0
M86	3.3	3.7	3.3	2.0	3.0	6.0	1.3	2.0	0.3	0.0
M87	3.7	4.0	4.0	2.0	3.7	3.3	1.0	1.7	0.0	0.0
V.Mínimo	2.0	2.0	1.3	0.7	1.3	1.0	1.0	1.0	0.0	0.0
V.Máximo	4.0	4.0	4.0	3.0	4.0	6.0	3.0	3.0	0.3	0.0
Promedio	3.3	3.6	3.0	2.1	3.1	3.5	1.8	2.1	0.0	0.0
Error estándar	0.14	0.11	0.18	0.15	0.13	0.27	0.11	0.13	0.02	0.00
Desviación estándar	0.76	0.56	0.96	0.80	0.67	1.44	0.59	0.71	0.10	0.00
Límite inferior 0.05	3.03	3.36	2.61	1.82	2.87	2.96	1.59	1.80	-0.004	0.00
Límite superior 0.05	3.61	3.79	3.35	2.42	3.39	4.06	2.04	2.34	0.066	0.00

La tabla 10C, contiene la distribución de resultados promedios para la prueba de catación (Análisis sensorial) de 29 muestras de cacao del Almacén N°03 procedentes de Nueva Cajamarca. Para el sabor amargo presentó un promedio de 3.3 (intensidad media), además sus valores fluctuaron entre 2.0 y 4.0 respectivamente; las muestras M59 (2.0), M68 (2.3), M69 (2.3), M70 (2.0), M71 (2.3), M77 (2.0) y M82 (2.0) obtuvieron baja intensidad. Los valores de astringencia oscilaron entre 2.0 y 4.0, con promedio de intensidad media de 3,6; siendo además el valor bajo (baja intensidad) para las muestras M62 (2.3), M78 (2.3) y M85 (2.0).

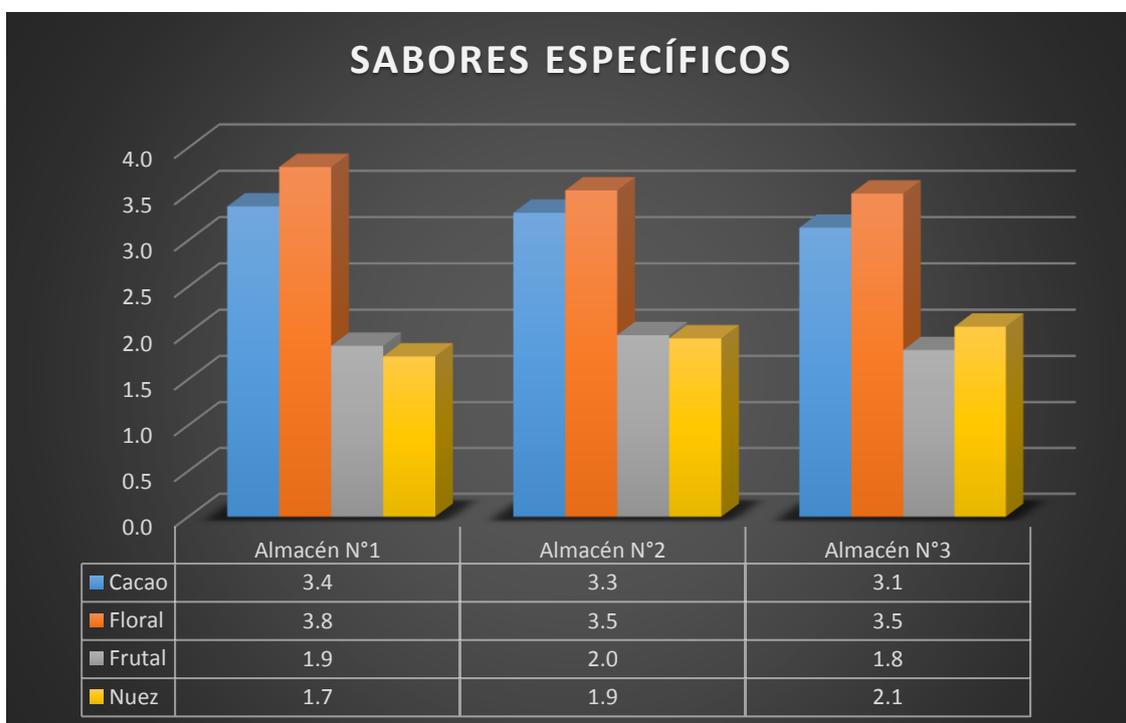
En tanto, el sabor acidez presentó un promedio de 3.0 (intensidad media), además las muestras M67 (1.3), M69 (1.3), M70 (1.3), M71 (1.7), M72 (2.3), M75 (2.0), M76 (2.3), M77 (1.7) y M78 (1.3) obtuvieron baja intensidad. Por otro lado, el sabor dulce obtuvo un promedio de intensidad baja con valor de 2.1; sin embargo las muestras M61 (3.0), M62 (3.0), M65 (2.7), M66 (2.7), M67 (3.0), M70 (3.0), M71 (3.0), M73 (3.0), M81 (2.7), M82 (2.7) y M84 (3.0) presentaron intensidad media (3 - 5 medio).

Para el sabor específico cacao el valor promedio fue 3.1 (intensidad media) y sus cifras fluctuaron entre 1.3 y 4.0, además las muestras M62 (1.3), M69 (2.3), M71 (1.3) y M72 (2.3) presentaron una baja intensidad. El sabor floral alcanzó un promedio 3.5 (intensidad media), luego las muestras M68 (1.3), M69 (1.0), M70 (1.3), M71 (1.0), M72 (1.0) y M80 (1.0) obtuvieron una baja intensidad y además las muestras M74 (6.0), M79 (6.0) y M86 (6.0) presentaron alta intensidad. En tanto, el sabor frutal, sus valores oscilaron entre 1.0 y 3.0; además las muestras M59 (2.7), M61 (2.7), M68 (3.0), M81 (2.7) y M83 (3.0) alcanzaron una media intensidad. El sabor específico nuez presentó un promedio de 2.1 (intensidad baja) y sus valores fluctuaron entre 1.0 y 3.0, sin embargo, las muestras M60 (3.0), M61 (3.0), M62 (3.0), M64 (3.0), M66 (3.0), M68 (3.0), M72 (2.7) y M76 (3.0) presentaron intensidad media.

Según Moreno y Sánchez (1989), mencionaron que, durante el proceso de fermentación, ocurren alteraciones bioquímicas que proporcionan en los granos u almendras el desarrollo de los precursores del sabor y aroma. Generalmente el chocolate preparado de cacao sin fermentar no posee el sabor y aroma del verdadero chocolate, por tanto, los factores de calidad, determinados por la fermentación son los más importantes. Además, el aroma del cacao incluye varias fracciones determinadas en los granos frescos: una fracción constitutiva (presente en la almendra fresca), otra fracción desarrollada durante la fermentación/secado y por último una fracción formada durante el tostado (Cros, 1997).



**FIGURA 29:** Promedios de las variables organolépticas (**Sabores básicos**), en granos de *Theobroma cacao* según el almacén de procedencia. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018



**FIGURA 30:** Promedios de las variables organolépticas (**Sabores específicos**), en granos de *Theobroma cacao* según el almacén de procedencia. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018



**FIGURA 31:** Promedios de las variables organolépticas (**Sabores adquiridos**), en granos de *Theobroma cacao* según el almacén de procedencia. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018

**TABLA 11:** Distribución de resultados del **contenido de humedad**, en granos de *Theobroma cacao*, según el almacén de procedencia. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018.

HUMEDAD (%)	ALMACEN DE PROCEDENCIA			
	Almacén N°1	Almacén N°2	Almacén N°3	TOTAL
N	29	29	29	87
V. mínimo	4.60	5.80	5.90	4.60
V. máximo	7.20	7.10	7.30	7.30
Promedio	6.29	6.33	6.78	6.46
Desviación estándar	0.48	0.38	0.32	0.45
Error estándar	0.09	0.07	0.06	0.05
Límite inferior 0.05	6.10	6.18	6.65	6.37
Limite Superior 0.05	6.47	6.47	6.90	6.56

La tabla 11, contiene la distribución de los resultados del contenido de humedad de las 87 muestras de granos de cacao procedentes de Nueva Cajamarca. Encontrándose que el porcentaje de humedad promedio total es de 6.46%, la mismas que variaron entre 4.6% a 7.3%.

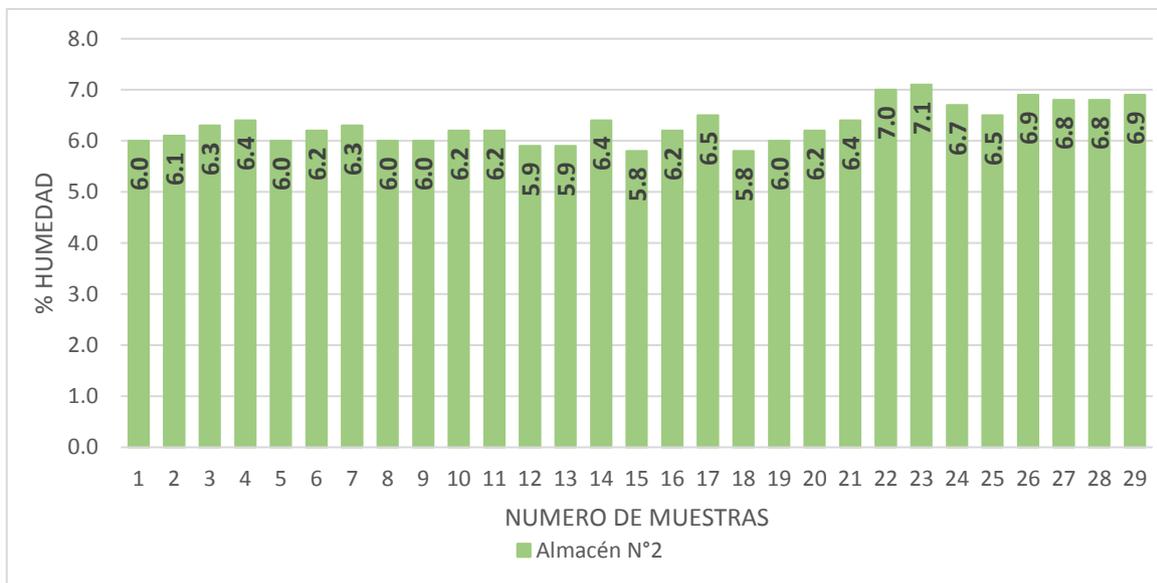
Cumpliendo con lo indicado en la NTP-ISO 2451:2016, donde menciona que el contenido de humedad de los lotes de los granos de cacao dentro y/o fuera del país productor, no debe exceder de 7.5%

Además habiendo realizado la evaluación del contenido de humedad según el almacén de procedencia, observamos que de las 29 muestras del almacén N°1, sus valores oscilaron entre 4.6% a 7.2%, siendo su valor promedio 6.29%; en el almacén N°2, sus valores se encontraron entre 5.8% y 7.1%, teniendo un valor promedio de 6.33%; en el almacén N°3, su valor promedio fue 6.78%, con valores entre 5.9% a 7.3%; estos valores coinciden con los hallados por Panduro (2018), quien reporto valores de 4.87, 4.56, 5.06, 5.02, 4.39, 5.06 en humedad de granos de cacao fermentados secos de dos localidades de Tarapoto – Perú. Además, estos valores se encuentran dentro de los niveles reportados por; Gaitan (2005) y Paredes (2000), mencionando que a 7% la humedad debe reducirse, por su parte Natividad et al., (2007), hacen referencia que los granos con <6% de humedad se vuelven quebradizos, diferenciándose de Palacios (2008), señalando que las almendras de cacao deben tener el 5% de humedad para garantizar su almacenamiento. Bekele y Buttler (2000) describieron que el porcentaje de humedad es un factor clave de calidad para la preservación, empaque, transporte y almacenamiento.

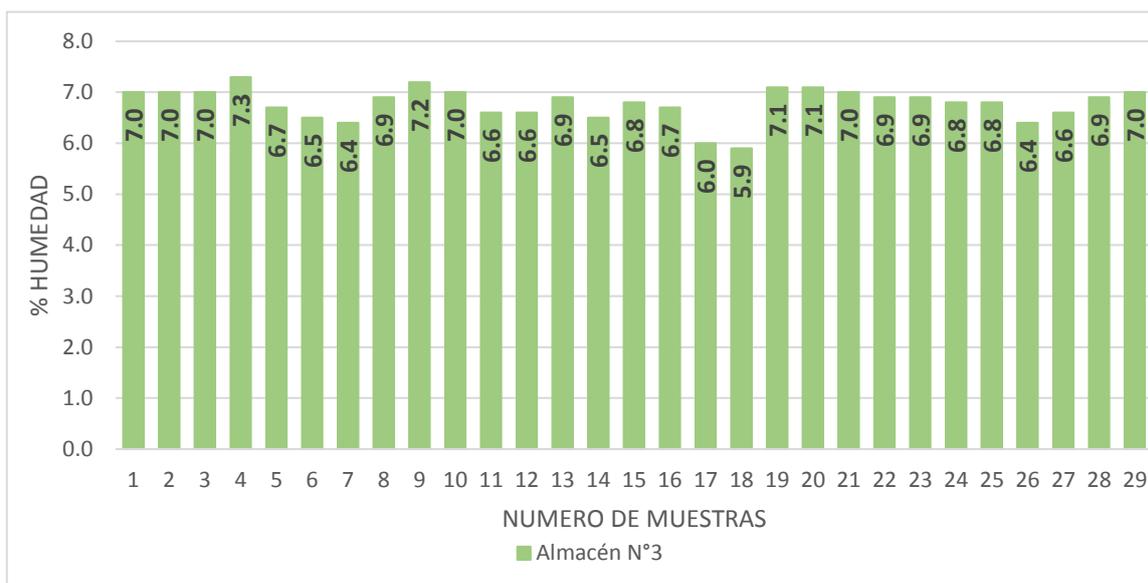
El análisis de varianza para el promedio total del contenido de humedad en los granos de cacao reveló que existe diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ) entre los almacenes de procedencia.  $F(2,86) = 13.480$ . Esto es demostrado en las comparaciones múltiples, donde se indican que existen diferencias estadísticamente significativas entre el almacén N°1 y almacén N°3  $t(86) = 4.68$ ,  $p < 0.05$  y entre el almacén N°2 y N°3  $t(86) = 4.29$ ,  $p < 0.05$ ; y no existiendo diferencias en dicha variable entre el almacén N°1 y N°2  $t(86) = 0.40$ ,  $p > 0.05$ .



**FIGURA 32:** Porcentajes de Humedad, en granos de *Theobroma cacao*, procedentes del Almacén N°1. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018



**FIGURA 33:** Porcentajes de Humedad, en granos de *Theobroma cacao*, procedentes del Almacén N°2. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018



**FIGURA 34:** Porcentajes de Humedad, en granos de *Theobroma cacao*, procedentes del Almacén N°3. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018

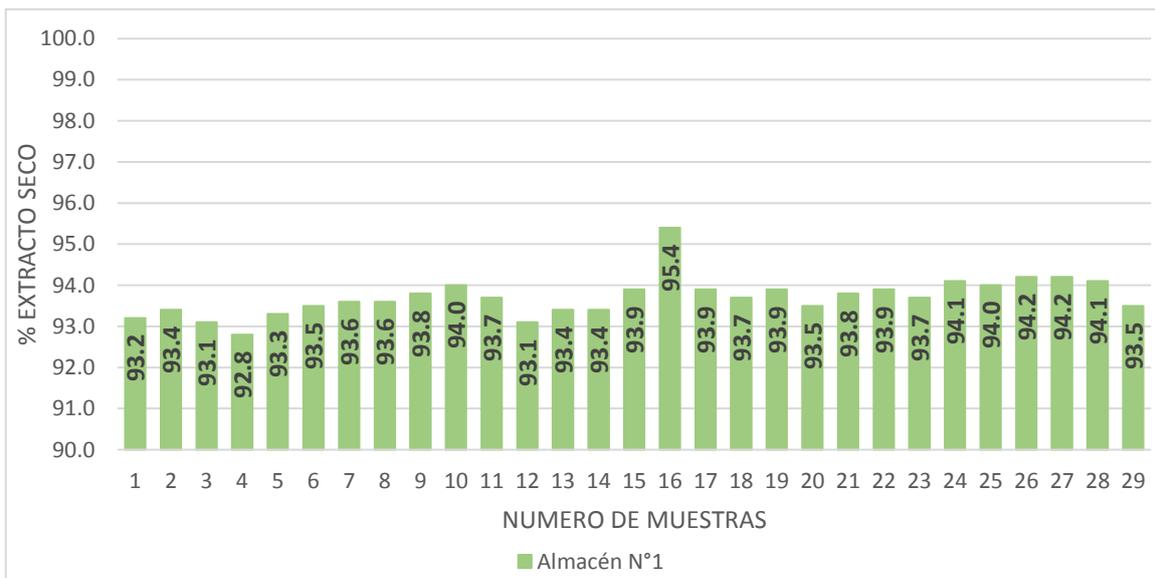
**TABLA 12:** Distribución de resultados del *extracto seco*, en granos de *Theobroma cacao*, según el almacén de procedencia. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018.

EXTRACTO SECO (%)	ALMACEN DE PROCEDENCIA			TOTAL
	Almacén N°1	Almacén N°2	Almacén N°3	
N	29	29	29	87
V. mínimo	92.80	92.90	92.70	92.70
V. máximo	95.40	94.20	94.10	95.40
Promedio	93.71	93.67	93.22	93.54
Desviación estándar	0.48	0.38	0.32	0.45
Error estándar	0.09	0.07	0.06	0.05
Límite inferior 0.05	93.53	93.53	93.10	93.44
Limite Superior 0.05	93.90	93.82	93.35	93.63

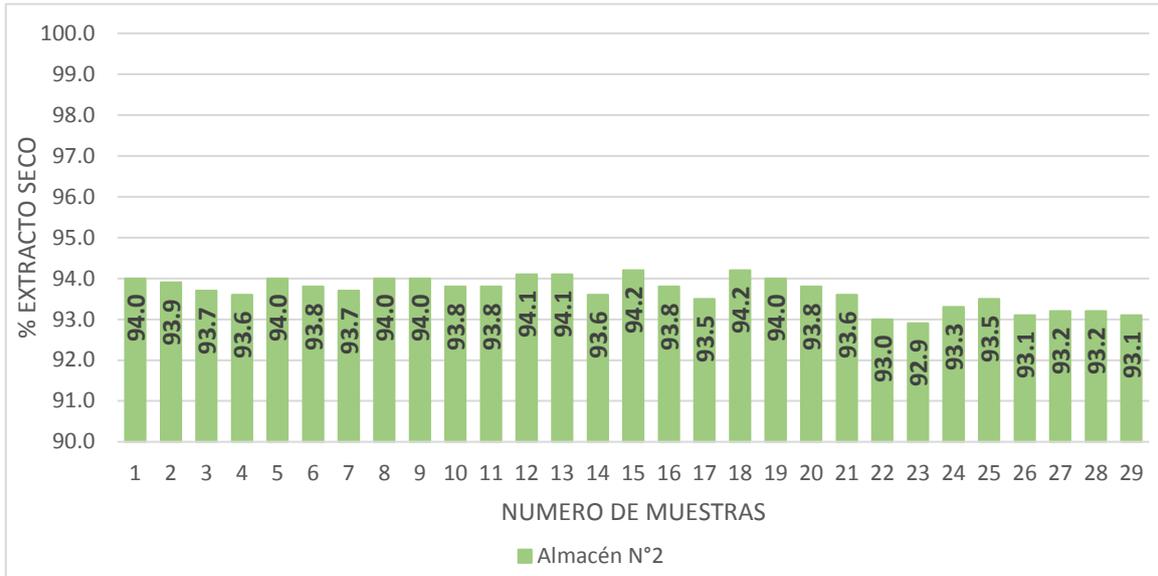
En la tabla 12, se observa los resultados del examen de extracto seco de las 87 muestras de granos de cacao procedentes de Nueva Cajamarca. Encontrándose que el porcentaje promedio total de extracto seco es de 93.54%, el valor mínimo total es de 92.7% y el valor máximo total es de 95.4%.

Al haber realizado el examen de extracto seco según el almacén de procedencia, observamos que de las 29 muestras del almacén N°1, el valor promedio fue 93.71%, oscilando sus valores entre 92.8% a 95.4%; en el almacén N°2, el valor promedio fue 93.67%, además se obtuvo valores entre 92.9% a 94.2% y en el almacén N°3, el valor promedio fue 93.22%, con valor mínimo de 92.7% y valor máximo de 94.1%.

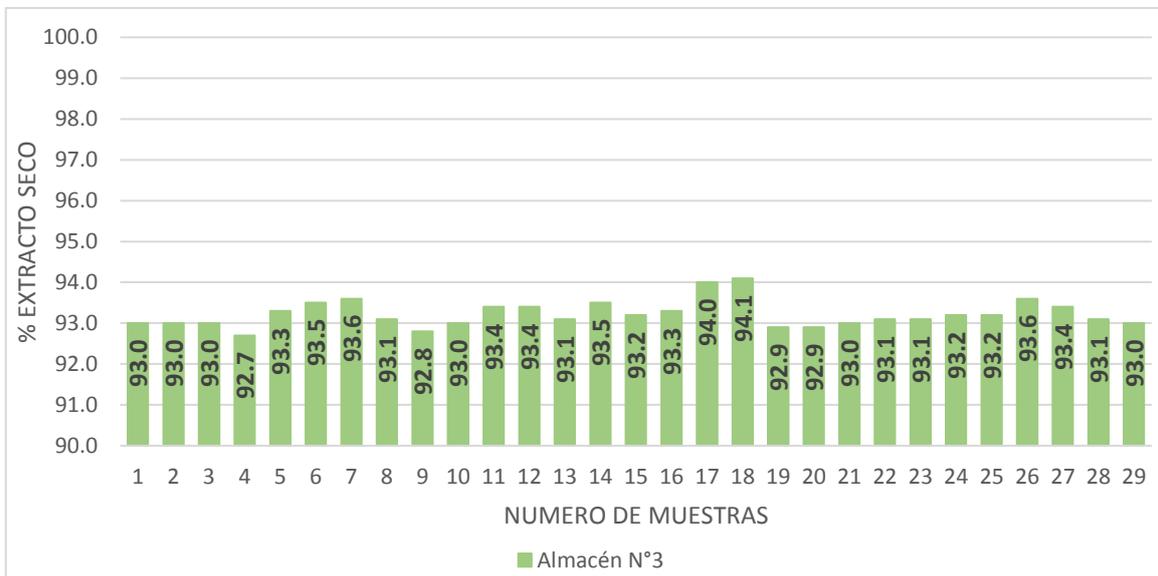
El análisis de varianza para el promedio total del contenido de extracto seco en los granos de cacao reveló que existe diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ) entre los almacenes de procedencia.  $F(2,86) = 13.480$ . Esto es demostrado en las comparaciones múltiples, donde se indican que existen diferencias estadísticamente significativas entre el almacén N°1 y almacén N°3  $t(86) = 4.68$ ,  $p < 0.05$  y entre el almacén N°2 y N°3  $t(86) = 4.29$ ,  $p < 0.05$ ; y no existiendo diferencias en dicha variable entre el almacén N°1 y N°2  $t(86) = 0.40$ ,  $p > 0.05$ .



**FIGURA 35:** Porcentajes de Extracto Seco, en granos de *Theobroma cacao*, procedentes del Almacén N°1. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018



**FIGURA 36:** Porcentajes de Extracto Seco, en granos de *Theobroma cacao*, procedentes del Almacén N°2. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018



**FIGURA 37:** Porcentajes de Extracto Seco, en granos de *Theobroma cacao*, procedentes del Almacén N°3. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018

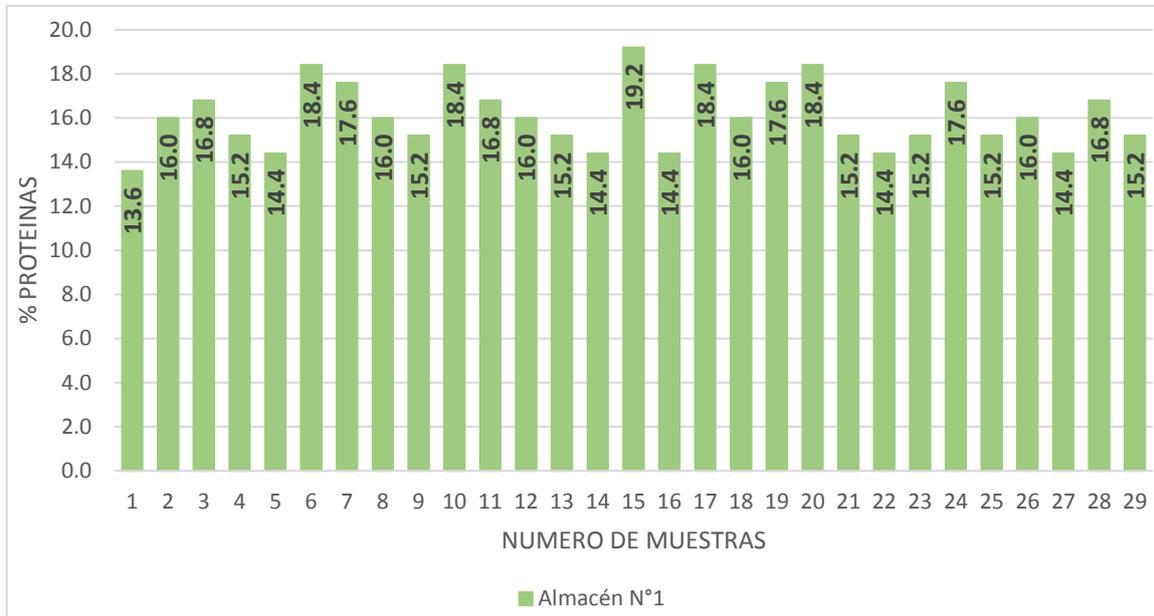
**TABLA 13:** *Distribución de resultados de proteínas, en granos de Theobroma cacao, según el almacén de procedencia. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018.*

PROTEINAS (%)	ALMACEN DE PROCEDENCIA			
	Almacén N°1	Almacén N°2	Almacén N°3	TOTAL
N	29	29	29	87
V. mínimo	13.60	13.60	13.00	13.00
V. máximo	19.20	19.90	19.50	19.90
Promedio	16.14	16.65	16.02	16.27
Desviación estándar	1.53	1.93	1.65	1.71
Error estándar	0.28	0.36	0.31	0.18
Límite inferior 0.05	15.56	15.92	15.40	15.91
Limite Superior 0.05	16.72	17.39	16.65	16.64

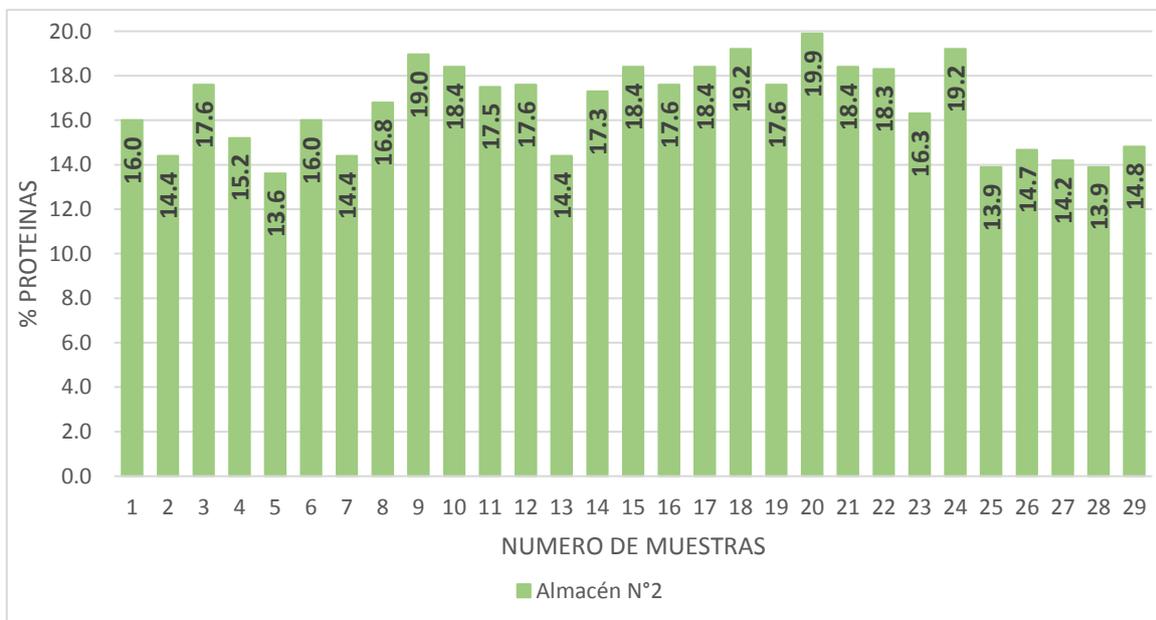
La tabla 13, contiene los resultados del examen de proteínas de las 87 muestras de granos de cacao procedentes de Nueva Cajamarca. Encontrándose que el porcentaje promedio total de proteínas es de 16.27%, con valores que oscilaron entre 13.0% y 19.90%. Siendo estos valores similares a los descritos por la COOPERATIVA CENTRAL DE PRODUCTORES AGRARIOS DE AMAZONAS (2016) indicando en su expediente para la denominación de origen del CACAO AMAZONAS PERU, el contenido de proteínas del grano seco del cacao oscilo entre 13.22% y 14.05%, definiendo además que el contenido de proteínas es un aspecto diferenciador del producto, ya que su aporte resulta de gran valor nutricional, además el nivel de proteínas que posee constituye una fuente de aminoácidos para los productos derivados de los granos secos.

Al haber realizado el examen de proteínas según el almacén de procedencia, observamos que de las 29 muestras del almacén N°1, el valor promedio fue 16.14%, oscilando sus valores entre 13.6% a 19.2%; en el almacén N°2, el valor promedio fue 16.65%, además presento valores entre 13.6% a 19.9% y en el almacén N°3, el valor promedio fue 16.02%, con valor mínimo de 13.0% y valor máximo de 19.5%; estos valores se encuentran dentro de lo que encontró Aldave (2016) indicando el contenido de proteínas fue de 13,61 y 14,16%, en granos de Theobroma cacao procedentes de Uchiza, San Martín Perú. Además, los porcentajes hallados en nuestra investigación, también son cercanos a los conseguidos por Perea et al. (2011), quienes reportan que el contenido de proteína de los granos CCN-51 es de 14,0%. Por otro lado, Lares et al. (2012) con 12,21% para cacao de la región del estado de Miranda, Venezuela.

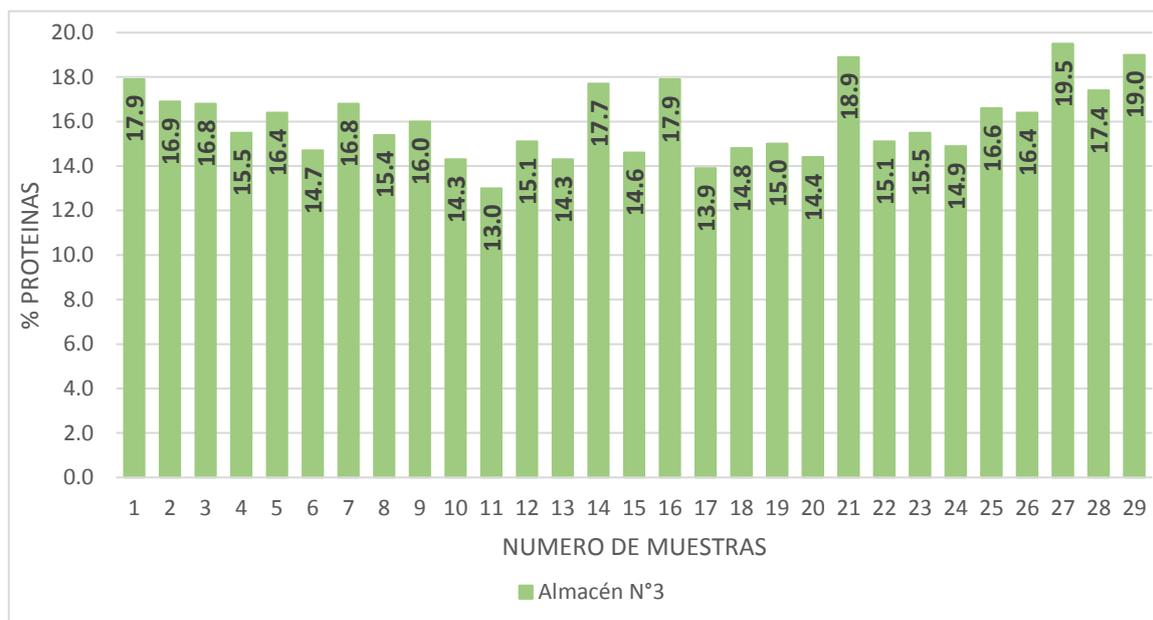
El análisis de varianza para el promedio total del contenido de proteínas en los granos de cacao reveló que no existe diferencias estadísticamente significativas ( $p\ 0.334 > 0.05$ ) entre los almacenes de procedencia.  $F(2,86) = 1.110$ .



**FIGURA 38:** Porcentajes de Proteínas, en granos de *Theobroma cacao*, procedentes del Almacén N°1. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018



**FIGURA 39:** Porcentajes de Proteínas, en granos de *Theobroma cacao*, procedentes del Almacén N°2. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018



**FIGURA 40:** Porcentajes de Proteínas, en granos de *Theobroma cacao*, procedentes del Almacén N°3. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018

**TABLA 14:** Distribución de resultados de **grasas**, en granos de *Theobroma cacao*, según el almacén de procedencia. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018.

GRASAS (%)	ALMACEN DE PROCEDENCIA			
	Almacén N°1	Almacén N°2	Almacén N°3	TOTAL
N	29	29	29	87
V. mínimo	35.70	38.10	39.80	35.70
V. máximo	52.10	48.90	50.10	52.10
Promedio	42.99	43.37	46.36	44.24
Desviación estándar	4.24	3.01	2.82	3.70
Error estándar	0.79	0.56	0.52	0.40
Límite inferior 0.05	41.37	42.22	45.29	43.45
Limite Superior 0.05	44.60	44.52	47.43	45.03

La tabla 21, contiene los resultados del examen de grasas de las 87 muestras de granos de cacao procedentes de Nueva Cajamarca. Encontrándose que el porcentaje de grasas promedio total es de 44.24%, el valor mínimo total es de 35.7% y el valor máximo total es de 52.1%.

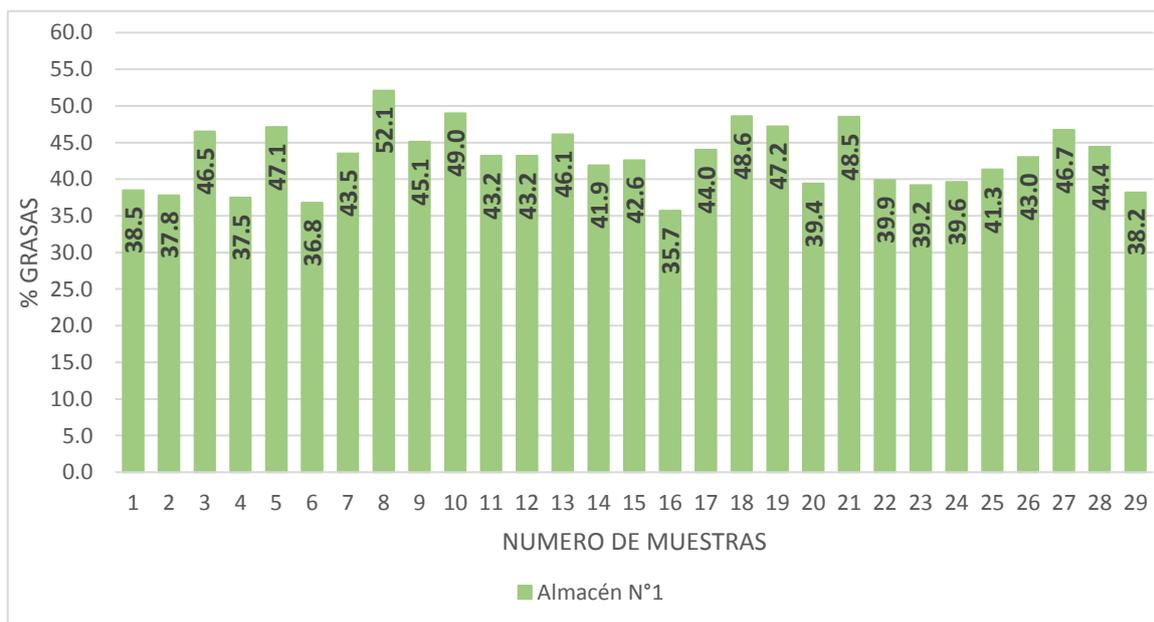
Al haber realizado el examen de grasas según el almacén de procedencia, se observa que las 29 muestras procesadas del almacén N°1, su valor promedio fue 42.99%, con valor mínimo de 35.7% y valor máximo de 52.1%; en el almacén N°2, el valor promedio fue 43.37%, el valor mínimo de 38.1% y el valor máximo de 48.9% y en el almacén N°3, el valor promedio fue 46.36%, el valor mínimo de 39.8% y el valor máximo de 50.1%; estos valores difieren a lo encontrado por el MEF (2007), donde en su proyecto de estudio menciona que los granos de cacao fueron evaluados de forma duplicada en las mismas muestras para su característica química de grasa, dando porcentajes promedios entre 55 - 58 % para una primera evaluación y de 39 - 50% para una segunda evaluación. Indicando que estas diferencias, pueden deberse al método empleado, inhomogeneidad del grano y otros. Mencionando también, que según PRONATEC AG el grano peruano tiene un promedio de 54,8% en grasa. Además, hace referencia que el porcentaje de grasa puede variar entre 48 - 60%, otros pueden ir desde 45 - 58%, lo cual está estrechamente relacionado con el material genético en cada zona. También, el nivel de precipitaciones recibidas por la planta puede influir en el contenido de grasa, pudiendo incluso variar de una cosecha a otra.

Por otro lado, Álvarez et al. (2007) señalo un promedio de grasa cruda de 56.0 %, Perea et al. (2011) indico promedios de grasa cruda de dos variedades de cacao: Var.CCN-51 53.9% y Var.ICS-95 53.7%. Además, Lares et al. (2007), mostro un promedio de 46.3% grasa cruda y Collazos et al. (1996) 46.3% de grasa en granos de cacao seco fermentado, estos valores son similares a los encontrados en nuestra investigación. Así mismo, en su estudio Rivera (2006) señalo valores promedio de grasa cruda de dos variedades de grano de cacao, con  $47.28 \pm 0.22$  para la variedad CCN-51 y  $45.28 \pm 0.45$  para la Variedad ICS-6 provenientes del distrito de Uchiza, provincia de Tocache, región San Martín.

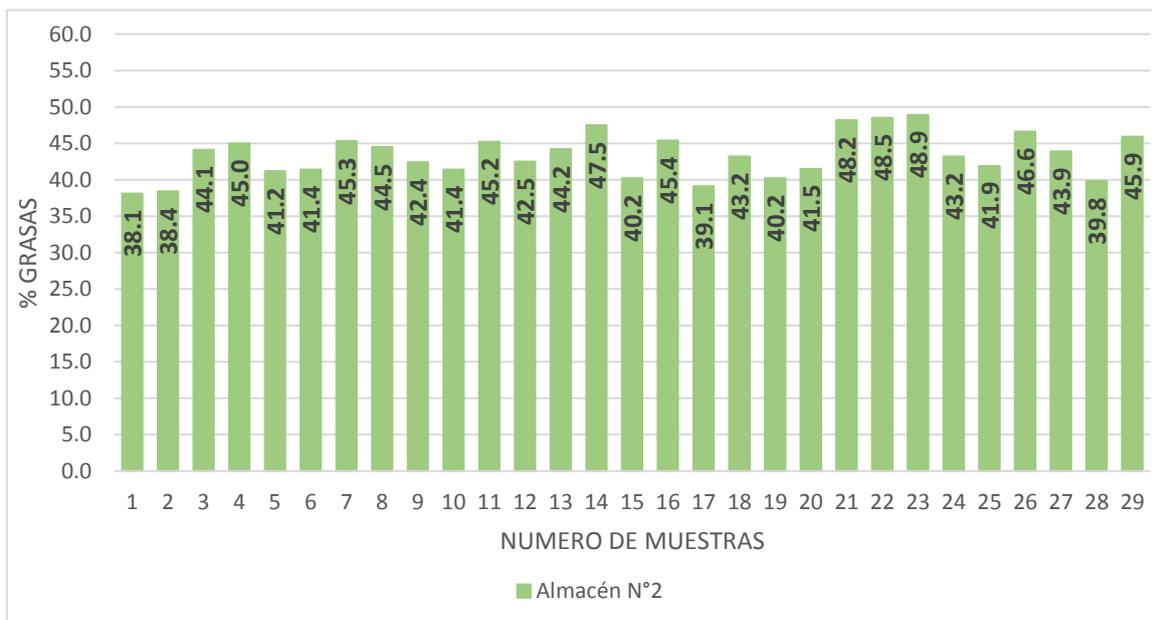
En tanto, la FEDECACAO (2004) determino que un grano de cacao con contenido bajo en grasa cruda está por debajo del 52%, contenido normal en grasa cruda sus valores se encuentran entre 52 a 55% y un grano de cacao con contenido alto en grasa cruda esta por encima de 55%. También, Morazan (2012) en su estudio de ocho genotipos de cacao en base seca, mostro como promedio total en grasa cruda un porcentaje de  $54.34 \pm 9.25$ , siendo estos granos de cacao del departamento de Usulután, Republica de El Salvador.

Además, los porcentajes promedios de grasa cruda encontrados en nuestra investigación son similares a los valores reportados por Wakao (2002) donde indica el contenido de grasa oscilan entre 48 y 52% en el cacao tostado. Por otro lado, Cross (1997) menciona que el contenido de grasa cruda oscila entre 51,75 y 56,29% en promedio, dependiendo del tamaño del grano y el proceso de beneficio, considerados los factores más directos en las variaciones del contenido graso en granos de cacao.

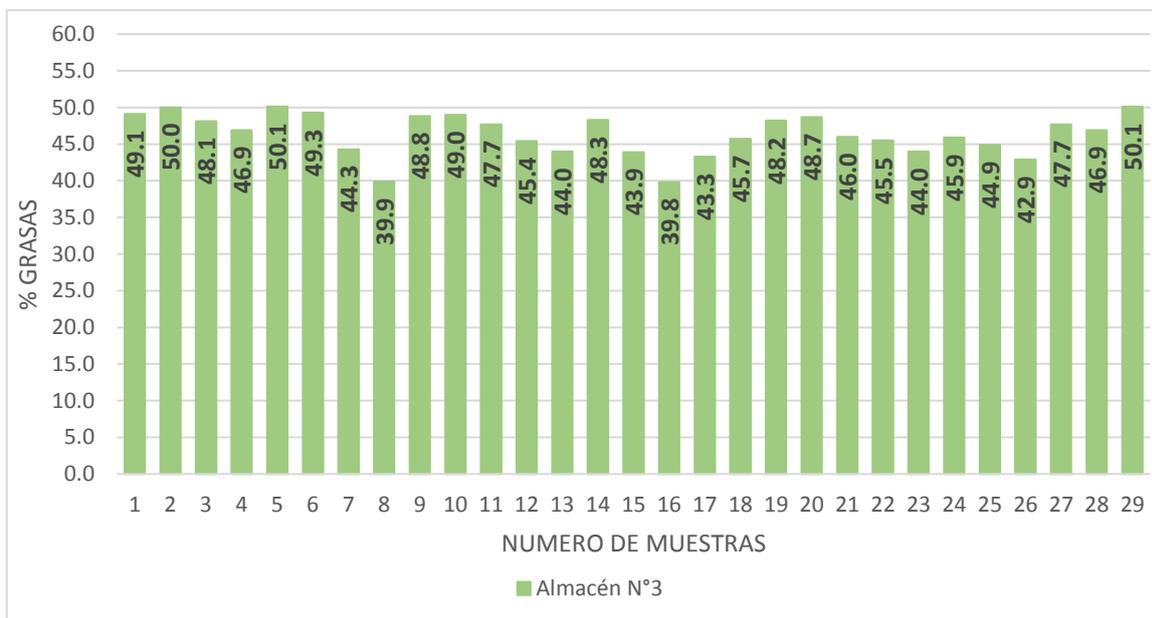
El análisis de varianza para el promedio total del contenido de grasas en los granos de cacao reveló que existe diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ) entre los almacenes de procedencia.  $F(2,86) = 8.478$ . Esto se demostró en las comparaciones múltiples, donde se indican que existen diferencias estadísticamente significativas entre el almacén N°1 y almacén N°3  $t(86) = 3.57$ ,  $p < 0.05$  y entre el almacén N°2 y N°3  $t(86) = 3.90$ ,  $p < 0.05$ ; y no existiendo diferencias en dicha variable entre el almacén N°1 y N°2  $t(86) = 0.40$ ,  $p > 0.05$ .



**FIGURA 41:** Porcentajes de Grasas, en granos de *Theobroma cacao*, procedentes del Almacén N°1. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018



**FIGURA 42:** Porcentajes de Grasas, en granos de *Theobroma cacao*, procedentes del Almacén N°2. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018



**FIGURA 43:** Porcentajes de Grasas, en granos de *Theobroma cacao*, procedentes del Almacén N°3. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018

**TABLA 15:** Distribución de resultados de **fibra bruta**, en granos de *Theobroma cacao*, según el almacén de procedencia. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018.

FIBRA BRUTA (%)	ALMACEN DE PROCEDENCIA			
	Almacén N°1	Almacén N°2	Almacén N°3	TOTAL
N	29	29	29	87
V. mínimo	2.05	2.39	2.49	2.05
V. máximo	4.78	4.00	3.94	4.78
Promedio	3.45	3.59	3.41	3.48
Desviación estándar	0.56	0.34	0.37	0.44
Error estándar	0.10	0.06	0.07	0.05
Límite inferior 0.05	3.24	3.46	3.27	3.39
Limite Superior 0.05	3.66	3.72	3.55	3.58

En la tabla 22, se distribuyen los resultados del examen de fibra bruta de las 87 muestras de granos de cacao procedentes de Nueva Cajamarca. Encontrándose que el porcentaje de fibra bruta promedio total es de 3.48%, con valor mínimo total de 2.05% y valor máximo total de 4.78%. Al haberse realizado el análisis de fibra bruta según almacén de procedencia, se observa que de 29 muestras procesadas del almacén N°1, su valor promedio fue 3.45%, con valor mínimo de 2.05% y valor máximo de 4.78%; en el almacén N°2, el valor promedio fue 3.59%, con valor mínimo de 2.39% y valor máximo de 4.00% y en el almacén N°3, el valor promedio fue 3.41%, con valor mínimo de 2.49% y valor máximo de 3.94%; estos valores son superiores a los hallados por Alvarez et al. (2007), quienes obtienen fibra cruda de 0.4%.en granos de cacao. En tanto, Vilchez (2016), muestra valores de fibra cruda en la variedad de cacao CCN-51: 5.6 %, superior a lo encontrado en la investigación.

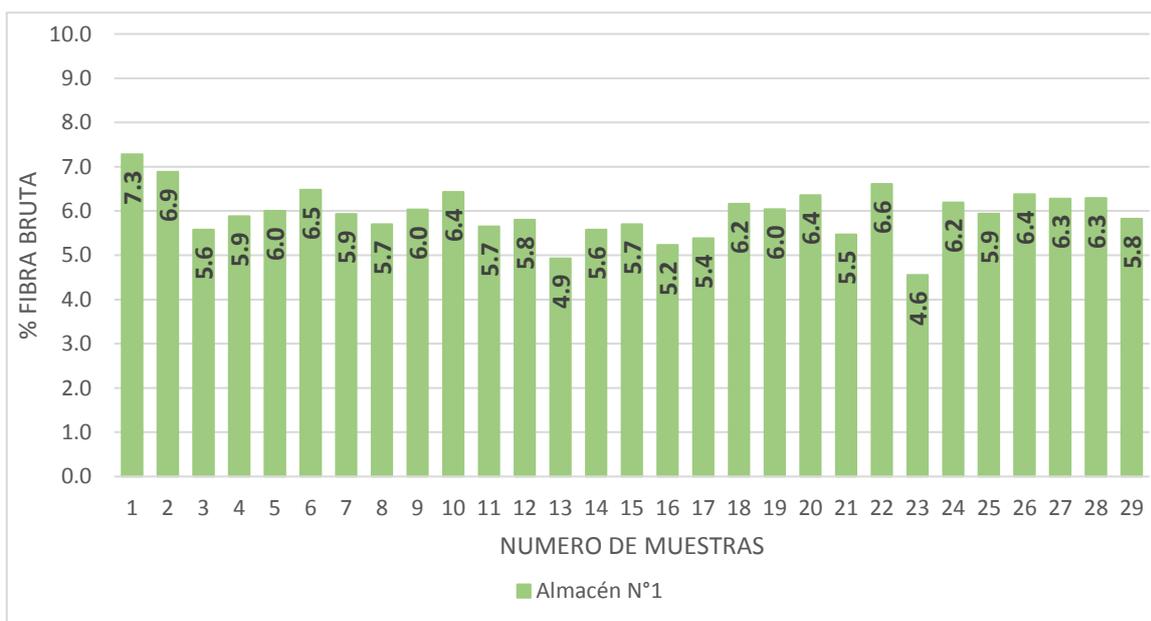
Según Córdova *et al.* (2016) reporta que el cacao de la zona Chilique y Palo Blanco de la región Piura tiene un porcentaje para Fibra Total de 2,8% a 3,6%, valores muy similares a los encontrados en nuestro estudio. Así también, en otro estudio de análisis del contenido de fibra muestran un rango amplio 1.1 a 4.1 %, y el material de mayor valor de fibra fue el cacao SCC 52 con 4.1 % (Perea, Ramírez & Villamizar, 2011).

Por otro lado, Collazos et al. (1975) mencionaron contenido de fibra de 8.5% para 100g de semillas de cacao, de igual manera Rivera (2018), obtuvo valores de Fibra cruda de  $5.74 \pm 0.16$ ,  $7.10 \pm 0.28$  para dos variedades de cacao CCN – 51 y ICS-6 respectivamente; estos valores fueron superiores a los encontrados en nuestro estudio.

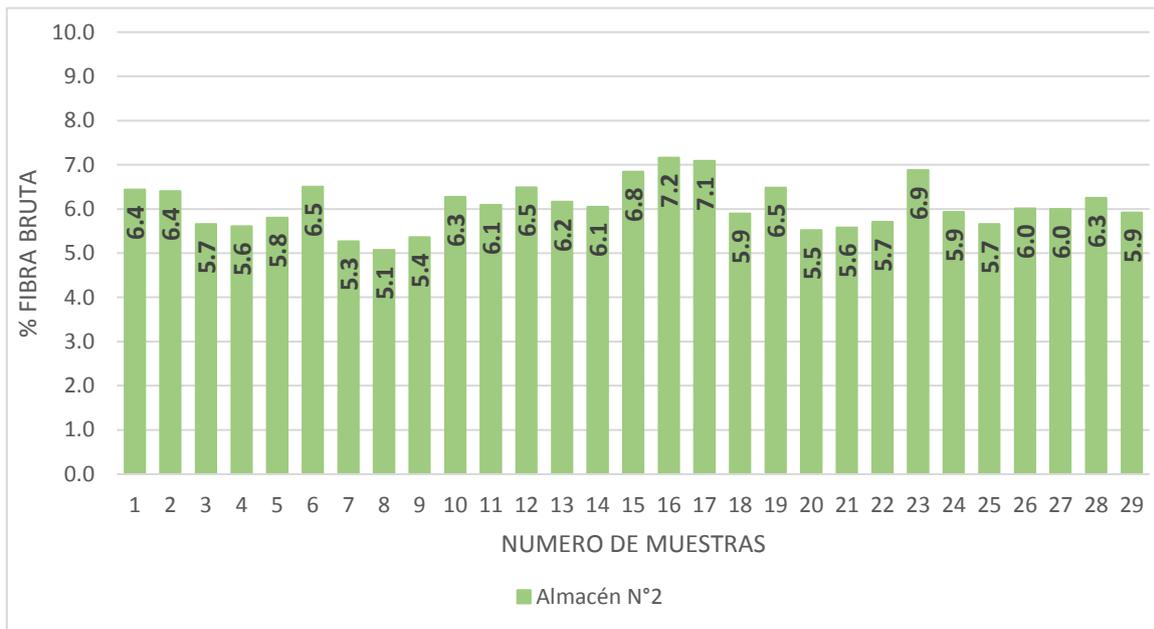
En tanto, Martínez (2016), en su estudio de clones universales y regionales de cacao en las zonas productoras de Santander, Arauca y Huila, demostró que el contenido promedio de fibra fue diferente para cada una, con valores de 3.33%, 3.67% y 4.17% respectivamente, además explico que el ambiente en donde los frutos se desarrollaron puede afectar los contenidos finales de fibra. En un trabajo de caracterización química de diferentes genotipos de cacao, realizado por Perea, Villamizar & Ramírez, (2011), describieron que los contenidos de fibra, proteína y minerales de cacao, varían según el material genético, las condiciones del suelo y la región de origen.

Lecumberri et al., (2006), explicaron que los granos de cacao son una buena fuente de fibra dietética, porque su contenido llega al 12%. La fibra de cacao es un ingrediente funcional con un papel activo que genera beneficios en el mantenimiento de la salud humana y en la prevención de determinadas enfermedades con elevadas tasas de incidencia en las sociedades actuales, como las enfermedades cardiovasculares, diabetes o el cáncer de colon.

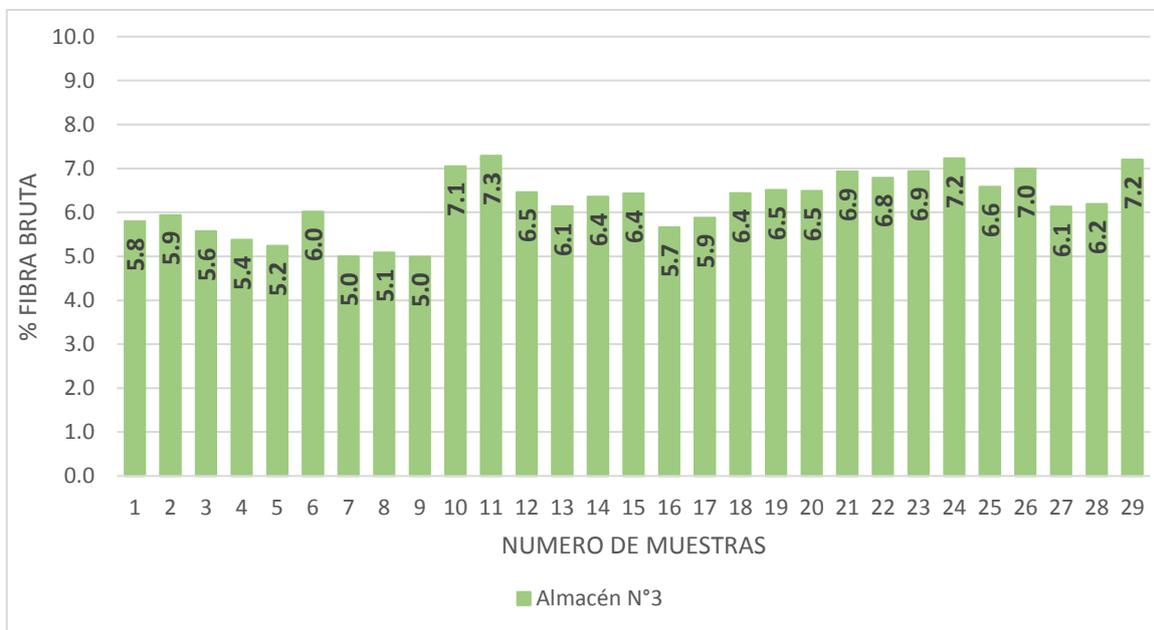
El análisis de varianza para el promedio total del contenido de fibra bruta en los granos de cacao reveló que no existe diferencias estadísticamente significativas ( $p 0.204 > 0.05$ ) entre los almacenes de procedencia.  $F(2,86) = 1.621$ .



**FIGURA 44:** Porcentajes de Fibra Bruta, en granos de *Theobroma cacao*, procedentes del Almacén N°1. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018



**FIGURA 45:** Porcentajes de Fibra Bruta, en granos de *Theobroma cacao*, procedentes del Almacén N°2. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018



**FIGURA 46:** Porcentajes de Fibra Bruta, en granos de *Theobroma cacao*, procedentes del Almacén N°3. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018

**TABLA 16:** Distribución de resultados de *cenizas*, en granos de *Theobroma cacao*, según el almacén de procedencia. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018.

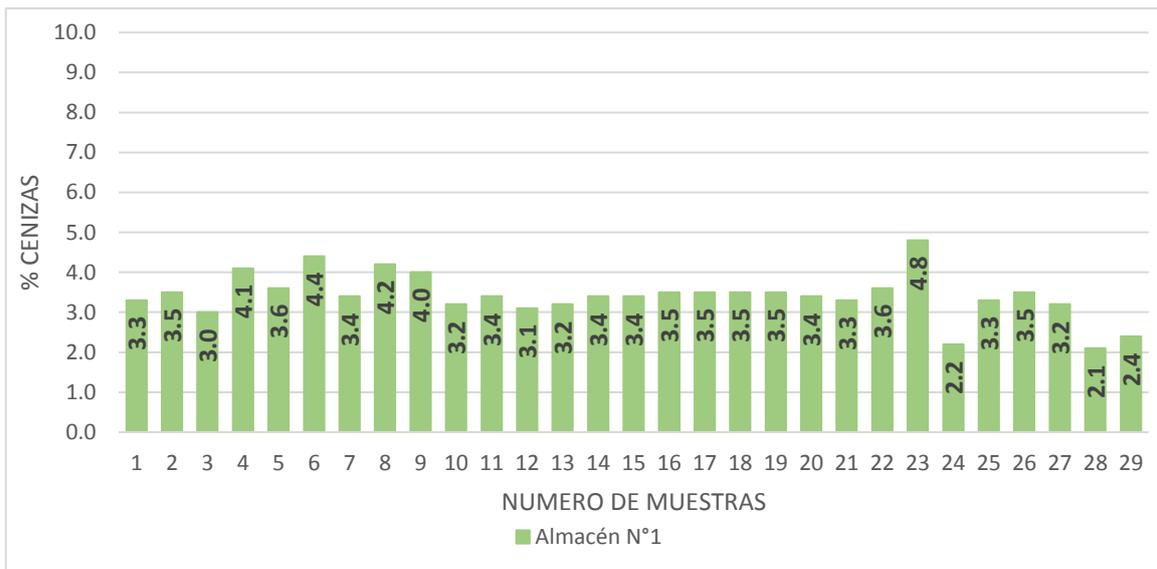
CENIZAS (%)	ALMACEN DE PROCEDENCIA			
	Almacén N°1	Almacén N°2	Almacén N°3	TOTAL
<b>N</b>	29	29	29	87
<b>V. mínimo</b>	2.10	2.10	3.10	2.10
<b>V. máximo</b>	4.80	4.20	4.80	4.80
<b>Promedio</b>	3.41	3.28	3.69	3.46
<b>Desviación estándar</b>	0.57	0.49	0.36	0.51
<b>Error estándar</b>	0.11	0.09	0.07	0.05
<b>Límite inferior 0.05</b>	3.20	3.09	3.56	3.35
<b>Limite Superior 0.05</b>	3.63	3.46	3.83	3.57

La tabla 23, contiene los resultados del examen de cenizas de las 87 muestras de granos de cacao procedentes de Nueva Cajamarca. Encontrándose que el porcentaje de cenizas promedio total es de 3.46%, el valor mínimo total es de 2.1% y el valor máximo total es de 4.8%. Al haber realizado el análisis de cenizas según el almacén de procedencia, observándose que las 29 muestras procesadas del almacén N°1, su valor promedio fue 3.41%, con valor mínimo de 2.1% y valor máximo de 4.8%; en el almacén N°2, su valor promedio fue 3.28%, con valor mínimo de 2.1% y el valor máximo de 4.2% y por último en el almacén N°3, su valor promedio fue 3.69%, con valor mínimo de 3.1% y valor máximo de 4.8%; estos valores son cercanos a los encontrados por Carrillo (2011) describe un valor promedio de 3.27% para cenizas en granos de cacao clon CCN51. También, Piano *et al.* (2002), describe que los granos de cacao fermentados y desecados, en cuanto al componente cenizas contienen 2.6%, además las cifras pueden diferir dependiendo de la variedad del grano de cacao, presentando la variedad CCN-51 2.85% de ceniza y la variedad ICS-6 3.20% respectivamente. (Aldave, 2016)

En tanto, Cubero *et al.* (1992) mostraron cifras entre 2.8% y 3.6% para evaluación de cenizas en granos de cacao realizadas a cuatro zonas cacaoteras de costa rica. Por otro lado, Perez *et al.* (2002) describieron que el cacao proveniente del Banco de Germoplasma de Venezuela denominado por los agricultores "cacao fino de primera" se obtuvieron valores de cenizas 3,2%-3,9%, difiriendo con los valores obtenidos por Alvarez *et al.* (2007) oscilando sus valores entre 2.86 y 3.32 % para cenizas en almendras de cacao fermentadas, secas y tostadas cultivadas en la región de Cuyagua, Venezuela.

Así mismo, Perea *et al.* (2011) en su estudio de caracterización fisicoquímica de 12 materiales regionales de cacao colombiano, obtuvieron valores para ceniza de 2.8% a 4.2%, y Morazan (2012), obtuvo valores entre 3.58% y 4.31%, para determinación de cenizas en base seca, realizadas a ocho genotipos de cacao localizadas en Usulután, republica de el salvador.

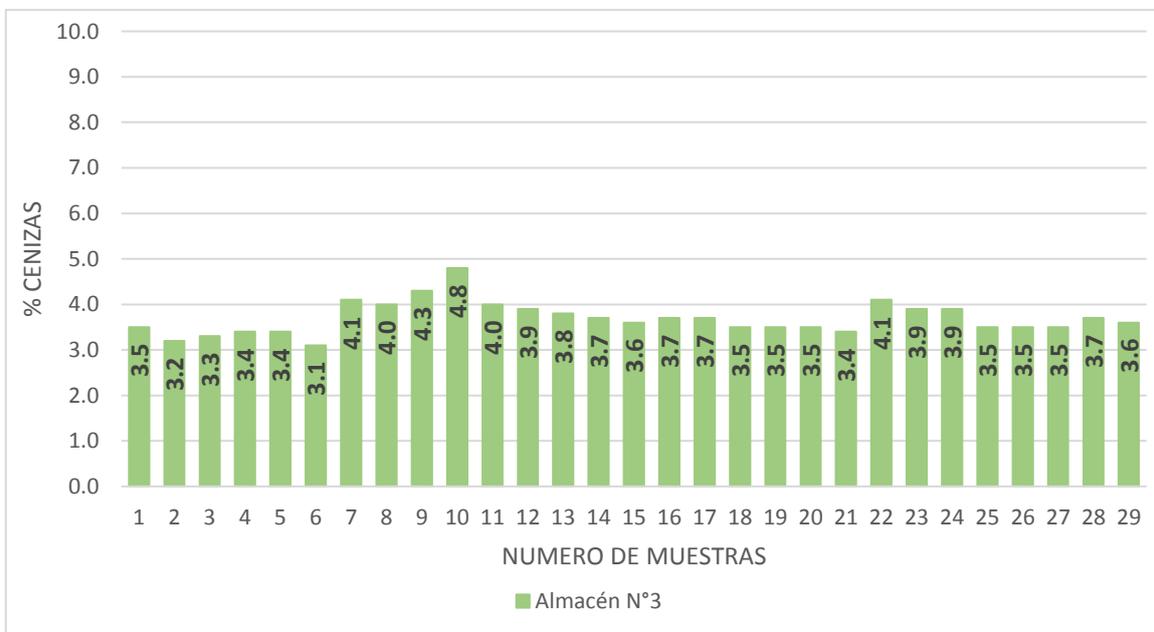
El análisis de varianza para el promedio total del contenido de cenizas en los granos de cacao reveló que existe diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ) entre los almacenes de procedencia.  $F(2,86) = 5.661$ . Esto se demostró en las comparaciones múltiples, donde se indican que existen diferencias estadísticamente significativas entre el almacén N°2 y almacén N°3  $t(86) = 3.30$ ,  $p < 0.05$  y no existiendo diferencias en dicha variable entre el almacén N°1 y N°2  $t(86) = 1.09$ ,  $p < 0.05$ , y entre el almacén N°1 y N°3  $t(86) = 2.21$ ,  $p > 0.05$ .



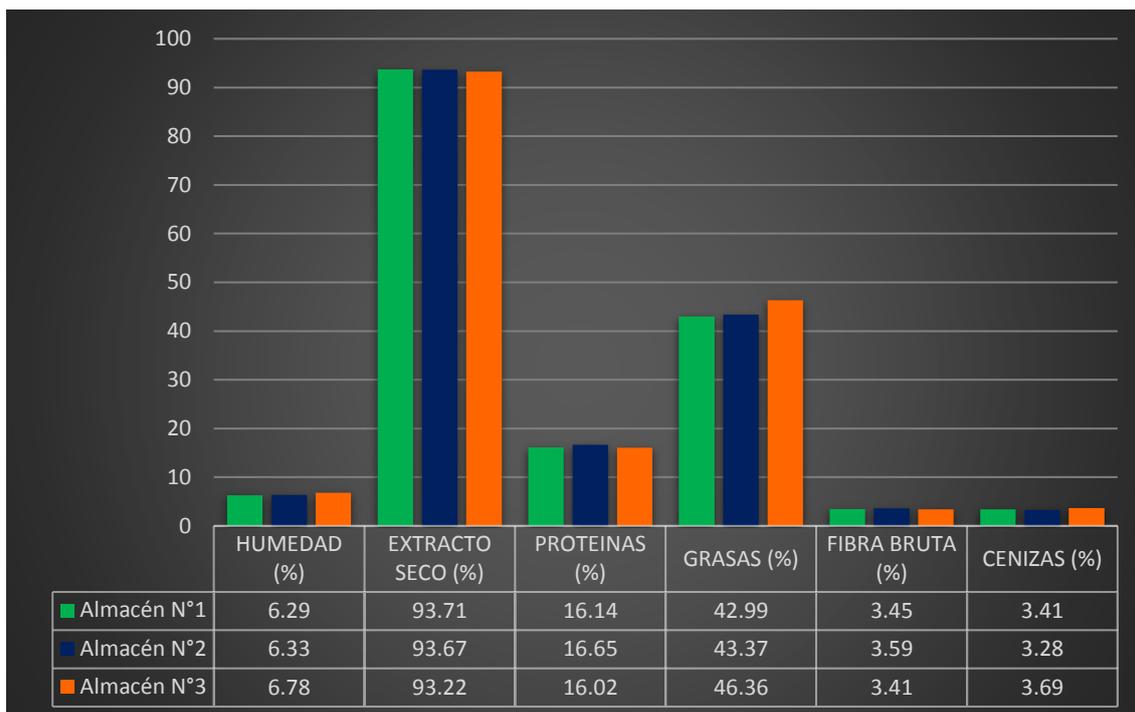
**FIGURA 47:** Porcentajes de Cenizas, en granos de *Theobroma cacao*, procedentes del Almacén N°1. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018



**FIGURA 48:** Porcentajes de Cenizas, en granos de *Theobroma cacao*, procedentes del Almacén N°2. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018



**FIGURA 49:** Porcentajes de Cenizas, en granos de *Theobroma cacao*, procedentes del Almacén N°3. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018



**FIGURA 50:** Promedios del ensayo físico – químico, en granos de *Theobroma cacao*, según el almacén de procedencia. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018

Observamos en la figura 51 que del total de las muestras analizadas, los porcentajes promedios de humedad, extracto seco, proteínas, grasas, fibra bruta, cenizas fueron 6.46, 93.54, 16.27, 44.24, 3.48 y 3.46 respectivamente. Similares a los valores mencionados en las **tablas peruanas de composición de alimentos (2017)**, donde indica que la composición en 100g de alimento para semillas secas de cacao presenta 3.6g agua, 12.0g proteínas, 46.3g grasa, 34.7g carbohidratos totales y 3.4g cenizas. En tanto, **la organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación (FAO,1953)** dispuso tablas de composición de alimentos para uso internacional, así describe en 100g de nueces, cacahuates con cascara presenten 18.2% de proteínas y 30.7% grasas, en tanto para nueces, cacahuates sin cascara presenten 25.6% de proteínas y 43.3% grasas. Además, describe que para el chocolate natural sin azúcar (grano de cacao después de retirar la cascara presente 50% grasas totales. También para el cacao seco en polvo parcialmente desengrasado presente 24% grasas totales. Así mismo, el **Programa Mundial de Alimentos (WFP)**, proporciona en su tabla de composición de alimentos para 100g en semillas de cacao, contenido de 21.0g en grasas y 17.0g en proteínas.

Ciertos países de los continentes americano, europeo, asiático proporcionan valores similares a los hallados en nuestra investigación. Así tenemos, a **Schmidt – Hebbel *et al.*** (1990) describiendo en las tablas de Composición química de alimentos chilenos, en 100g para almendras y nuez, sus valores en humedad 5.0 a 6.6g respectivamente, para proteínas 12.8 a 18.0g, lípidos totales 43.3 a 50.1g, fibra cruda 3.8 a 5.9g, cenizas de 1.5 a 3.0g. En tanto, **la tabla nacional brasileña de composición de alimentos (TBCA)**, señala para 100g de cacao en polvo, un contenido de humedad de 3.0 g, proteína 19.6g, lípidos 13.7g y cenizas 5.8g.

Por otro lado, **la tabla de composición de alimentos colombianos (TCAC, 2018)**, indica para el cacao silvestre semilla cruda, valores de humedad 3.2g, Proteínas 13.0g, grasas o lípidos 46.0g y cenizas 3.4g. Estos valores se asimilaron a los hallados por La Federación Nacional de Cacaoteros Colombia (FEDECACAO, 2004), obteniendo en su estudio de caracterización química del grano de cacao de tres zonas agroecológicas, valores promedios de grasa 55.0%, fibra 3.0%, proteína 14.0% para Montaña Santandereana, valores promedios de grasa 54.0%, fibra 3.0%, proteína 13.0% para el Bosque Húmedo tropical y para los valles interandinos Secos valores promedios de grasa 54.0%, fibra 3.0% y proteínas 13.0%.

**El Departamento de agricultura de los estados unidos (USDA,2019)**, proporciona valores de 14.29g proteínas, 50g lípidos totales (grasas), carbohidratos por diferencia 28.57g, fibra dietética total 21.4g. para 100 g de nibs de cacao orgánico fermentado. Así mismo, para 100 g, nibs de cacao crudo orgánico (Cacao nibs, producto de república dominicana, Perú) presenta valores de 13.33g para proteínas, 43.33g para lípidos totales (grasas), carbohidratos por diferencia con 36.67g, fibra dietética total 30.0g. Así mismo, el **Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP,2012)**, menciona en su tabla de composición de alimentos de Centroamérica, valores de agua 3.60 % , proteínas 12.0g, grasas o lípidos 46.30g y 3.40g cenizas para semilla de cacao seca,

**La base de datos Española de composición de alimentos (BEDCA)**, describe que una porción de 100g de almendras tostadas de cacao contienen, 52.93g de grasa total, 22.9 g proteína total, agua (Humedad) 1.55g, fibra dietética total de 13.4g. Así mismo, Reino Unido menciona en su Guía de conjunto de datos integrados de la composición de alimentos (CoFID) valores de 3.4g agua, 18.5g proteínas y 21.7g grasas , para 100g de cacao en polvo.

La base de datos de composición de alimentos para estudios epidemiológicos en Italia (BDA,2008), señala para el cacao amargo en polvo valores de 20.4% en proteínas totales, 25.6% en grasas y 28.9% de fibra alimentaria total. En tanto, el Instituto Nacional de Salud Pública y Medio Ambiente Holandés, en su base de datos de nutriente NEVO contiene datos sobre la composición de los alimentos que se usan regularmente en los Países Bajos, así menciona para 100g de cacao en polvo presenta 18.5g proteína total, 21.7g de grasa total, 34.0g de fibra dietética total. Igualmente, las Tablas de normas de composición de alimentos de Japón (2015) indica para cacao en polvo puro, un contenido de agua 4.0; Proteína, calculada a partir del nitrógeno de referencia 18.5%, lípidos 21.6%, fibra total 23.9%, Ceniza 7.5%.

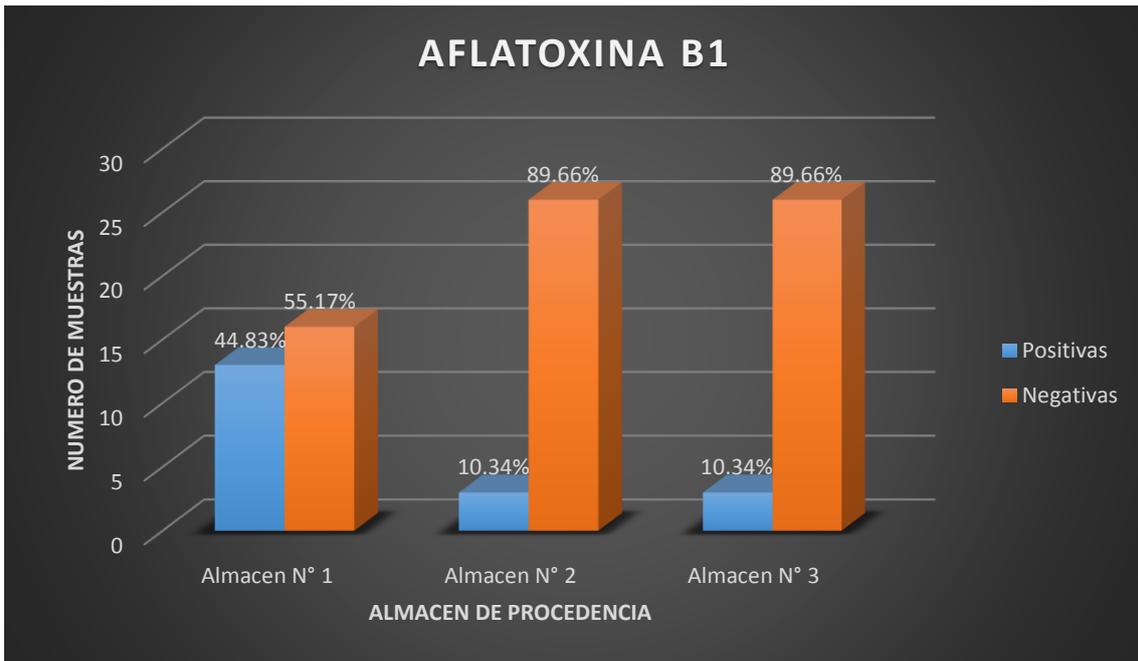
French (2006), describe tablas de composición de alimentos para plantas alimenticias en Papúa Nueva Guinea, mencionado que la porción comestible (semilla) de *Theobroma cacao* debe presentar 3.6% humedad y 12% de proteínas. En tanto, Dignan et al. (2004), describen tablas de composición de alimentos de las Islas del Pacífico, aprobados por la FAO; donde indican en 100g de cacao procesado (*Theobroma cacao*) 15.0g de proteínas totales y 43.6g de grasas totales.

**TABLA 17:** Distribución de resultados de *Aflatoxina B1*, en granos de *Theobroma cacao*, según el almacén de procedencia. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018.

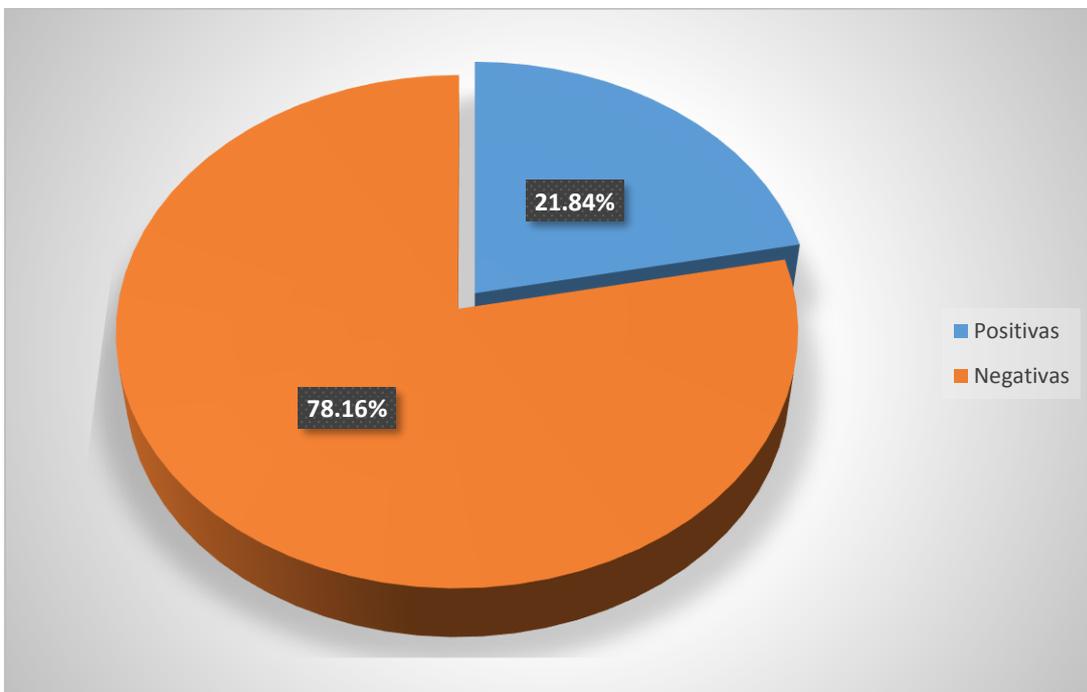
MUESTRAS	ALMACEN DE PROCEDENCIA							
	Almacén N°1		Almacén N°2		Almacén N°3		TOTAL	
	N	%	N	%	N	%	N	%
<i>Positivas</i>	13	44.83	3	10.34	3	10.34	19	21.84
<i>Negativas</i>	16	55.17	26	89.66	26	89.66	68	78.16
<b>TOTAL</b>	29	100	29	100	29	100	87	100

La tabla 17, contiene la distribución de los resultados de aflatoxina B1 en granos de cacao procedentes de Nueva Cajamarca. Observándose que, de las 87 muestras de granos de cacao analizadas, el 21.84% resultó positivo y el 78.16% negativo

Al haber realizado el análisis de aflatoxina B1 según el almacén de procedencia, se observa que de las 29 muestras del almacén N°1, el 44.83% resultó positivo y el 55.17% negativo; en el almacén N°2, el 10.34% resultó positivo y el 89.66% negativo, y en el almacén N°3 de las 29 muestras, el 10.34% resultó positivo y el 89.66% negativo.



**FIGURA 51:** Distribución de resultados de **Aflatoxina B1**, en granos de *Theobroma cacao*, según el almacén de procedencia. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018.



**FIGURA 52:** Gráfico circular por sectores de las 87 muestras para contaminación por Aflatoxina B1.

La aflatoxina B1 está clasificada por la Agencia Internacional de Investigación sobre el Cáncer como carcinógeno del Grupo I, con propiedades mutagénicas y teratogénicas. (Tatis & Valdés, 2013). En nuestro estudio detectamos que el 21.84 % del total de muestras analizadas presentaron contaminación con aflatoxina B1, este valor es superior a lo reportado por el MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO (MINAGRI, 2016), indicando en su trabajo de monitoreo en alimentos agropecuarios y piensos periodo 2015, de 50 muestras analizadas de cacao, obtuvo valores de 12.00% para micotoxinas, encontrando positividad de Aflatoxina B1, Aflatoxina B2 y Aflatoxinas totales (B1+B2+G1+G2) en 01 muestra procedente de Piura; Ocratoxina A en 03 muestras con procedencia de Cajamarca, 01 muestra de Cusco y 01 muestra de San Martín, Así mismo, en el trabajo de monitoreo de residuos químicos y otros contaminantes en alimentos agropecuarios primarios periodo 2015, mencionando para nueces de Brasil, un reporte de 15 muestras (83.33%) conformes de un total de 18 muestras , siendo estas 03 muestras no conformes (16.67 %) procedente de Arequipa con presencia de Aflatoxinas totales (B1+B2+G1+G2) entre 10.08 µg/kg y 33.52 µg/kg, excediendo el LMR=10µg/kg establecido por el *Codex Alimentarius*. (MINAGRI, 2017). Diferente a lo reportado en el informe periodo 2016, indicando para nueces de Brasil (Lima y Arequipa) , ninguna muestra no conforme, por presencia de micotoxinas; de acuerdo a lo establecido por el *Codex Alimentarius*. (MINAGRI, 2018)

Tatis & Valdes (2013), en su estudio de dieta total realizado en Panamá en el periodo 2012-2015 no encontró aflatoxina B1 en ninguno de los 79 alimentos seleccionados para su evaluación. A diferencia de Tinoco *et al.* (2016) que mencionan en su estudio realizado en la ciudad de Guayaquil la presencia de micotoxinas en alimentos de consumo popular, concluyendo que los alimentos se contaminaron con aflatoxina en 54%, por vomitoxina 60%, por zearolenona 59%, por toxina T-2 60% y por ocratoxina 45%, generando en los pacientes estudiados descompensaciones hemodinámicas hasta muerte por fallo respiratorio.

Se ha encontrado en diferentes productos la presencia de aflatoxinas, teniendo los frutos secos, entre ellos las nueces y maní, productos que en la actualidad se consumen de manera regular por sus compuestos nutritivos.

Chalco (2014), en su investigación mostró que el 26,6% de las muestras de nueces y el 56,6% de las muestras de maní estaban contaminadas con aflatoxina. Así mismo, las aflatoxinas con mayor presencia en las muestras que estudió fueron la AFG1 y la AFB1, coincidiendo con la mayor parte de investigaciones que se han realizado a nivel internacional. Los resultados de AFB1 en su total de muestras evaluadas (60), fue del 18,3%, inferior a lo señalado por Fierro (2012), hallando en las muestras de maní que (frutos secos) que se vende a granel en la ciudad de Sangolquí, provincia de Pichincha, que el 60% presentó contaminación con AFB1 con valores superiores a lo indicado por la norma.

Leong *et al.* (2010) notificaron la presencia de aflatoxinas en maní y sus subproductos, descubriendo un nivel de contaminación de 16,6 µg/kg a 711 µg/kg. Al presentarse valores elevados, consideraron la hipótesis de que su ocurrencia se debía a las elevadas temperaturas y humedad, así también al aumento de lluvias durante la cosecha e inundaciones, condiciones que influye al crecimiento de mohos toxigénicos y posterior producción de aflatoxinas. Similarmente, Neamatallah & Serdar (2013) hallaron presencia de contaminación por aflatoxinas en ciertos frutos secos en la ciudad Santa de La Meca. Encontrando valores medios para maní (16,5 µg/kg), pistachos (16,6 µg/kg), nueces (3,4 µg/kg), marañón (1,6 µg/kg), avellanas (3,5 µg/kg) y almendras (3,5 µg/kg) demostrando que únicamente el maní y los pistachos superaron el límite indicado por la Comisión de la Unión Europea para aflatoxinas totales (4 µg/kg).

Masood *et al.* (2015) examinaron ejemplares de nueces, maní, pistachos y semillas de frutas como sandía y melón, encontrando que el 75% del total presentaba entre 8-10 µg/kg. En tanto, la exposición a AFB1 mediante frutos secos fue estudiada para la población belga en 2015, los valores que hallaron fueron de 8 µg/kg para almendras y pistachos, 5 µg/kg para avellanas y 2 µg/kg para maní e higos (Van de Perre *et al.*, 2015). Además, Mupunga *et al.* (2014) encontraron rangos entre 6,1 y 247 µg/kg; AFB1, siendo lo más predominante concentraciones de 3,7 y 191 µg/kg, para la determinación del grado de contaminación por aflatoxinas totales en maní y mantequilla de maní distribuida y consumida en Zimbabue,.

Por salud, las aflatoxinas deberían estar excluidas de los alimentos de consumo humano en cuanto sea posible. Sin embargo, por ser contaminantes naturales, debe admitirse la ciertos niveles mínimos en materias primas y/o alimentos.

También, los datos de la tabla 17, fueron estadísticamente relacionados utilizando la prueba de chi-cuadrado, donde  $X^2(2) = 13.467$ ,  $p < 0.05$ , rechazándose la hipótesis nula ( $H_0$ ) e indicando que existe asociación estadísticamente significativa entre la contaminación del grano de cacao con Aflatoxina B1 y el almacén de procedencia (dependiente).

**TABLA 18:** *Distribución de resultados de las muestras positivas para Aflatoxina B1, en granos de Theobroma cacao, según el almacén de procedencia. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018.*

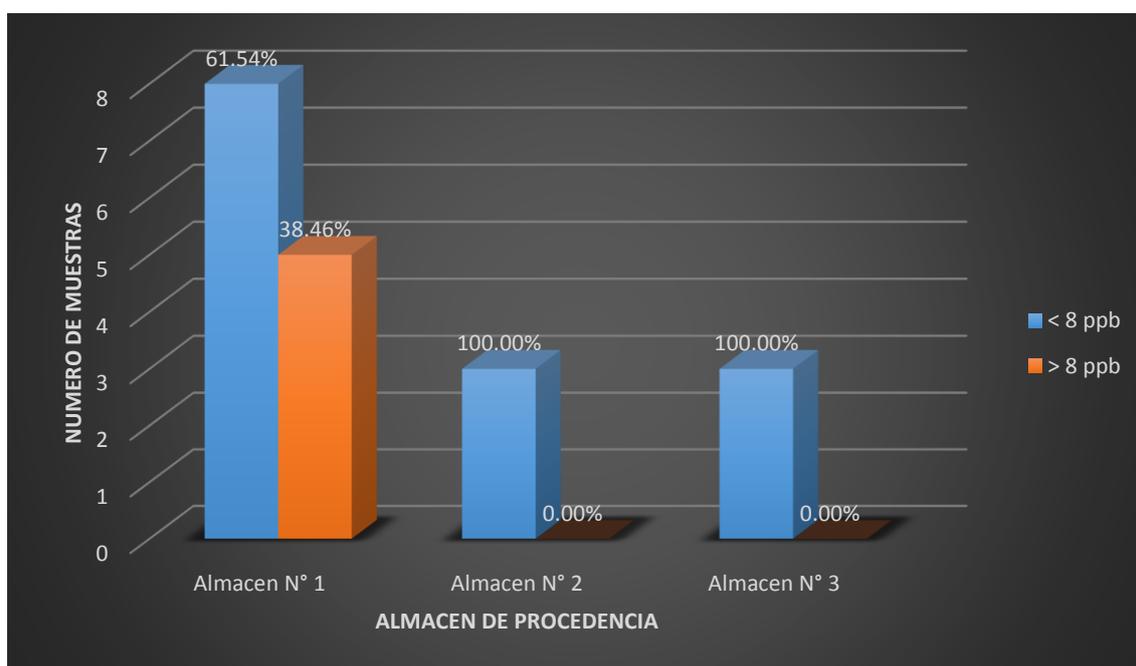
MUESTRAS	ALMACEN DE PROCEDENCIA							
	Almacén N°1		Almacén N°2		Almacén N°3		TOTAL	
	N	%	N	%	N	%	N	%
< 8 ppb	8	61.54	3	100	3	100	14	73.68
> 8 ppb	5	38.46	0	0	0	0	5	26.32
<b>TOTAL</b>	13	100	3	100	3	100	19	100

**8 ppb:** Límite máximo provisional para aflatoxina B1 – Comisión científica de la Unión Europea.

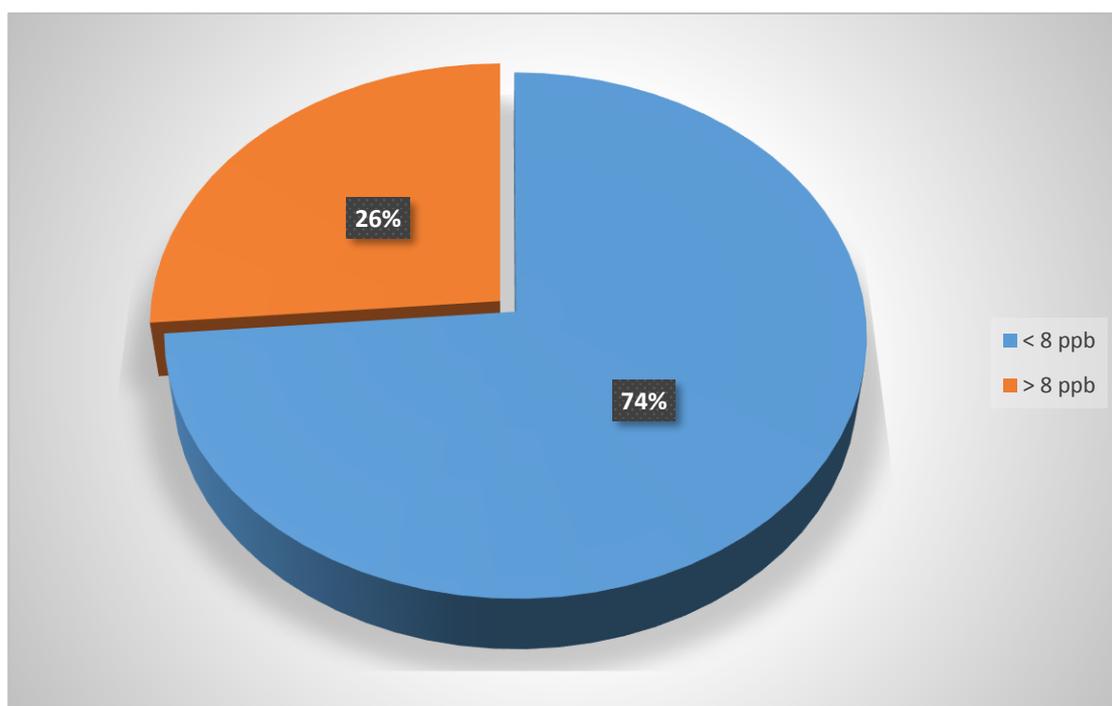
La tabla 18 contiene la distribución de resultados del total de muestras positivas para Aflatoxina B1 en granos de cacao, observándose de las 19 muestras positivas, el 26.32% sobrepasó el límite (>8ppb) establecido por la Comisión científica de la Unión Europea.

Al haber realizado el análisis de Aflatoxina B1 por almacén de procedencia, tenemos que de las 13 muestras positivas del almacén N°1 el 38.46% se encuentra fuera de parámetros (>8 ppb). En tanto, de las 3 muestras positivas para el almacén N°2 y N°3 presentan valores < 8 ppb cumpliendo con lo establecido por la comisión de la Unión Europea.

La Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación (FAO,2004) presentó en su manual la situación de los reglamentos para las micotoxinas a nivel mundial al mes de diciembre de 2003, en base a una encuesta internacional llevada a cabo en los años 2002 y 2003. Señalando y/o comparando medianas e intervalos para los niveles máximos permitidos (en  $\mu\text{g} / \text{kg}$ ) para algunos grupos de aflatoxinas en los años de 1995 y 2003 de ciertos países que cuentan con controles. Mencionando así que en 1995 existían 33 países con parámetros para AFB1 en alimentos, con mediana de 4.4  $\mu\text{g}/\text{kg}$  e intervalos de 0 – 30  $\mu\text{g}/\text{kg}$ . Esto es diferente a lo mencionado para el año 2003, existiendo 61 países con parámetros para AFB1 en alimentos, con mediana 5.5  $\mu\text{g}/\text{kg}$  e intervalos de 1 – 20  $\mu\text{g}/\text{kg}$ . El Perú no cuenta con normas que establezcan los parámetros para AFB1, en tanto, tiene como referencia a los valores establecidos por el Codex Alimentarios para aflatoxinas totales. Así mismo, los países miembros del MERCOSUR no cuentan con normativa para AFB1, a excepción de Uruguay, que cuenta con parámetro de 5  $\mu\text{g}/\text{kg}$  para Aflatoxina B1 para todos los alimentos y especias.



**FIGURA 53:** Distribución de resultados de las muestras positivas para **Aflatoxina B1**, en granos de *Theobroma cacao*, según el almacén de procedencia. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018.



**FIGURA 54:** Gráfico circular por sectores de las 19 muestras positivas para Aflatoxina B1.

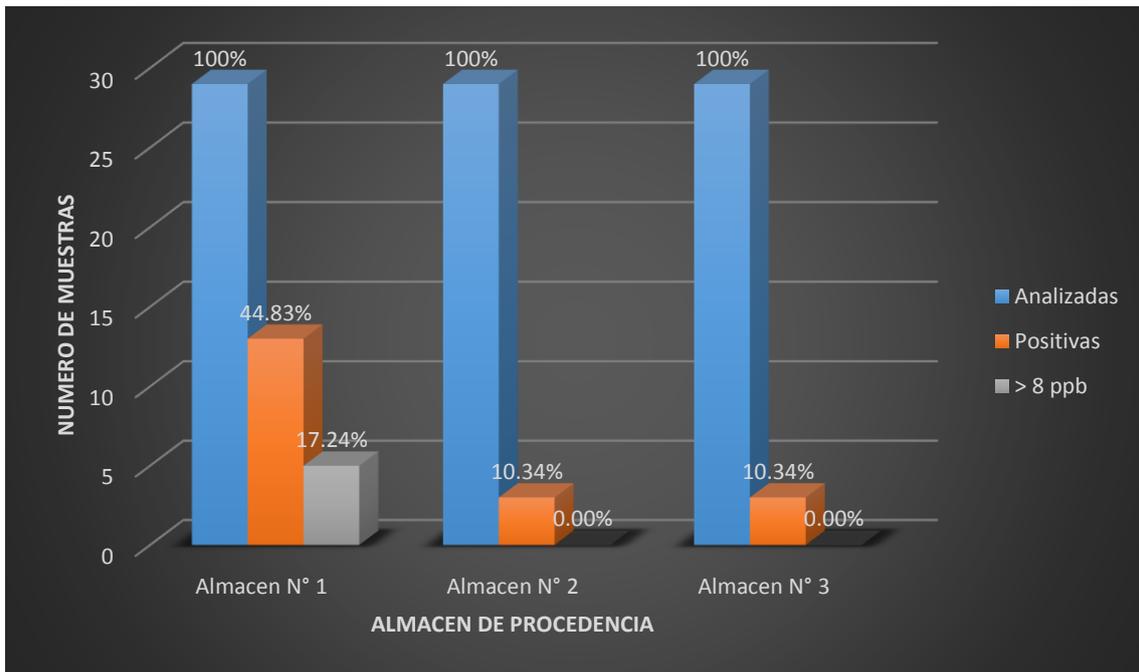
**TABLA 19:** Distribución de resultados de las muestras positivas para Aflatoxina B1 y muestras con concentraciones mayores a 8 ppb, en granos de *Theobroma cacao*, según el almacén de procedencia. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018.

MUESTRAS	ALMACEN DE PROCEDENCIA							
	Almacén N°1		Almacén N°2		Almacén N°3		TOTAL	
	N	%	N	%	N	%	N	%
<b>Analizadas</b>	29	100	29	100	29	100	87	100
<b>Positivas</b>	13	44.83	3	10.34	3	10.34	19	21.84
<b>&gt; 8 ppb</b>	5	17.24	0	0.00	0	0.00	5	5.75

**8 ppb:** Límite máximo provisional para aflatoxina B1 sugerido por la Comisión científica de la Unión Europea.

La tabla 19 contiene la distribución de las muestras positivas sobre Aflatoxina B1 y muestras con concentraciones mayores a 8 ppb en granos de cacao, observándose que de las 87 muestras de granos de cacao analizadas el 21.84% resultó positivo para aflatoxina B1 y solo el 5.75% superó el límite de 8 ppb establecido por la Comisión científica de la Unión Europea.

Al haber realizado el análisis de Aflatoxina B1 por almacén de procedencia, tenemos que en el almacén N°1 el 44.83% de sus muestras resultó positivo para aflatoxina B1 y solo el 17.24% superó el límite de 8 ppb; en los almacenes N°2 y N°3 el 10.34% de sus muestras resultaron positivas y ninguna de ellas superó los límites establecido por la Comisión científica de la Unión Europea



**FIGURA 55:** Distribución de resultados de las muestras positivas para Aflatoxina B1 y muestras con concentraciones mayores a 8 ppb, en granos de *Theobroma cacao*, según el almacén de procedencia. Nueva Cajamarca. Julio 2017 – Febrero 2018.

## V. CONCLUSIONES

1. Las características físicas (cualitativas y cuantitativas) fueron normales, presentando olor típico característico de 93.10%, color marrón oscuro/café oscuro 97.70%, tamaño grande 96.55% y forma alargado 98.55%. Exponiendo un recuento promedio total de  $69.98/100g \pm 4.67$ . Así mismo, se halló un promedio total del peso de 100 granos de  $142.46g \pm 6.11$ , teniendo relación proporcional con el promedio total del peso de un grano  $1.425g, \pm 0.061$ .
2. En las evaluaciones de residuos, granos planos, granos múltiples, materia extraña, se hallaron valores promedio para materia extraña 0.4%, 0.5%, 0.4%; grano plano 0.7%, 0.5%, 0.6%; grano múltiple 0.6%, 0.6 %, 0.5%; y grano roto 0.7 %, 0.5%, 0.5%.
3. Los porcentajes promedio de las valoraciones de los defectos encontrados durante la prueba de corte fueron para granos enmohecidos 0.374%, pizarrosos 0.998%, violáceos 3.482%, germinados 0.786% y atacado por insectos 0.55%. Donde el 5,70% fueron granos con defectos (enmohecidos, pizarrosos, violáceos, atacado por insectos, germinados) y el 94.30% fueron granos sanos y/o sin defecto.
4. Los atributos sensoriales más resaltantes, con intensidad media el sabor amargo (87.4%), astringencia (90.8%), acidez (72.4%), cacao (93.1%), floral (64.4%). En tanto el sabor dulce (73.6%), frutal (82.8%), nuez (73.6%) alcanzaron una intensidad baja. Así mismo, se obtuvo porcentajes de ausencia de intensidad en sabor crudo/verde (94.3%) y moho (93.1%), de todas las 87 muestras analizadas.
5. Los porcentajes promedio de las características físico – químicas fueron normales para extracto seco  $93.54\% \pm 0.45$ , humedad  $6.46\% \pm 0.45$ , proteínas  $16.27\% \pm 1.71$ , grasas  $44.24\% \pm 3.70$ , fibra bruta  $3.48\% \pm 0.44$ , cenizas  $3.46\% \pm 0.51$ .
6. Se obtuvo de todas las muestras analizadas el 21.84% (19 muestras), presentó contaminación con Aflatoxina B1, con una concentración promedio de  $6.46 \pm 7.06$  y concentración máxima de 33.14 ppb. El 26.32% sobrepasó el límite máximo permisible de 8 ppb. Siendo el almacén N°1 con mayor cantidad de muestras positivas (44.83%).
7. Los porcentajes y promedios obtenidos de las evaluaciones de las características bromatológicas y de la determinación de Aflatoxina B1 en granos de *Theobroma cacao*, demostraron que el cacao procedente de los tres centros de acopio (Almacenes) de Nueva Cajamarca presenta características de calidad propia de la zona.

## **VI. RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda a los organismos encargados de velar por la salud pública, intensificar programas de capacitación en buenas prácticas agrícolas, dirigidos a los productores de cacao; con el objetivo de disminuir y/o prevenir la presencia de Aflatoxina B1 y proteger a los consumidores.
2. Se aconseja continuar con investigaciones en granos de cacao peruano en las diferentes variedades y lugares de cultivos para conocer si existen otros contaminantes que afectan después de la post-cosecha y de esta manera ser más competitivos en los mercados nacionales e internacionales.
3. El cacao peruano debe ser evaluado de manera individual, es decir por zona de producción, porque la ubicación geográfica y la variedad de cultivo tienen un impacto significativo en las distintas características del cacao en grano.
4. El cacao en grano peruano debe ser estudiado por separado, es decir, cada zona de producción,
5. Realizar estudios de investigación sobre contaminación por Aflatoxina B1 en diferentes productos terminados que contengan cacao como materia prima.
6. Realizar estudios de investigación para determinar las vías de contaminación y control del cacao con Aflatoxina B1.
7. Llevar a cabo trabajos de investigación acerca de incidencia e identificación de hongos aflatoxigénicos contaminantes de los granos de cacao.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adriazola, J. (2003). *Producción del alimento de los dioses (Theobroma cacao L.)*. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú.
- Aguilar, H. (2016). *Manual para la Evaluación de la Calidad del Grano de Cacao*. FHIA. La Lima, Cortés, Honduras.
- Alas, C., y Rios, C. (2012). *Evaluación del proceso de fermentación tradicional y no tradicional de la semilla de cacao Theobroma cacao, del ecotipo acriollado, por la determinación de factores físicos – químico y microbiológicos, utilizando cuatro medios de cultivos y levadura Saccharomyces cerevisiae como iniciador de fermentación en el método no tradicional*. Tesis Universidad Dr. José Matías Delgado. México.
- Aldave, G. (2016). *Efecto de la temperatura y tiempo de tostado en los caracteres sensoriales y en las propiedades químicas de granos de cacao (Theobroma cacao L.) procedente de Uchiza, San Martín – Perú para la obtención de NIBS*. (Tesis Maestría). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.
- Álvarez, C., Pérez, E. y Lares, M. (2007). *Caracterización física y química de almendras de cacao fermentadas, secas y tostadas cultivadas en la región de Cuyagua, Estado de Aragua*. Agronomía Tropical.
- Amores, F. y Jiménez, J. (2007) *Aspectos de la calidad de cacao*. In. *Taller Internacional Técnicas de fermentación, catación y evaluación sensorial para la mejoramiento de la calidad organoléptica de cacao*. Ecuador: Quevedo.
- AOAC International (1995). *Official methods of analysis*, 16th edn. AOAC International, Gaithersburg, MD 5.
- AOAC International (2007). *Official methods of analysis*, 18th edn., 2005; Current through revision 2, 2007 (Online). AOAC International, Gaithersburg, MD
- Arriaga, C. (2007). *Contenido de Ácidos Grasos de la manteca proveniente de mezclas, en distintas fracciones, de semillas de Theobroma cacao y Theobroma bicolor y su uso en la manufactura de chocolate*. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Armijos, A. 2002. *Características de acidez como parámetro químico de calidad en muestra de cacao (Theobroma cacao L.) fino y ordinario de producción Nacional durante las fermentaciones*. (Tesis Lic., en Química). Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito, Ecuador.
- Arrus, K. Blank, G. Abramsom, D. Clear, R. y Holley, R. 2005. *Aflatoxin production by Aspergillus flavus in Brazil nuts*. Journal of Stored Products Research. 41: 513-527.
- Asociación Naturland. (2000). *Cacao. Guía de 18 cultivos de importancia económica mundial*. Agricultura orgánica en el trópico y subtrópico. 1era ed.

- Asociación Peruana de producción de cacao. (2012). *Manual de control de calidad del cacao*. APPCACAO Lima Perú.
- Bath, R.V., Miller, J.D. *Mycotoxins and food supply* [versión electrónica]. En *Food for the Future*. Food, Nutrition and Agriculture No. 1, consultada por última vez en Diciembre 16, 2018, de la URL <http://www.fao.org/docrep/U3550T/U3550T00.htm>
- BEDCA/Ministerio de Ciencia e Innovación/Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición/ Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. *Base de Datos Española de Composición de Alimentos (BEDCA)*. consultada por última vez en Diciembre 10, 2018, de la URL <https://www.bedca.net/bdpub/index.php>
- Bedoya, C. (2016). *Metodologías para el análisis bromatológico, físico y químico del cacao fermentado y seco, dentro del marco normativo internacional*. (Tesis de pregrado).Facultad de ingeniería. Caldas, Antioquia.
- Bekele, F., Buttler, R. (2000). *Proposed short list cocoa descriptors for characterization*. In Eskes, A.B., Engels, J.M., Lass, R.A. eds. Working procedures for cocoa germplasm evaluation and selection (Proceedings of the CFC/ICCO/IPGRI project Workshop 1–6 February 1988–Montpellier, France). Rome, Italy. IPGRI. p 41-48.
- Bennett, J.W.; Chang, P.K.; Bhatnagar, D. (1997). *One gene to whole pathway: the role of norsolorinic acid in aflatoxin research*. *Advances in Applied Microbiology* 45: 1-15.
- Bermúdez, K y Mendoza, C. (2016) *Post-cosecha y secado del grano del cacao nacional fino y de aroma para la determinación de perfiles físicos, bromatológicos y organolépticos*. (Tesis de licenciatura). Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Calceta, Ecuador.
- BIBLIOTECA NACIONAL DE MEDICINA, CENTRO NACIONAL DE INFORMACION BIOTECNOLOGICA (NIH), consultada por última vez en Diciembre 05, 2019, de la URL <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Aflatoxin-B1>
- Biehl, B. (1982). *Biochemistry of chocolate flavour precursors*. In *International cocoa research conference*, (England), 12: 929 p.
- Bolet, M., & Socarras, M.M. (2005). *Micotoxinas y cáncer*. *Revista cubana de investigación biomédica*. Cuba
- Bonvehí SJ, Coll FV. (1999). *Protein quality assessment in cocoa husk*. *Food Research International*. 32:201-208.

- Bravo, C. y Mingo, M. (2011). *Valoración de tres métodos de fermentación y secado para mejorar la calidad y rentabilidad del cacao fino de aroma (Theobroma cacao L.) en la parroquia panguintza del cantón centinela del cóndor, provincia de Zamora Chinchipe*. Tesis (Ing. Agrícola). Universidad Nacional de Loja, Ecuador.
- Brack, A. (1999). *Diccionario Enciclopédico de Plantas Útiles del Perú*. Cusco. CBC. Pág. 222.
- Braudeau, J. (1970). *El cacao*. Barcelona, España, Blumé.
- Bravo, D. (2010). *Evaluación fisicoquímica del comportamiento de las almendras de cacao (Theobroma cacao L) de seis clones: ICS -1 (Imperial Collage Selection), ICS – 95 (Imperial Collage Selection), UF – 613 (United Fruit), IMC – 67 (Iquitos Marañón Colección), TSH – 565 (Trinidad Selection Hybrida), CCN-51 (Colección Castro Naranjal) y el cacao criollo durante el proceso de fermentación y secado*. (Tesis de Licenciatura). Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto, Perú.
- Borzsonyi M, Lapis K, Day NE, Yamsaki H., et al. (1984). *Models, mechanisms and tumour promotion*. International Agency for Research in Cancer (IARC). Scientific Publication. Lyon, France: World Health Organization. Vol. 562000
- CAOBISCO/ECA/FCC. (2015). *Cacao en Grano: Requisitos de Calidad de la Industria del Chocolate y del Cacao*. Bruselas, Bélgica.
- Cabañes, F.; Abarca, L.; Bragulat, M.; Catellá, G. (2007). *Micotoxinas en Alimentos. Especies productoras de micotoxinas*. Díaz de Santos. España. p 29-61. Coord. José Miguel Soriano del Castillo.
- Chang, J., Vallejo, C., Párraga, D., Morales, W., Macías, J., y Ramos, R. (2014). *Atributos físicos-químicos y sensoriales de las almendras de quince clones de cacao nacional (Theobroma cacao L.) en el Ecuador*. Ciencia y Tecnología, 7(2): 21-34.
- Camu, N., De Winter, T., Addo, S., Takrama, J., Bernaert, H., De Vuyst, L. (2008). *Fermentation of cocoa beans: influence of microbial activities and polyphenol concentrations on the flavour of chocolate*. J Sci Food Agric.; 88: 2288-2297
- Carrillo, A. B. (2011). *Influencia del Tiempo de Fermentado y Método de Secado Solar en la Calidad Sensorial del Licor de Cacao (Theobroma cacao L.) Clon CCN51*. Tesis (Ing. Industrias Alimentarias). Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María, Perú.
- Cedeño, P. (2010). *Determinación de perfiles organolépticos en ocho grupos de cacao mediante la degustación de licor de cacao y chocolates oscuros elaborados artesanalmente*. (Tesis Ing. Agroindustrial). Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. Manabí, Ecuador.

- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). (2012). *Calidad de Cacao en Centroamérica*. 1 ed. Costa Rica. p 15-29.
- Chalco, D. (2014). *Riesgo toxicológico de aflatoxinas presentes en maní y nueces comercializados en los principales mercados de la ciudad de Cuenca*. (Tesis Maestría). Universidad de Cuenca, Ecuador.
- Chun HS, Kim HJ, Ok HE, Hwang J-B, Chung D-H. (2007). *Determination of aflatoxin levels in nuts and their products consumed in South Korea*. Food Chemistry.102(1):385-91.
- Codex Alimentarius. (1997). *Código de prácticas para prevenir y reducir la contaminación presente en las materias primas por aflatoxina B1 - CAC/RCP 45-1997*
- Collazos, C. et al. (1996). *Tabla peruana de composición de alimentos*.7ed. Lima, Perú
- Collazos, Q. et al. (1975). *La Composición de los alimentos peruanos*. Lima - Perú, Editorial del Ministerio de Salud, 3º Edición, pág. 35.
- Conjunto de datos integrado de composición de alimentos (CoFID). (2019, Marzo 25). Guía sobre el contenido de nutrientes del suministro de alimentos del Reino Unido, McCance y Widdowson. Recuperado de: <https://www.gov.uk/government/publications/composition-of-foods-integrated-dataset-cofid>
- Córdova, Y. (2016). *Efecto del tiempo y frecuencia de remoción en el proceso de fermentación y secado ambiental de cacao criollo (Theobroma cacao L.) en la subcuenca del río Yapatra – Chulucanas*. (Tesis Ing. Agroindustrial), Universidad Nacional de Piura, Perú.
- Council for Agricultural Science and Technology, CAST. (1989). *Mycotoxins: economic and health risks*. Task force report nr 116. Ames, Iowa: Council for Agricultural Science and Technology.
- Counet, C., Callemien, D., y Collin, S. (2004). *Chocolate and cocoa: New sources of transresveratrol and trans-piceid*. Food Chemistry. USA.
- Creppy, E. (2002). *Update of survey, regulation and toxic effects of mycotoxins in Europe*. Toxicology letters. 127: 19-28.
- Cros, E. and N. Jeanjean. (1995). *Cocoa quality: effect of fermentation and drying*. Plantations, recherche, développement 24: 25-27.
- Cross, E. (1997). *Factores condicionantes de la calidad del cacao*. Memorias del 1er Congreso Venezolano del Cacao y su Industria. Noviembre. Maracay, Estado Aragua. Venezuela. p. 16-32.

- Cruz, A.; Moreno, J.; Sánchez, G.; Moreno, E.; Pérez, M. (2008). *Efecto de los agentes esenciales de canela (Cinnamomum zeylanicum Blume) y tomillo (Thymus vulgaris L.) sobre el desarrollo de Aspergillus flavus y producción de aflatoxinas en maíz*. Memorias del X Congreso Internacional / XXXV Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología, A.C. Monterrey, México. L-53.
- Cubero E, Enríquez G, Hernández A, Rodríguez T. (1992). *Calidad del Cacao en Cuatro Zonas Cacaoteras de Costa Rica*. TURRAB.42(3): 287-293.
- Cueva, A. (2007). *El Cultivo de cacao*. Universidad Nacional de San Martín, Facultad de Ciencias Agrarias - Departamento Académico Agrosilvopastoril. Tarapoto, Perú. Pp. 5-6.
- Davis, N.D.; Diener, U.L. (1968). *Growth and aflatoxina production by Aspergillus parasiticus from varios carbon source*. Applied Microbiology 16:158.
- Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA),/Servicio de Investigación Agrícola. (2019). Análisis, compilación y la presentación de datos de nutrientes y componentes de alimentos, FoodData Central. Consultada por última vez en Enero 20, 2019, de la URL [fdc.nal.usda.gov](http://fdc.nal.usda.gov).
- Detroy, R.W.; Lillehoj, E.B.; Ciegler, A. (1971). *Aflatoxins and related compounds Microbial Toxins*. Vol 6. Ciegler, A., Kadis, S., Ajl, S. J. Eds. Academic Press, New York, 39 p.
- Diario Oficial de la Unión Europea (DO). 2010. “Reglamento modificado (CE) 1881/2006 con respecto al contenido máximo de determinados contaminantes en los productos alimenticios”. Reglamento de la comisión (EU) N°165/2010. L50/8.
- Diario Oficial de la Unión Europea (DO). 2006. “Reglamento por el que se fija el contenido máximo de determinados contaminantes en los productos alimenticios”. Reglamento de la comisión (EU) N°1881/2006. L364/5.
- Dignan, C., Burlingame, B., Kumar, S., y Aalbersberg, W. (2004). FAO/Las tablas de composición de alimentos de las Islas del Pacifico. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/y5432e/y5432e00.htm#Contents>
- Dixon, R.C.; Hamilton, P.B. (1981). *Effects of feed ingredients on the antifungal activity of propionate*. Poultry Sciences 60:2407
- Eaton, D.I., Ramsdell, H.S., and Neal, G.E. (1994). *in The toxicology of aflatoxins. Human Health, Veterinary and Agricultural Significance* (ed. Eaton, D.L. & Groopman J.J.) 45-72 (Academic Press, Inc., San Diego, USA).
- Ehrlich, K., Cotty, P.J. (2003). *New insights into pH regulation of aflatoxin production by Aspergillus species*. XXII Fungal Genetics Conference Proceedings. Abstract No. 201.p. 283.
- Enríquez, G. (2004). *Cacao orgánico: guía para productores ecuatorianos*. Quito, Ecuador. p. 360.

- European Food Information Resource (EuroFIR). (2010 – 2020). Base de datos europeas de composición de alimentos. Recuperado de: <http://www.eurofir.org/foodexplorer/login1.php>
- FAO / INFOODS Bases de datos de composición de alimentos. (2019). Red Internacional de Sistemas de Datos de Alimentos (INFOODS). Recuperado de: <http://www.fao.org/infoods/infoods/tables-and-databases/faoinfoods-databases/en/>
- FEDERACIÓN NACIONAL DE CACAOTEROS - FONDO NACIONAL DEL CACAO, (2004). *El beneficio y características físico químicas del cacao (Theobroma cacao L.)* Ministerio de Agricultura y desarrollo rural - Colombia. Editorial Produmedios.
- FDA - CAST, (2003). *Mycotoxins - risks in plant, animal and human systems*, Task Force Report, N°139. Council for Agricultural Science and Technology, Ames, Iowa, pp. 1–191.
- Fierro, K. (2012). *Evaluación de los niveles de aflatoxinas B1, B2, G1 y G2 en maní a granel comercializado en la ciudad de Sangolquí mediante el método de cromatografía líquida de alta resolución con detector de fluorescencia y caracterización morfológica del hongo productor de aflatoxinas*. (Tesis Ing. Biotecnología). Escuela Politécnica del ejército. Sangolquí, Ecuador.
- French, B. (2006). *Food Composition Tables for Food Plants in Papua New Guinea*. Burnie, Tasmania.
- Fowler, M. (1994). *Fine for flavours cocoas*. Current position and prospects. Cocoa Grower's Bull. 48: 17-23.
- Fowler, M.S. (1999). *Cocoa beans: From tree to factory*. In Industrial Chocolate Manufacture and Use, 3rd edn. Beckett, S. T. (Ed.). Oxford: Blackwell Science, pp. 8-35.
- Gaitan, T. (2005). *Cadena del cultivo del cacao (Theobroma cacao L.) con potencial exportador*. Managua, Ecuador. Pp. 18 - 19.
- García, F.S. (2016). *Química supramolecular del estado líquido: disolventes nanoestructurados para la extracción de micotoxinas en productos agroalimentarios*. Tesis Doctoral. Universidad de Córdoba, España.
- García, L. (2011). *Estudio agromorfológico y fisicoquímico de ecotipos de cacao cultivados en los municipios de Usulután y California del departamento de Usulután en El Salvador*. (Tesis). Universidad Dr. José Matías Delgado. Antiguo Cuscatlán.
- Galtier, P. (1999). *Biotransformation and fate of micotoxinas*. Journal of Toxicology Review 295-312.
- Gendy, S. M.; Marth E. H. (1989). *Growth and aflatoxin production by Aspergillus parasiticus in the presence of Lactobacillus casei*. Journal of Food Protection 44: 211–221

- Gil, A. (2010). *Tratado de Nutrición. Composición y calidad Nutritiva de los Alimentos*. Madrid, España. Editorial Médica Panamericana.
- González, H.H.L.; Resnik, S.L.; Vaamonde, G. (1987). *Influence of inoculum size on growth rate and lag phase of fungi isolated from Argentina*. Int. Journal of Food Microbiology 4:111-117
- Gonzalvez, C. J. (2013). *Evaluación de aflatoxinas en maíz blanco y morado usado para elaborar Apis*. Tesis de Licenciatura. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia.
- Graziani de Fariñas, L.: L. Ortiz, N. Álvarez y A. Trujillo de Leal. (2003). *Fermentación del cacao en dos diseños de cajas de Madera*. Agronomía Trop. 53 (2): 175-187.
- Guzmán, D. (2007). *La exposición a la aflatoxina B1 en animales de laboratorio y su significado en la salud pública*. México. Salud Pública.
- Guzmán de Peña, D. (2010). *Mitos y realidades de las aflatoxinas. Avance y perspectiva*. España: Diaz de Santos.
- Hendrickse, R.G. 1997. *Of sick turkeys, kwashiorkor, malaria, perinatal mortality, heroin addicts and food poisoning: Research on the influence of aflatoxins on child health in the tropics*. Annals of Tropical Medicine and Parasitology 91: 787–793
- IARC. (2002). *IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans*, Vol. 56, IARC. *Some traditional herbal medicines, some mycotoxins, naphthalene and styrene*. Lyon, France. Vol 82.
- INDECOPI, (2008). *Manual de buenas prácticas para la cosecha y beneficio del cacao*, Aplicación de la ITINTEC - NTP 208.040:2008. Q&P impresores. Lima, Perú. 32 p.
- INDECOPI (2016). *Declaración de protección de CACAO AMAZONAS PERU como denominación de origen*. CEPROAA. Resolución N°014866 – 2016/DSD – INDECOPI.
- Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (ICBF)/ Universidad Nacional de Colombia. (2018). *Tabla de composición de alimentos colombianos (TCAC)*. Colombia. Imagen corporativa.
- Instituto Europeo de Oncología. *Base de datos de composición de alimentos para estudios epidemiológicos en Italia (BDA)*. consultada por última vez en Diciembre 05, 2018, de la URL <http://www.bda-ieo.it/>
- Instituto Nacional de Salud Pública y Medio Ambiente/ Ministerio de Salud, Bienestar y Deporte. *Base de datos de composición de alimentos holandesa (NEVO)*. consultada por última vez en Diciembre 15, 2018, de la URL <https://www.rivm.nl/en/dutch-food-composition-database>

- Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP)/Organización Panamericana de Salud (OPS). (2012). *Tabla de composición de alimentos de Centroamérica*. 2da Ed, 3ra reimpresión. Guatemala: INCAP/OPS.
- Instituto de Nutrición, Universidad de Mahidol (2014). Base de datos de composición de alimentos de la ASEAN (Asociación de redes de sistemas de datos alimentarios del sudeste asiático). Recuperado de: <https://inmu2.mahidol.ac.th/aseanfoods/index.php>
- INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER (IARC). 2006. Disponible en [www.iarc.fr](http://www.iarc.fr)
- Ito Y, Peterson SW, Wicklow DT, Goto T. (2001). *Aspergillus pseudotamari, a new aflatoxin producing species in Aspergillus section flavi*. Mycol Res 105:233-239.
- Jaimez, J., Fuente, C.A., Vázquez, B.I., Franco, C.M., Cepeda, A., Mahuizer, G. (2000). *Application of the assay of aflatoxins by liquid chromatography with fluorescence detection in food analysis*, Journal of Chromatography A. 882:1-10.
- Jeanjean, N. (1995). Influence du genotype, de la fermentation et de la torrefaction sur le developpement de l'arôme cacao. These de doctorat. Universit e Montpellier II. Montpellier France. 202 p. Disponible en [www.cacao.sian.info.ve](http://www.cacao.sian.info.ve).
- Jiménez, J.C. (2000). *Efectos de dos Métodos de Fermentación sobre la calidad de tres grupos de cacao (Theobroma cacao L.) cultivados en la zona de Quevedo, Provincia de Los Ríos*. Tesis Ing. Agr. Guaranda Ecuador, Universidad Estatal de Bolívar, 57 p.
- Jiménez, J., Amores, F., Nicklin, C., Rodríguez, D., Zambrano, F., Bolaños, M., Reynel, V., Dueñas, A., Cedeño, P. (2011). *Microfermentación y análisis sensorial para la selección de árboles superiores de cacao*. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. Quevedo, Ecuador. Boletín Técnico n° 140. 61 p.
- Juan, C., Moltó J.C., Lino C.M., Mañes J. (2008). *Food Chem.* 107: 525-530.
- Juan, C. (2008). *Análisis de aflatoxinas y Ocratoxina A en alimentos y evaluación de la ingesta poblacional*. (Tesis Doctoral). Universidad de Valencia. Burjassot, Valencia.
- Juan, C., Soriano, J.M., Burdaspal, P. (2007). *Micotoxinas en Alimentos. Aflatoxinas del grupo B y G*. Díaz de Santos. España. p 91-117. Coord. José Miguel Soriano del Castillo.
- Karunaratne, A.; Bullerman, L.B. (1990). *Interactive effects of spore load and temperature on aflatoxin production*. Journal of Food Protection 53: 227–229.

- Krishnamachari, K. A. V.; Bhat, R. V.; Nagarajan, V.; Tilak, T. B. G. (1975). *Hepatitis due to aflatoxicosis, an outlook in western India*. Lancet 1: 1061–1063.
- Kuhne S., Burth U. & Marx P. (2011). *Cuidado de cultivos biológicos al aire libre*. España: Mundi – Prensa.
- Kurtzman CP, Horn BW. (1987). *Aspergillus nomius, a new aflatoxin-producing species related to Aspergillus flavus and Aspergillus tamari*. Antonie van Leeuwenhoek 53:147-158.
- Lecumberri, E., Mateos, R., Ramos, S., Alía, M., Rúperez, P., Goya, L., y Bravo, L. (2006). *Caracterización de la fibra de cacao y su efecto sobre la capacidad antioxidante en suero de animales de experimentación*. Nutrición Hospitalaria, 21(5), 622-628.
- Landers, K.E.; Davies, N.D.; Diener, U.L. (1967). *Influence of atmospheric gases on aflatoxina production by Aspergillus flavus in peanuts*. Phytopathology 57: 1086-1967.
- Lares, M., Gutiérrez, E. y Álvarez, C. (2012). *Efecto del tostado sobre las propiedades físicas, fisicoquímicas, composición proximal y perfil de ácidos grasos de la manteca de granos de cacao del estado de Miranda, Venezuela*. Revista Científica UDO Agrícola 12 (2) 439-446.
- Lemus, M., Graziani de Fariñas, L., Ortiz de Bertorelli, L., Trujillo de Leal, Y.A. (2002). *Efecto del mezclado de cacaos tipos Criollo y Forastero de la localidad de Cumboto sobre algunas características físicas de los granos durante la fermentación*. Agron. Trop. 52(1): 45-58.
- Lenovich, L.M. (1981). *Effect of caffeine on aflatoxin production in cocoa beans*. J. Food Sci. 46(3):655.
- Leong Y-H, Ismail N, Latif AA, Ahmad R. (2010). *Aflatoxin occurrence in nuts and commercial nutty products in Malaysia*. Food Control. 21(3):334-8.
- Loayza, L.W. (2014). *Influencia de la remoción, durante la fermentación, en la calidad sensorial del cacao (Theobroma Cacao, L.) de Satipo*. (Tesis Ingeniero Químico). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.
- Martínez M, Vargas del Río L, Gómez V. (2013). *Aflatoxinas: incidencia, impactos en la salud, control y prevención*. Biosalud.
- Martinez, N. (2016). *Evaluación de componentes físicos, químicos, organolépticos y del rendimiento de clones universales y regionales de cacao (Theobroma cacao L.) en las zonas productoras de Santander, Arauca y Huila*. (Tesis Maestría). Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.
- Masood M, Iqbal SZ, Asi MR, Malik N. (2015). *Natural occurrence of aflatoxins in dry fruits and edible nuts*. Food Control. 55:62-5.
- Martín, J. (2004). *Fundamento del análisis microbiológico de los alimentos*. Alimentación. Equipos y tecnología. 195: 58 – 62.

- Mazzani, C.; Luzón, O.; Chavarry, M. (2004). *Aspergillus flavus* asociado a *Epitragus* sp. (Coleoptera: Tenebrionidae) en maíz bajo riego en Turén, estado Portuguesa, Venezuela. *Entomotropica* 19: 157-159.
- Mejía, N., Alvarado, P. y Vásquez, N. (2014). *Determinación de aflatoxinas en productos derivados de cereales de consumo humano en Mercados de Trujillo (Perú)*. REBIOLEST. 2(2): e30. Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo. Perú.
- Mendis, A. (2003). *Manual de cultivo de cacao*. Ministerio de Agricultura. Programa para el desarrollo de la amazonia. Perú.
- Menezes, S., Matos, E., Oliveira, A., Silva, B., Santos, L., Peres, K., Da Silva, A., Pirovani C., Micheli F. (2016). *The pathogenesis-related protein PR-4b from Theobroma cacao presents RNase activity, Ca<sup>2+</sup> and Mg<sup>2+</sup> dependent- DNase activity and antifungal action on Moniliophthora perniciosa*. BMC Plant Biol.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA. (2000). *El cultivo de cacao en la amazonia peruana*. Lima, Perú.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO. (2013). *Catálogo de cacao*. Perú: MINAGRI.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO. (2014). *El cultivo del cacao*. Dirección de Promoción Agraria. Lima – Perú. Recuperado de: <http://www.proyectosperuanos.com/cacao.html>.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO. (2016). *Estudio del cacao en el Perú y en el Mundo: Un análisis de la producción y el comercio*. Lima Perú.
- MINISTERIO DE ECONOMÍA Y FINANZAS. (2007). *Diagnóstico y propuesta de parámetros para la estandarización y homogenización del tratamiento post-cosecha de cacao*. Lima Perú.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO, SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD AGRARIA, DIRECCIÓN DE INSUMOS AGROPECUARIOS E INOCUIDAD AGROALIMENTARIA. (2016). *Informe del monitoreo adicional de residuos químicos y otros contaminantes en alimentos agropecuarios primarios y piensos, año 2015*. Memorandum Múltiple N° 0203-2015-MINAGRI-SENASA-DIAIA. Lima, Perú.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO, SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD AGRARIA, DIRECCIÓN DE INSUMOS AGROPECUARIOS E INOCUIDAD AGROALIMENTARIA. (2017). *Informe del monitoreo de residuos químicos y otros contaminantes en alimentos agropecuarios primarios, año 2015*. Resolución Directoral N° 050-2015-MINAGRI-SENASA-DIAIA. Lima, Perú.

- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO, SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD AGRARIA, DIRECCIÓN DE INSUMOS AGROPECUARIOS E INOCUIDAD AGROALIMENTARIA. (2018). *Informe del monitoreo adicional de residuos químicos y otros contaminantes en alimentos agropecuarios primarios y piensos, año 2016*. Resolución Directoral N° 0041-2016-MINAGRI-SENASADIAIA. Lima, Perú.
- Ministry of education, culture, sports, Science and technology – Japan (MEXT).(2015). Standard Tables of food composition in Japan (Seventh Revised Version). Recuperado de:  
[https://www.mext.go.jp/en/policy/science\\_technology/policy/title01/detail/01/1374030.htm](https://www.mext.go.jp/en/policy/science_technology/policy/title01/detail/01/1374030.htm)
- Morazan, A. (2012). *Evaluación de las características microultraestructurales para el control de calidad de la fermentación de ocho genotipos diferentes de semillas fermentadas de Theobroma cacao L.* (Título de Licenciatura). Universidad de El Salvador. El Salvador, Centroamérica.
- Moreno, E. (1988). *Manual para la identificación de hongos de granos y sus derivados*. UNAM. México. 109 p.
- Moreno, E.; Gil, M. (1991). *La biología de Aspergillus flavus y la producción de aflatoxinas*. UNAM. México. 42 p.
- Moreno, J. (2004). *Estudio comparativo de Aspergillus flavus y Aspergillus parasiticus en la producción de aflatoxinas bajo diferentes condiciones de humedad y temperatura*. TESIS. UNAM. Facultad de Estudios Superiores de Pstgrado. Cuautitlán Izcali, México.
- Moreno, L. J. y Sánchez, J. A. (1989). *Beneficio del Cacao*. Fundación Hondureña de Investigaciones Agrícolas. Fascículo N 6. 26 p.
- Moss, M. (1991). *The environmental factors controlling mycotoxins formation. Mycotoxins and animal foods*. CRC Press. EEUU, pages 37-56.
- Mupunga I, Lebelo S, Mngqawa P, Rheeder J, Katerere D. (2014). *Natural occurrence of aflatoxins in peanuts and peanut butter from Bulawayo, Zimbabwe*. Journal of Food Protection®. 77(10):1814-8.
- Natividad, R.; Adriazola, J.; Garcia, L.; Zavala, J.; Gil, J.; Cabezas, O.; Gonzales, F. (2007). *Cultivos industriales tropicales: café, cacao y palma aceitera*. UNAS, Perú.
- Neamatallah A, Serdar SA. (2013). *Incidence of aflatoxins in commercial nuts in the holy city of Mekkah*. Food Control. 29(1):121-4.
- NORMA TÉCNICA PERUANA NTP – ISO 2451. (2016.) *Granos de Cacao*. Especificaciones. Dirección de Normalización – INACAL. 4ª Edición. Lima. Perú. 19pp

- NORMA TÉCNICA PERUANA NTP –ISO 2291. (2016). *Granos de Cacao. Determinación del contenido de humedad (método de rutina)*. Dirección de Normalización – INACAL. 4ª Edición. Lima. Perú. 5pp.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (1953). *Tablas de composición de alimentos para uso internacional*. Roma, Italia. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/x5557e/x5557e00.htm>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la 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*. Estudio FAO Alimentación y Nutrición 73. Roma: Autor.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2004). *Reglamentos a nivel mundial para las micotoxinas en los alimentos y en las raciones en el año 2003*. Estudio FAO Alimentación y Nutrición. Roma, Italia.
- OPS-OMS. (1983). *Micotoxinas. Criterios de la salud ambiental 11: Micotoxinas* (Organización Mundial de la Salud, Publicación Científica 453, Washington, USA).
- Palacios, C. (2008). *Establecimientos de parámetros (físicos, químicos y organolépticos) para diferenciar y valorizar el cacao (Theobroma cacao L.) producido en dos zonas identificadas al norte y sur del litoral ecuatoriano*. (Tesis Ing. Agrónomo). Universidad Técnica de Manabí. Santa Ana, Manabí, Ecuador.
- Panduro, K. (2018). *Estudio de las propiedades físico químicas del grano seco y reológicas del licor de cacao, en tres clones, CCN51, ICS95 y ICS39, (Theobroma cacao L.)*. (Tesis Ing. Agroindustrial). Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto, Perú.
- Paredes, M. (2000). *Rehabilitación - Renovación en cacao*. Convenio con USAID/CONTRADROGAS. Pp. 37-45.
- Pastorelly D. (2013). *Bioquímica y microbiología de la fermentación de cacao*. El cacaotero.1(1).
- Peraica, M.; Radic, B.; Lucic, A.; Pavlovic, M. (1999). *Efectos tóxicos de las micotoxinas en el ser humano*. Bugarian. WHO. 754-766.
- Perea, J; Ramírez, O; Villamizar, A. (2011). Caracterización fisicoquímica de materiales regionales de cacao colombiano. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial* 9(1):35 – 42.
- Pérez, E., Álvarez, C., & Lares, M. (2002). *Caracterización física y química de almendras de cacao fermentado, seco y tostado de la región de Chuao*. *Agronomía Tropical*. 52(2), 161-172.
- Pinzón, J.; Ardila, J.; Rojas, F. (2008). *Guía Técnica para el Cultivo del Cacao*. 3ª edición: 152-164.

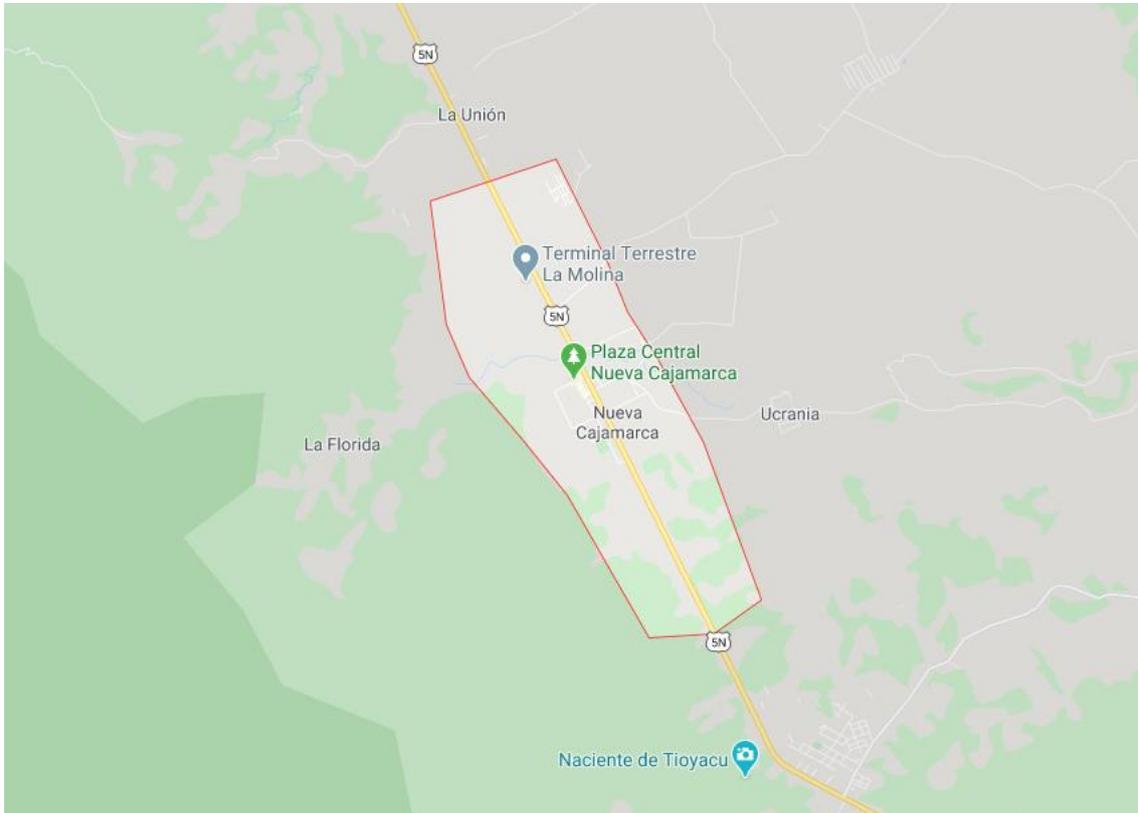
- Portillo, E.; Graziani De Farinas, L.; Gros, E. (2006). *Efecto de algunos factores post-cosecha sobre la calidad sensorial del cacao criollo porcelana (Theobroma cacao L.)*. Universidad de Zulia - Venezuela. 9 p.
- Portillo, E.; Graziani De Farinas, L.; Betancourt, E. (2005). *Efecto de los tratamientos post-cosecha sobre la temperatura y el índice de fermentación en la calidad del cacao criollo Porcelana (Theobroma cacao L.)* Universidad de Zulia-Venezuela. 12p.
- Praveen, R.J.; Subramanyam, C. (1999). *Requirement of Ca<sup>+</sup> for aflatoxina production, inhibitory effect of Ca<sup>2+</sup> channel blockers on aflatoxina production by Aspergillus parasiticus NRRL2999*. Letters in Applied Microbiology 28:85-88.
- Puziah, H.; S. Jinap, K. S. Sharifah and A. Asbi. (1998). *Effect of mass and turning time on free amino acid, peptide-N, sugar and pyrazine concentration during cocoa fermentation*. J. Sci. Food Agric. 78: 543-550.
- Quiñones, M. (2010). *Efecto de cocoanox, un cacao rico en polifenoles, en ratas espontáneamente hipertensas*. Tesis Ph.D. Madrid, España, Universidad Complutense de Madrid.
- Ramos, G. (2004). *La Fermentación, el Secado y Almacenamiento del Cacao*. In *Taller Internacional de Calidad Integral de cacao*, Teoría y Práctica (15-17 nov. / 2004). INIAP – Quevedo, Ecuador.
- Ramos, G., González, N., Zambrano, A., Gómez, A. (2013). *Olores y sabores de cacaos (Theobroma cacao L.) venezolanos obtenidos usando un panel de catación entrenado*. Rev. Científica UDO agrícola. Venezuela. 13(1): 114-127.
- Reddy SV, Waliyar F. (2000). *Properties of aflatoxin and its producing fungi*. International Crop Research Institute for the Semi-Arid Tropics -ICRISAT. 10:95-98
- Reyes, M., Gómez-Sanchez, I., y Espinoza, C., (2017). *Tablas Peruanas de composición de alimentos*. 10ma Ed, Ministerio de Salud (MINSA), Instituto Nacional Salud (INS). Lima, Perú.
- Reyes, H.; Vivas, J. y Romero, A. (2004). *La calidad en el cacao, Factores determinantes de la Calidad del cacao*. FONIAP. MaracayAragua.
- Reyes, V. (2006). *Determinación de aflatoxinas y Ocratoxinas en la maca seca y harina de maca (lepidium meyenii walp)*. [Tesis de Maestría]. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú.
- Rivera, J. (2018). *Correlación de la porosidad con el grado de fermentación del grano de cacao peruano (Theobroma cacao l.)*. (Tesis Ing. Industrias Alimentarias). Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
- Rodríguez, J.; Escalona, H.; Contreras, S.; Orozco, I.; Jaramillo, E.; Lugo, E. (2012). *Effect of fermentation time and drying temperature on volatile compounds in cocoa*. Food Chemistry 132:277–288.

- Rodríguez, M., Sala, A., & Salazar, P. (2008). *Aflatoxinas*. Colombia. Universidad de los Andes.
- Rojas Contreras, O., y Wilches Florez, A. M. (2009). *Determinación de aflatoxinas en alimentos de mayor consumo infantil comercializados en la ciudad de Pamplona, norte de Santander*. Pamplona, Colombia: Universidad de Pamplona.
- Rosario, D. (2012). *Estudio del proceso poscosecha de Cacaos Nativos procedentes de Cusco, Junín y Piura para la Optimización de su Calidad Organoléptica y del contenido de Fitoquímicos de importancia en Salud*. Unidad de Investigación en Productos Naturales. Universidad Peruana Cayetano Heredia. Perú.
- Sandoval, C.G. (2013). *Determinación de aflatoxinas totales, por cromatografía líquida de alta resolución (HPLC), en matriz de cereales: maíz y cebada*. (Tesis de Titulación Químico de Alimentos). Universidad Central del Ecuador. Quito, Ecuador.
- Sánchez, C. V. A. (2007). *Caracterización organoléptica del cacao (*Theobroma cacao* L.), para la selección de árboles con perfiles de sabor de interés comercial*. (Tesis de Licenciatura). Universidad Técnica Estatal de Quevedo Facultad de Ciencias Agrarias Escuela de Ingeniería Agrónoma. Ecuador.
- Schmidt-Hebbel, H., Pennacchiotti, I., Masson, L., y Mella, M. (1990). *Tabla de composición química de alimentos chilenos*. 8va Ed. Universidad de Chile, Santiago, Chile.
- Scusserl, V., Hiroshi, L. y Lorini, I. (2002). *Armazenagem de grãos*. 1ª ed. Campiñas. Instituto Bio Geneziz. 983 p.
- Soriano, J.M.; Moltó, J.; Mañes, J. (2007). *Micotoxinas en Alimentos. Análisis de micotoxinas en alimentos*. Díaz de Santos. España. Coord. José Miguel Soriano del Castillo.
- Soriano, J.M. (2007). *Micotoxinas en alimentos*. Díaz de Santos. España. 396p.
- Tabak, H.H.; Cooke, W.B. (1968). *The effect of gaseous environment on the growth and metabolism of fungi*. Botanical Review 34:124.
- Tabla de composición de alimentos brasileña (TBCA). Universidad de São Paulo (USP). Centro de Investigación de Alimentos (FoRC). Versión 7.1 São Paulo. Consultada por última vez en Enero 2019, de la URL: <http://www.fcf.usp.br/tbca> .
- Tatis, R.A., y Valdés, V. (2013). *Estudio de Dieta Total de Panamá EDTPAN 2013*. Organización Panamericana de la Salud. Organización Mundial de la Salud. PNUD. PNUMA.
- Thomson, C., & Henke, S.E. (2000). *Effects of climate and type of storage container on aflatoxin production in corn and its associated risks to wildlife species*. Journal of Wildlife Diseases, 36(1), 172-179.

- Tinoco, M. (2016), *Estudio de la presencia de aflatoxinas en cereales para niños, expendidos en el mercado El Arenal de la ciudad de Cuenca*. Revista de la Facultad de Ciencias Químicas, N° Ed. especial, Septiembre, pp.7-12, ISSN: 1390 - 1869.
- Urrego Novoa, J., & Díaz, G. (2006). *Aflatoxinas: Mecanismos de toxicidad en la etiología de cáncer hepático celular*. Scielo, Colombia. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-001120060002000061](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-001120060002000061)
- Van de Perre E, Jacxsens L, Lachat C, El Tahan F, De Meulenaer B. (2015). *Impact of maximum levels in European legislation on exposure of mycotoxins in dried products: Case of aflatoxin B1 and ochratoxin A in nuts and dried fruits*. Food and Chemical Toxicology.75:112-7.
- Verdesoto, P. (2009). *Caracterización química preliminar de cacao (Theobroma cacao) de los municipios de Omoa y La Masica, Honduras*. Ing. en Agroindustria Alimentaria. Zamorano-Ho. p 6-7.
- Vilchez, N. (2016). *Efecto del material del fermentador, en el grado de fermentación de granos de cacao (Theobroma cacao L, Clon: CCN - 51)*. (Tesis Ing. Agroindustrial). Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto, Perú.
- Wakao, H. (2002). *Estudio de la variación del contenido de alcaloides en cacao (Theobroma cacao L.) de producción nacional durante el proceso de benefici*. (Tesis de Licenciatura en Ciencias Químicas, especialidad Química Analítica). Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito, Ecuador.

## VIII. ANEXOS

### ANEXO N°01: Muestreo de granos de Cacao en Almacenes (Centros de acopio) de la ciudad de Nueva Cajamarca.



**ANEXO N°02: Muestreo y equipos de medición para humedad de granos de Cacao en Almacenes (Centros de acopio) de la ciudad de Nueva Cajamarca.**



**ANEXO N°03: Método por cuarteo y evaluación física de los granos de *Theobroma cacao*.**



**ANEXO N°04: Prueba de corte (Método del bisturí) en los granos de *Theobroma cacao***



**ANEXO N°05: Preparación de muestras para evaluación química de granos de *Theobroma cacao***

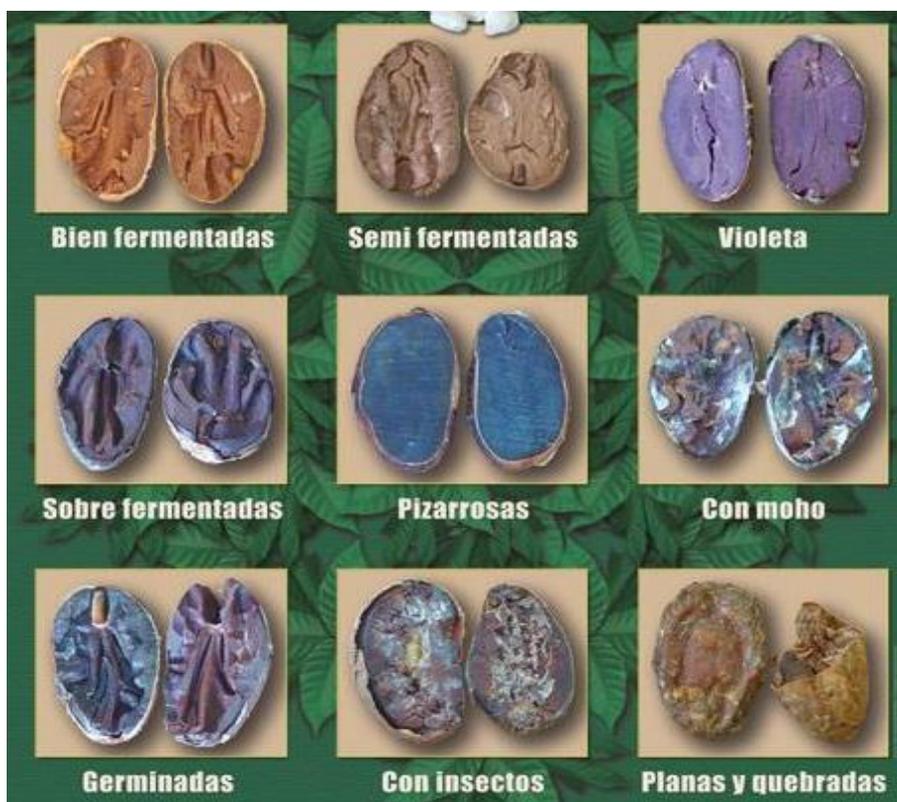


**ANEXO N°06: Defectos de los granos de *Theobroma cacao*. Prueba de corte.**

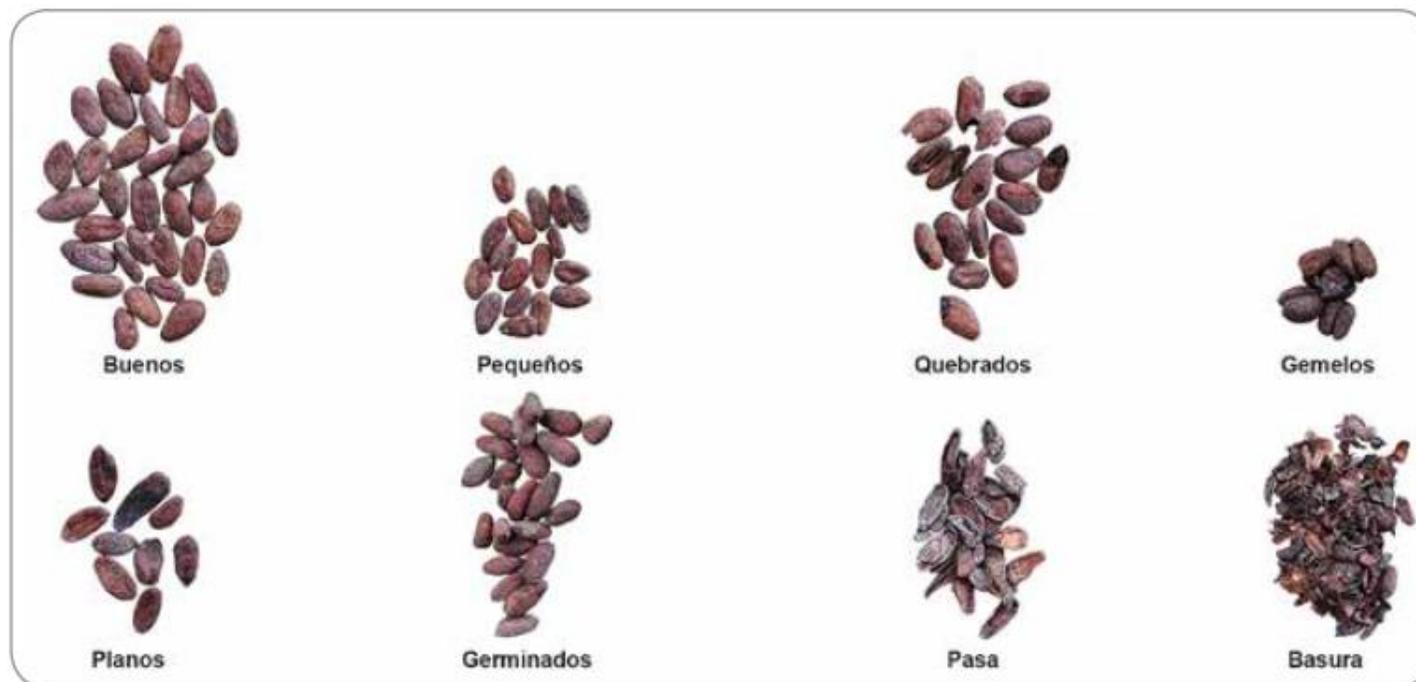
Clasificación	Característica
Bien fermentado	Coloración marrón o marrón oscuro <sup>1</sup> . Apariencia hinchada, no compacto. Estrías profundas, grietas o cavidades. Testa o cascarilla suelta.
Ligeramente violeta	Coloración marrón violeta indicativo de fermentación parcial.
Violeta	No fermentado. Totalmente violeta. No hinchados, compactos. Fuerte sabor amargo y sensación de astringencia. Ausencia de aroma.
Sobre fermentado	Coloración marrón obscuro. Sabor indeseable. Defecto serio.
Mohoso	Moho visible a simple vista (diversos colores). Sabor indeseable. Causa: geminación, daño mecánico o por insectos almacenado con alta humedad y secado deficiente.
Pizarroso	Ningún efecto de fermentación. Color pizarra (gris). Compacto, sin agrietamiento. Defecto serio.
Daño por insectos y roedores	Perforaciones o picados por insectos o roedores.

<sup>1</sup> El color marrón también se le llama castaño, café o canelo.

FUENTE: Manual de control de Calidad del Cacao. APPCAAO. 2012



**ANEXO N°07: Defectos de los granos de *Theobroma cacao*. Evaluación de residuos, granos planos, granos múltiples, materia extraña.**



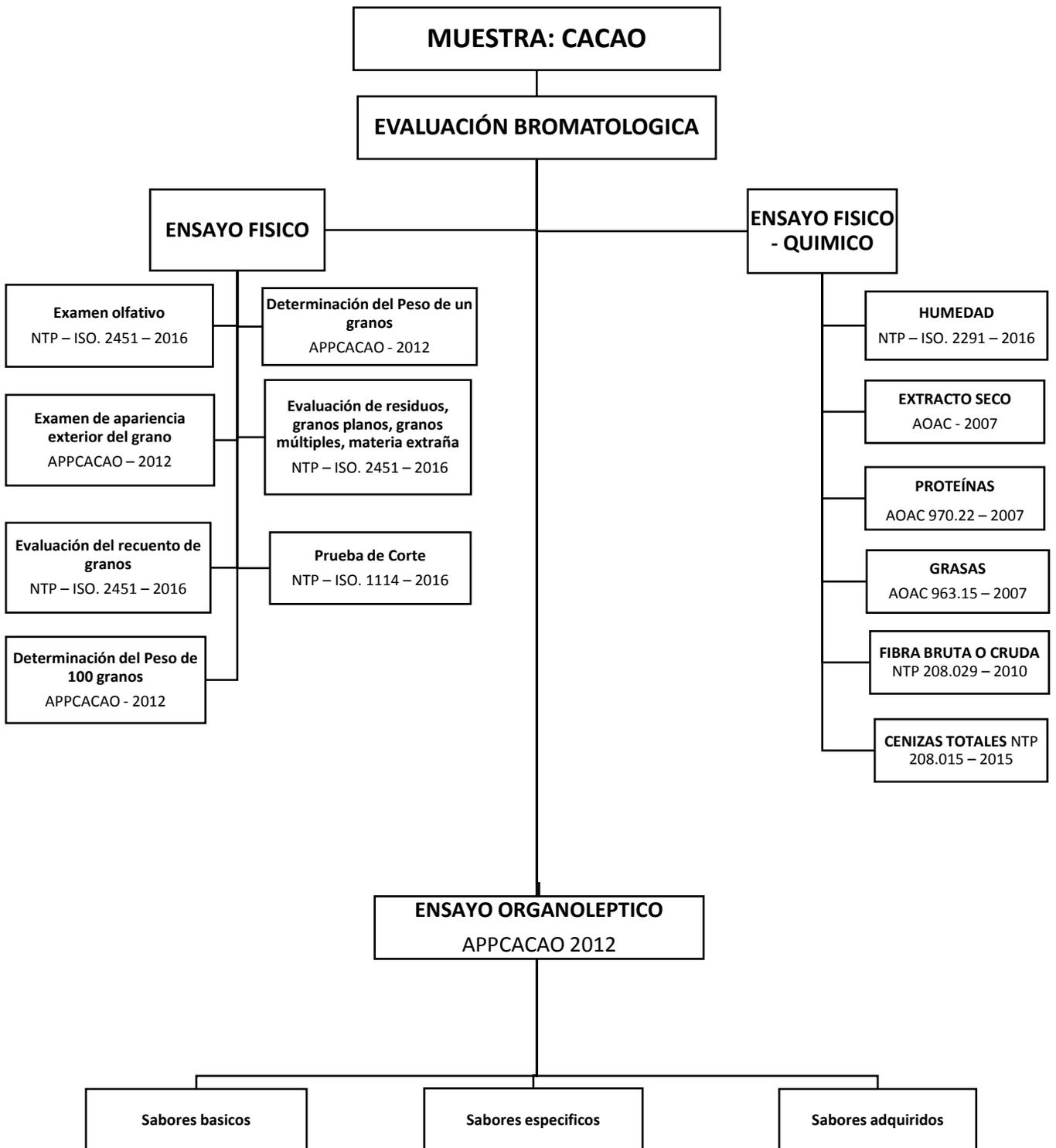
**Características de granos de cacao con defectos y daños.**



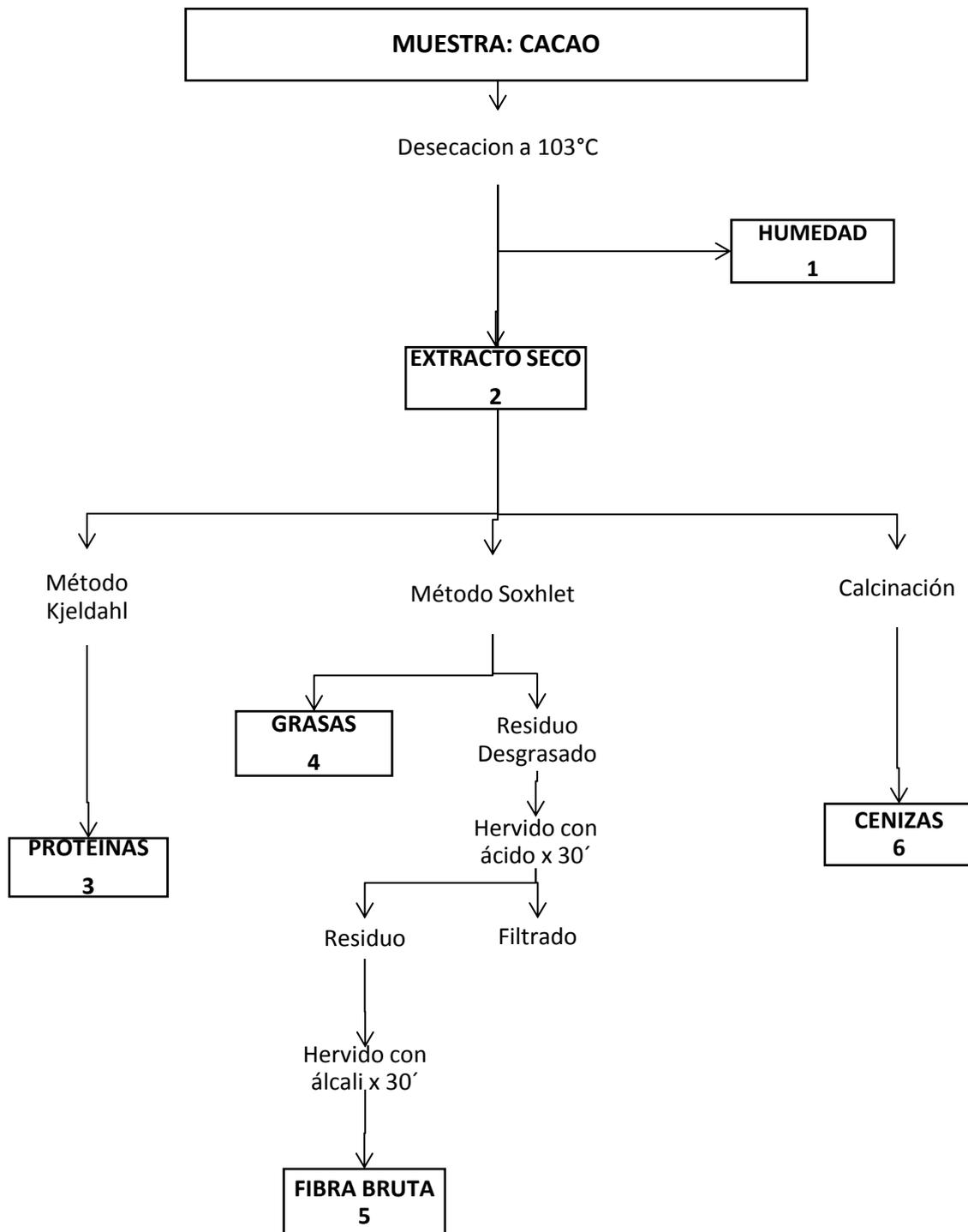
**Impurezas en muestras de cacao.**

**FUENTE: Manual para la evaluación de la calidad del grano de cacao. (2016)**

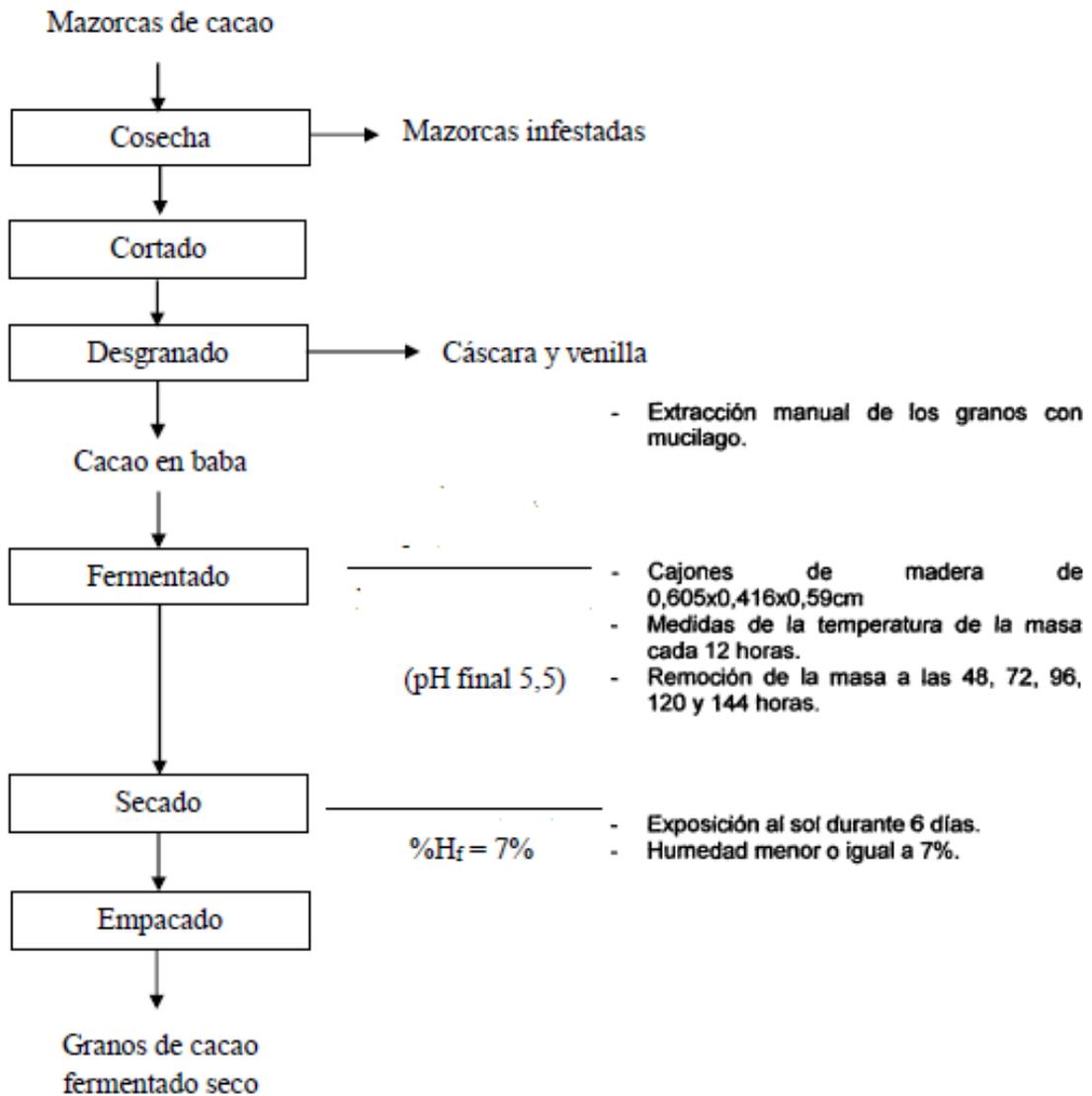
**ANEXO N°08: Evaluación bromatológica de los granos de *Theobroma cacao*.**



**ANEXO N°09: Proceso de ensayo físico – químico de los granos de *Theobroma cacao*.**



**ANEXO N°10: Flujograma para la obtención del grano fermentado seco de cacao.**  
*Theobroma cacao.*



## **ANEXO N°11: Secado de los granos de *Theobroma cacao*.**



## **Anexo N°12: Requisitos de grano de cacao según Norma Técnica Peruana NTP - ISO 2451:2016**

### Requisitos generales

- Color uniforme: de pardo claro a marrón oscuro
- Olor: libre de olores extraños como ahumado, mohoso, podrido o sobre fermentado
- Sabor: agradable dado por la acidez, el amargor y el sabor a chocolate
- Tamaño: uniforme
- Adulteración: los lotes de granos de cacao deben estar libres de cualquier evidencia de adulteración
- Cuerpos extraños: los lotes de cacao deben estar prácticamente libres de cualquier materia extraña

## Anexo N°13: Requisitos de grano de cacao según Norma Técnica Peruana NTP - ISO 2451:2016

NORMA TÉCNICA  
PERUANA

NTP-ISO 2451  
6 de 19

### 4 PREPARACIÓN

Los granos de cacao deben ser fermentados y luego secados hasta que el contenido de humedad no exceda a lo especificado en el apartado 5.2.

### 5 REQUISITOS

#### 5.1 Requisitos generales

##### 5.1.1 Olor

Los lotes de grano de cacao deben estar libres de contaminación.

##### 5.1.2 Adulteración

Los lotes de granos de cacao deben estar libres de cualquier evidencia de adulteración.

##### 5.1.3 Materia extraña

Los lotes de granos de cacao deben estar prácticamente libres de cualquier materia extraña.

##### 5.1.4 Insectos vivos y otra infestación<sup>7</sup>

Los lotes de granos de cacao deben estar libres de insectos vivos, huevos de insectos, larvas en cualquier etapa de desarrollo, libre de ácaros, roedores, u otros tipos de infestación.

<sup>7</sup> NOTA NACIONAL: Incluye larvas y huevos.

## Anexo N°14: Requisitos de grano de cacao según Norma Técnica Peruana NTP - ISO 2451:2016

---

NORMA TÉCNICA  
PERUANA

NTP-ISO 2451  
7 de 19

---

### 5.1.5 Granos rotos, fragmentos y piezas de cáscara

Los lotes de granos de cacao deben estar razonablemente libres de granos rotos, fragmentos y piezas de cáscara.

### 5.1.6 Granos violáceos o morados

Los lotes de granos de cacao deben estar dentro de la estándar de color violáceo o púrpura de granos, típico del grado especificado u origen.

### 5.2 Contenido de humedad

El contenido de humedad de los lotes de granos de cacao comercializados dentro y/o fuera del país productor, no debe exceder de 7,5 g/100 g .

### 5.3 Otras características de calidad

Los lotes de granos de cacao deben estar razonablemente:

- uniformes en talla y
- fermentación.

Los lotes de granos de cacao deben:

- ser aptos para la producción de un producto alimenticio y
- razonablemente libre de granos múltiples, granos planos, granos germinados, residuos y tamizados.

## **Anexo N°15: Normas Técnicas Peruanas para Cacao.**

1. NTP-ISO 2451:2016 Granos de cacao. Especificaciones (EQV. ISO 2451:2014).
2. NTP-ISO 1114:2016 Granos de cacao. Prueba de corte. (EQV. ISO 1114:1977).
3. NTP ISO 2291:2016 Granos de cacao. Determinación del contenido de humedad (método de rutina) (EQV. ISO 2291:1980).
4. NTP ISO 2292:2016 Granos de cacao. Muestreo. 4ª Edición. (EQV. ISO 2292:1973)
5. NTP CODEX STAN 87:2013 CHOCOLATE Y PRODUCTOS DEL CHOCOLATE. Requisitos
6. NTP 208.039:2015 CACAO Y CHOCOLATE. Grano entero de cacao, productos de chocolate y chocolate en polvo. Determinación de aflatoxinas (método por HPLC)
7. NTP 208.034:2016 CACAO Y CHOCOLATE. Parámetros reológicos del chocolate. Determinación del valor mínimo y la viscosidad plástica de Casson.
8. NTP 208.015: 2015 CACAO Y CHOCOLATE. Determinación de cenizas totales. 3ª Edición.
9. NTP 208.016:2015 CACAO Y CHOCOLATE. Grasa en productos del cacao. Método de extracción por Soxhlet.
10. NTP 208.017: 2015 CACAO Y CHOCOLATE. Determinación de humedad. Método gravimétrico. 3ª Edición.
11. NTP 208.017:2015/COR 1:2016 CORRIGENDA 1. CACAO Y CHOCOLATE. Determinación de humedad. Método gravimétrico.
12. NTP 208.019:2015 CACAO Y CHOCOLATE. Fructosa, glucosa, lactosa, maltosa y sucrosa en chocolate con leche. Método por cromatografía líquida.
13. NTP 208.027: 2015 CACAO Y CHOCOLATE. Determinación de cenizas solubles e insolubles. 3ª Edición
14. NTP 208.030: 2015 CACAO Y CHOCOLATE. Determinación de plomo, cadmio, cobre, hierro y cinc. 3ª Edición
15. NTP 107.301:2016 CACAO Y CHOCOLATE. Determinación de fibra dietaria total
16. NTP 208.007 2007 CACAO Y CHOCOLATE. Cacao en polvo (Cocoa) y mezclas secas de cacao y azúcar. Requisitos. 3a. ed.
17. NTP CODEX STAN 141:2014 CACAO Y CHOCOLATE. Cacao en pasta (Licor de cacao/chocolate) y torta de cacao.
18. NTP CODEX STAN 86:2013CACAO Y CHOCOLATE. Manteca de cacao

FUENTE: *Centro de información y documentación /CID/INACAL*

**Anexo N°16: Normas de otros países para granos de Cacao.**

Nombre de la Norma	País	Año	Análisis en granos de cacao
Codex-stan-141-1983, cacao sin cáscara ni germen, cacao en pasta, Para uso en la fabricación de productos de cacao y chocolate.	Nivel mundial	1983	Alcalinizantes, Agentes neutralizantes, Emulsionantes, Aromatizantes, contaminantes (arsénico, cobre, plomo)
Resolución Conjunta SPReI N° 186/2012 y SAGyP N° 938/2012 Productos estimulantes o fruitivos : Cacao y chocolate	Argentina	2012	Contenido de granos mohosos, granos pizarrosos, granos dañados por insectos, germinados o aplastados, grano partido fragmentado, humedad, cenizas, fibra, almidón de cacao, cascara, alcaloides (Teobromina y Cafeína) Contaminantes (arsénico, plomo y cadmio)
NMX-F-352-S-1980. Cacao en grano fermentado	México	1980	Contenido de granos mohosos, granos pizarrosos, granos dañados por insectos, germinados o aplastados, grano partido Fragmento, Aflatoxinas, contenido de contaminantes como piretrinas, Butóxido de piperonilo, fosforo de aluminio diclovos
NORMA VENEZOLANA : COVEVIN 50	Venezuela	1995	Contenido de granos mohosos, granos pizarrosos, granos dañados por insectos, germinados o aplastados, grano partido fragmentado, humedad, aflatoxinas, material extraño
NORMA Oficial Mexicana NOM186SSA1/SCFI2002 Cacao y sus productos derivados	México	2002	Contenido de granos mohosos, granos pizarrosos, granos dañados por insectos, germinados o aplastados, grano partido fragmentado, Microbiológicas, Contaminantes, Materia extraña, acidez, humedad
Norma tecnica Colombiana NTE INEN 176:2006 Cuarta Revisión Cacao en grano	Ecuador	2006	Contenido de granos mohosos, pizarrosos, dañados por insectos, germinados, aplastados, grano partido fragmentado. Peso de 100 granos.

FUENTE: *Bedoya, C. (2016)*

**ANEXO N°17: Valores obtenidos durante el recuento en granos de cacao por almacén de procedencia.**

RECuento DE GRANOS	ALMACÉN DE PROCEDENCIA		
	N°1	N°2	N°3
M1	74.0	68.0	66.6
M2	73.3	64.9	65.8
M3	68.4	65.6	68.0
M4	66.5	69.0	64.9
M5	69.3	64.6	65.6
M6	70.0	68.4	69.0
M7	71.5	68.9	71.0
M8	69.3	67.3	74.0
M9	72.3	69.1	75.0
M10	69.1	68.2	84.1
M11	69.6	69.1	70.5
M12	66.0	67.0	64.9
M13	78.0	65.7	66.6
M14	84.1	67.5	72.6
M15	70.5	71.3	72.9
M16	64.9	65.5	73.3
M17	66.6	64.7	66.1
M18	75.3	69.6	64.5
M19	71.4	66.3	74.1
M20	66.8	66.0	75.1
M21	69.9	62.9	75.3
M22	64.5	75.0	75.6
M23	66.3	72.0	69.4
M24	67.1	71.2	72.5
M25	68.0	73.2	81.1
M26	65.1	69.1	84.0
M27	69.0	68.2	80.0
M28	66.5	67.4	78.3
M29	65.8	68.7	74.0

**ANEXO N°18: Valores obtenidos durante el peso de 100 y 1 grano de cacao por almacén de procedencia.**

	PESO DE 100 GRANOS			PESO DE UN GRANO		
	ALMACÉN DE PROCEDENCIA					
	N°1	N°2	N°3	N°1	N°2	N°3
M1	145.4	142.7	145.8	1.454	1.427	1.458
M2	136.8	135.5	144.4	1.368	1.355	1.444
M3	137.9	147.3	144.1	1.379	1.473	1.441
M4	145.5	136.2	150.7	1.455	1.362	1.507
M5	138.7	139.9	153.6	1.387	1.399	1.536
M6	140.9	140.0	156.4	1.409	1.400	1.564
M7	140.3	142.6	159.2	1.403	1.426	1.592
M8	144.1	140.3	162.1	1.441	1.403	1.621
M9	137.5	145.8	142.7	1.375	1.458	1.427
M10	137.3	133.9	135.5	1.373	1.339	1.355
M11	139.2	144.7	147.3	1.392	1.447	1.473
M12	145.3	138.0	136.2	1.453	1.380	1.362
M13	141.4	143.6	143.5	1.414	1.436	1.435
M14	141.7	136.3	142.7	1.417	1.363	1.427
M15	144.2	136.9	141.8	1.442	1.369	1.418
M16	138.4	147.0	141.0	1.384	1.470	1.410
M17	152.9	144.0	140.2	1.529	1.440	1.402
M18	141.3	138.7	139.4	1.413	1.387	1.394
M19	141.7	139.4	138.6	1.417	1.394	1.386
M20	145.8	144.7	140.5	1.458	1.447	1.405
M21	144.4	135.5	145.6	1.444	1.355	1.456
M22	144.1	136.1	147.9	1.441	1.361	1.479
M23	145.6	134.5	151.1	1.456	1.345	1.511
M24	147.1	132.9	144.9	1.471	1.329	1.449
M25	146.4	131.4	142.3	1.464	1.314	1.423
M26	145.2	129.8	138.9	1.452	1.298	1.389
M27	144.7	128.3	137.9	1.447	1.283	1.379
M28	150.7	141.3	144.0	1.507	1.413	1.440
M29	142.3	141.7	160.0	1.423	1.417	1.600

**ANEXO N°19: Valores obtenidos durante la evaluación de residuos (materia extraña, granos planos, granos múltiples, granos rotos) en grano de cacao procedente del almacén N°1.**

	MATERIA EXTRAÑA		GRANO PLANO		GRANO MULTIPLE		GRANO ROTO		TOTAL RESIDUOS	
	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%
M1	3.86	0.39	9.80	0.98	6.45	0.65	9.90	0.99	30.01	3.00
M2	4.29	0.43	9.06	0.91	6.36	0.64	6.09	0.61	25.79	2.58
M3	5.94	0.59	4.39	0.44	0.98	0.10	2.87	0.29	14.17	1.42
M4	5.60	0.56	9.75	0.97	8.94	0.89	9.84	0.98	34.11	3.41
M5	3.47	0.35	7.38	0.74	2.12	0.21	0.22	0.02	13.19	1.32
M6	7.87	0.79	3.93	0.39	9.50	0.95	7.35	0.73	28.64	2.86
M7	5.55	0.56	6.15	0.62	9.49	0.95	9.51	0.95	30.70	3.07
M8	2.66	0.27	0.72	0.07	6.08	0.61	9.87	0.99	19.32	1.93
M9	2.29	0.23	9.89	0.99	4.83	0.48	8.70	0.87	25.70	2.57
M10	0.97	0.10	7.18	0.72	2.49	0.25	8.62	0.86	19.26	1.93
M11	3.37	0.34	6.82	0.68	7.84	0.78	8.29	0.83	26.32	2.63
M12	2.83	0.28	6.52	0.65	5.64	0.56	8.86	0.89	23.84	2.38
M13	2.04	0.20	7.08	0.71	9.95	1.00	7.87	0.79	26.94	2.69
M14	9.73	0.97	7.52	0.75	6.28	0.63	8.05	0.81	31.58	3.16
M15	9.16	0.92	9.29	0.93	9.99	1.00	4.66	0.47	33.09	3.31
M16	6.62	0.66	7.27	0.73	8.90	0.89	9.15	0.92	31.94	3.19
M17	0.93	0.09	8.70	0.87	2.70	0.27	3.04	0.30	15.36	1.54
M18	5.59	0.56	9.03	0.90	9.11	0.91	0.17	0.02	23.89	2.39
M19	1.99	0.20	7.56	0.76	4.30	0.43	6.48	0.65	20.32	2.03
M20	6.25	0.62	1.44	0.14	2.54	0.25	4.03	0.40	14.25	1.43
M21	2.02	0.20	9.47	0.95	4.68	0.47	3.13	0.31	19.30	1.93
M22	5.93	0.59	7.54	0.75	9.20	0.92	0.17	0.02	22.83	2.28
M23	2.70	0.27	9.20	0.92	8.59	0.86	9.53	0.95	30.02	3.00
M24	4.68	0.47	9.98	1.00	4.95	0.50	8.42	0.84	28.03	2.80
M25	3.88	0.39	8.60	0.86	8.36	0.84	7.29	0.73	28.12	2.81
M26	4.86	0.49	0.28	0.03	3.83	0.38	4.29	0.43	13.25	1.33
M27	0.62	0.06	6.51	0.65	3.72	0.37	6.17	0.62	17.02	1.70
M28	9.90	0.99	0.27	0.03	1.58	0.16	8.23	0.82	19.97	2.00
M29	4.58	0.46	4.20	0.42	0.93	0.09	8.57	0.86	18.28	1.83

**ANEXO N°20: Valores obtenidos durante la evaluación de residuos (materia extraña, granos planos, granos múltiples, granos rotos) en grano de cacao procedente del almacén N°2.**

	MATERIA EXTRAÑA		GRANO PLANO		GRANO MULTIPLE		GRANO ROTO		TOTAL RESIDUOS	
	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%
M30	6.45	0.64	2.37	0.24	7.77	0.78	5.97	0.60	22.56	2.26
M31	1.46	0.15	6.32	0.63	5.26	0.53	8.76	0.88	21.80	2.18
M32	4.24	0.42	7.57	0.76	6.68	0.67	1.52	0.15	20.01	2.00
M33	2.86	0.29	0.67	0.07	4.09	0.41	1.96	0.20	9.57	0.96
M34	9.33	0.93	0.58	0.06	8.21	0.82	5.23	0.52	23.35	2.34
M35	5.44	0.54	6.63	0.66	3.27	0.33	1.34	0.13	16.67	1.67
M36	4.52	0.45	6.29	0.63	7.67	0.77	7.02	0.70	25.50	2.55
M37	7.92	0.79	3.44	0.34	2.50	0.25	5.60	0.56	19.46	1.95
M38	7.76	0.78	5.60	0.56	3.25	0.33	9.00	0.90	25.61	2.56
M39	2.36	0.24	1.23	0.12	2.26	0.23	6.59	0.66	12.44	1.24
M40	0.53	0.05	9.99	1.00	1.34	0.13	0.42	0.04	12.27	1.23
M41	4.65	0.47	6.67	0.67	5.58	0.56	7.45	0.74	24.35	2.43
M42	4.14	0.41	4.19	0.42	5.98	0.60	9.29	0.93	23.60	2.36
M43	9.19	0.92	7.10	0.71	1.26	0.13	0.45	0.04	17.99	1.80
M44	2.56	0.26	5.37	0.54	9.70	0.97	8.40	0.84	26.03	2.60
M45	6.64	0.66	6.18	0.62	2.56	0.26	6.80	0.68	22.17	2.22
M46	4.04	0.40	9.97	1.00	4.37	0.44	2.94	0.29	21.30	2.13
M47	3.89	0.39	7.56	0.76	7.67	0.77	9.21	0.92	28.32	2.83
M48	5.73	0.57	5.43	0.54	9.35	0.93	8.39	0.84	28.89	2.89
M49	0.27	0.03	3.88	0.39	9.92	0.99	1.28	0.13	15.34	1.53
M50	3.80	0.38	0.98	0.10	9.82	0.98	5.22	0.52	19.82	1.98
M51	5.72	0.57	7.66	0.77	8.83	0.88	3.26	0.33	25.46	2.55
M52	8.06	0.81	8.29	0.83	9.11	0.91	0.10	0.01	25.55	2.56
M53	9.39	0.94	1.64	0.16	3.73	0.37	2.65	0.27	17.40	1.74
M54	0.75	0.07	5.60	0.56	0.69	0.07	1.45	0.14	8.47	0.85
M55	2.38	0.24	8.47	0.85	4.87	0.49	1.37	0.14	17.09	1.71
M56	1.15	0.12	1.62	0.16	8.24	0.82	9.04	0.90	20.05	2.01
M57	8.93	0.89	0.14	0.01	2.25	0.23	1.61	0.16	12.93	1.29
M58	4.80	0.48	8.86	0.89	9.16	0.92	5.62	0.56	28.44	2.84

**ANEXO N°21: Valores obtenidos durante la evaluación de residuos (materia extraña, granos planos, granos múltiples, granos rotos) en grano de cacao procedente del almacén N°3.**

	MATERIA EXTRAÑA		GRANO PLANO		GRANO MULTIPLE		GRANO ROTO		TOTAL RESIDUOS	
	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%
M59	4.89	0.49	6.29	0.63	7.58	0.76	4.09	0.41	22.84	2.28
M60	2.18	0.22	5.97	0.60	5.24	0.52	1.75	0.18	15.14	1.51
M61	7.82	0.78	6.37	0.64	3.59	0.36	0.20	0.02	17.97	1.80
M62	1.52	0.15	7.83	0.78	8.39	0.84	5.79	0.58	23.52	2.35
M63	8.08	0.81	7.04	0.70	2.70	0.27	2.92	0.29	20.74	2.07
M64	1.63	0.16	0.73	0.07	6.02	0.60	9.23	0.92	17.60	1.76
M65	0.60	0.06	2.92	0.29	6.00	0.60	6.78	0.68	16.30	1.63
M66	1.67	0.17	9.65	0.97	8.33	0.83	5.88	0.59	25.53	2.55
M67	3.70	0.37	5.93	0.59	5.45	0.54	2.92	0.29	17.99	1.80
M68	4.03	0.40	1.45	0.15	1.86	0.19	4.71	0.47	12.04	1.20
M69	2.56	0.26	6.99	0.70	7.05	0.70	1.17	0.12	17.77	1.78
M70	6.44	0.64	1.25	0.12	5.29	0.53	3.04	0.30	16.01	1.60
M71	4.47	0.45	7.02	0.70	7.43	0.74	7.04	0.70	25.96	2.60
M72	2.54	0.25	0.93	0.09	1.95	0.20	7.41	0.74	12.82	1.28
M73	5.67	0.57	7.86	0.79	6.84	0.68	0.98	0.10	21.34	2.13
M74	4.98	0.50	9.68	0.97	7.70	0.77	7.32	0.73	29.68	2.97
M75	3.60	0.36	7.88	0.79	0.11	0.01	8.72	0.87	20.30	2.03
M76	5.28	0.53	9.86	0.99	6.58	0.66	1.51	0.15	23.22	2.32
M77	4.29	0.43	4.16	0.42	2.74	0.27	4.27	0.43	15.45	1.55
M78	5.27	0.53	4.90	0.49	4.33	0.43	2.28	0.23	16.77	1.68
M79	9.20	0.92	5.58	0.56	5.68	0.57	7.98	0.80	28.44	2.84
M80	7.37	0.74	1.45	0.14	0.52	0.05	0.80	0.08	10.14	1.01
M81	1.32	0.13	6.46	0.65	8.01	0.80	9.34	0.93	25.13	2.51
M82	2.57	0.26	9.24	0.92	9.43	0.94	3.17	0.32	24.41	2.44
M83	4.20	0.42	7.70	0.77	1.34	0.13	1.90	0.19	15.14	1.51
M84	5.58	0.56	4.33	0.43	0.96	0.10	2.04	0.20	12.91	1.29
M85	2.52	0.25	4.73	0.47	9.03	0.90	3.20	0.32	19.47	1.95
M86	3.29	0.33	5.52	0.55	8.42	0.84	8.15	0.82	25.38	2.54
M87	8.44	0.84	2.92	0.29	5.25	0.53	9.55	0.95	26.15	2.62

**ANEXON°22: Valores obtenidos durante la prueba de corte en granos de cacao procedente del almacén N°1.**

PRUEBA DE CORTE	ENMOHECIDOS		PIZARROSOS*		VIOLACEOS*		ATACADO POR INSECTOS		GERMINADOS		DOBLES		PARTIDO		PASILLA		IMPURESAS		TOTAL DE DEFECTOS		GRANOS SANOS	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
M1	3.0	1.0	6.0	2.0	14.0	4.7	0.0	0.0	3.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	26.0	8.7	274.0	91.3
M2	3.0	1.0	8.0	2.7	12.0	4.0	0.0	0.0	2.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	25.0	8.4	275.0	91.7
M3	1.0	0.3	3.0	1.0	8.0	2.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.0	4.0	288.0	96.0
M4	12.0	4.0	24.0	8.0	18.0	6.0	1.0	0.3	4.0	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	59.0	19.6	241.0	80.3
M5	1.0	0.3	1.0	0.3	18.0	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20.0	6.6	280.0	93.3
M6	2.0	0.7	7.0	2.3	14.0	4.7	1.0	0.3	2.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	26.0	8.7	274.0	91.3
M7	7.0	2.3	18.0	6.0	17.0	5.7	1.0	0.3	2.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	45.0	15.0	255.0	85.0
M8	0.0	0.0	2.0	0.7	7.0	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.0	3.0	291.0	97.0
M9	6.0	2.0	10.0	3.3	17.0	5.7	0.0	0.0	3.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	36.0	12.0	264.0	88.0
M10	1.0	0.3	3.0	1.0	10.0	3.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.0	4.6	286.0	95.3
M11	3.0	1.0	7.0	2.3	15.0	5.0	0.0	0.0	2.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	27.0	9.0	273.0	91.0
M12	0.0	0.0	2.0	0.7	11.0	3.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.0	4.4	287.0	95.7
M13	3.0	1.0	9.0	3.0	13.0	4.3	1.0	0.3	2.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	28.0	9.3	272.0	90.7
M14	5.0	1.7	9.0	3.0	13.0	4.3	1.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	28.0	9.3	272.0	90.7
M15	5.0	1.7	12.0	4.0	15.0	5.0	1.0	0.3	4.0	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	37.0	12.3	263.0	87.7
M16	4.0	1.3	11.0	3.7	14.0	4.7	1.0	0.3	1.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	31.0	10.3	269.0	89.7
M17	0.0	0.0	6.0	2.0	11.0	3.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.0	5.7	283.0	94.3
M18	0.0	0.0	6.0	2.0	13.0	4.3	0.0	0.0	3.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	22.0	7.3	278.0	92.7
M19	1.0	0.3	2.0	0.7	12.0	4.0	0.0	0.0	3.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.0	6.0	282.0	94.0
M20	0.0	0.0	3.0	1.0	10.0	3.3	0.0	0.0	5.0	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.0	6.0	282.0	94.0
M21	0.0	0.0	7.0	2.3	10.0	3.3	0.0	0.0	4.0	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	21.0	6.9	279.0	93.0
M22	2.0	0.7	7.0	2.3	8.0	2.7	0.0	0.0	2.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.0	6.4	281.0	93.7
M23	4.0	1.3	9.0	3.0	14.0	4.7	1.0	0.3	3.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	31.0	10.3	269.0	89.7
M24	1.0	0.3	5.0	1.7	12.0	4.0	0.0	0.0	3.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	21.0	7.0	279.0	93.0
M25	2.0	0.7	6.0	2.0	16.0	5.3	1.0	0.3	4.0	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	29.0	9.6	271.0	90.3
M26	2.0	0.3	3.0	1.0	14.0	4.7	0.0	0.0	4.0	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	22.0	7.3	278.0	92.7
M27	0.0	0.0	2.0	0.7	14.0	4.7	0.0	0.0	5.0	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	21.0	7.1	279.0	93.0
M28	2.0	0.3	1.0	0.3	5.0	1.7	0.0	0.0	5.0	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.0	4.0	288.0	96.0
M29	1.0	0.3	1.0	0.3	12.0	4.0	0.0	0.0	3.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.0	5.6	283.0	94.3
<b>Máximo</b>	12.0	4.0	24.0	8.0	18.0	6.0	1.0	0.3	5.0	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	59.0	19.6	291.0	97.0
<b>Mínimo</b>	0.0	0.0	1.0	0.3	5.0	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.0	3.0	241.0	80.3
<b>Promedio</b>	2.45	0.79	6.55	2.18	12.66	4.22	0.31	0.09	2.38	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	24.28	8.08	275.72	91.91
<b>D. estándar</b>	2.67	0.90	5.17	1.72	3.22	1.08	0.47	0.14	1.68	0.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.57	3.51	10.57	3.52

**ANEXO N°23: Valores obtenidos durante la prueba de corte en granos de cacao procedente del almacén N°2.**

PRUEBA DE CORTE	ENMOHECIDOS		PIZARRSOS		VIOLACEOS*		ATACADO POR INSECTOS		GERMINADOS		DOBLES		PARTIDO		PASILLA		IMPURESAS		TOTAL DE DEFECTOS		GRANOS SANOS	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
M30	0.0	0.0	1.0	0.3	10.0	3.3	0.0	0.0	4.0	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.0	4.9	285.0	95.0
M31	1.0	0.3	1.0	0.3	9.0	3.0	0.0	0.0	5.0	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.0	5.3	284.0	94.7
M32	0.0	0.0	0.0	0.0	12.0	4.0	1.0	0.3	4.0	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.0	5.6	283.0	94.3
M33	0.0	0.0	3.0	1.0	11.0	3.7	0.0	0.0	4.0	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.0	6.0	282.0	94.0
M34	0.0	0.0	3.0	1.0	9.0	3.0	0.0	0.0	5.0	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.0	5.7	283.0	94.3
M35	2.0	0.0	2.0	0.7	11.0	3.7	0.0	0.0	3.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.0	5.4	284.0	94.7
M36	2.0	0.0	6.0	2.0	7.0	2.3	0.0	0.0	2.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.0	5.0	285.0	95.0
M37	2.0	0.0	5.0	1.7	6.0	2.0	0.0	0.0	4.0	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.0	5.0	285.0	95.0
M38	3.0	1.0	6.0	2.0	11.0	3.7	1.0	0.3	3.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	24.0	8.0	276.0	92.0
M39	0.0	0.0	0.0	0.0	13.0	4.3	0.0	0.0	5.0	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.0	6.0	282.0	94.0
M40	0.0	0.0	0.0	0.0	11.0	3.7	0.0	0.0	3.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.0	4.7	286.0	95.3
M41	0.0	0.0	2.0	0.7	4.0	1.3	0.0	0.0	2.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0	2.7	292.0	97.3
M42	2.0	0.7	2.0	0.7	4.0	1.3	0.0	0.0	4.0	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.0	4.0	288.0	96.0
M43	0.0	0.0	3.0	1.0	6.0	2.0	0.0	0.0	2.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.0	3.7	289.0	96.3
M44	1.0	0.3	1.0	0.3	5.0	1.7	0.0	0.0	5.0	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.0	4.0	288.0	96.0
M45	1.0	0.3	0.0	0.0	4.0	1.3	0.0	0.0	5.0	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	3.3	290.0	96.7
M46	0.0	0.0	0.0	0.0	7.0	2.3	0.0	0.0	4.0	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.0	3.6	289.0	96.3
M47	3.0	1.0	6.0	2.0	8.0	2.7	1.0	0.3	3.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	21.0	7.0	279.0	93.0
M48	2.0	0.7	6.0	2.0	14.0	4.7	1.0	0.3	4.0	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	27.0	9.0	273.0	91.0
M49	0.0	0.0	0.0	0.0	7.0	2.3	0.0	0.0	3.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	3.3	290.0	96.7
M50	1.0	0.3	0.0	0.0	8.0	2.7	0.0	0.0	5.0	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.0	4.7	286.0	95.3
M51	1.0	0.3	0.0	0.0	10.0	3.3	0.0	0.0	2.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.0	4.3	287.0	95.7
M52	2.0	0.0	0.0	0.0	12.0	4.0	0.0	0.0	1.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.0	4.3	287.0	95.7
M53	0.0	0.0	0.0	0.0	14.0	4.7	0.0	0.0	1.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.0	5.0	285.0	95.0
M54	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0	2.0	0.0	0.0	1.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.0	2.3	293.0	97.7
M55	0.0	0.0	0.0	0.0	7.0	2.3	0.0	0.0	2.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.0	3.0	291.0	97.0
M56	0.0	0.0	3.0	1.0	10.0	3.3	0.0	0.0	4.0	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.0	5.6	283.0	94.3
M57	1.0	0.3	1.0	0.3	14.0	4.7	0.0	0.0	1.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.0	5.6	283.0	94.3
M58	0.0	0.0	2.0	0.7	14.0	4.7	0.0	0.0	3.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.0	6.4	281.0	93.7
<b>Máximo</b>	3.0	1.0	6.0	2.0	14.0	4.7	1.0	0.3	5.0	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	27.0	9.0	293.0	97.7
<b>Mínimo</b>	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	1.3	0.0	0.0	1.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.0	2.3	273.0	91.0
<b>Promedio</b>	0.83	0.18	1.83	0.61	9.10	3.03	0.14	0.04	3.24	1.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	14.86	4.94	285.14	95.04
<b>D. estándar</b>	1.00	0.30	2.14	0.72	3.21	1.08	0.35	0.11	1.35	0.46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.52	1.51	4.52	1.51

**ANEXO N°24: Valores obtenidos durante la prueba de corte en granos de cacao procedente del almacén N°3.**

PRUEBA DE CORTE	ENMOHECIDOS		PIZARROSOS		VIOLACEOS*		ATACADO POR INSECTOS		GERMINADOS		DOBLES		PARTIDO		PASILLA		IMPURESAS		TOTAL DE DEFECTOS		GRANOS SANOS	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
M59	0.0	0.0	0.0	0.0	16.0	5.3	0.0	0.0	2.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.0	6.0	282.0	94.0
M60	0.0	0.0	0.0	0.0	12.0	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.0	4.0	288.0	96.0
M61	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0	2.0	294.0	98.0
M62	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	1.3	296.0	98.7
M63	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	1.7	295.0	98.3
M64	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0	2.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0	2.7	292.0	97.3
M65	0.0	0.0	0.0	0.0	11.0	3.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.0	3.7	289.0	96.3
M66	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	3.3	0.0	0.0	2.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.0	4.0	288.0	96.0
M67	0.0	0.0	1.0	0.3	4.0	1.3	0.0	0.0	2.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.0	2.3	293.0	97.7
M68	1.0	0.0	3.0	1.0	12.0	4.0	0.0	0.0	3.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.0	6.0	281.0	93.7
M69	0.0	0.0	0.0	0.0	11.0	3.7	0.0	0.0	4.0	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.0	5.0	285.0	95.0
M70	0.0	0.0	0.0	0.0	12.0	4.0	0.0	0.0	3.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.0	5.0	285.0	95.0
M71	0.0	0.0	1.0	0.3	12.0	4.0	0.0	0.0	2.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.0	5.0	285.0	95.0
M72	0.0	0.0	1.0	0.3	8.0	2.7	0.0	0.0	1.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	3.3	290.0	96.7
M73	0.0	0.0	1.0	0.3	8.0	2.7	0.0	0.0	1.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	3.3	290.0	96.7
M74	1.0	0.0	4.0	1.3	18.0	6.0	1.0	0.3	5.0	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	29.0	9.3	271.0	90.3
M75	0.0	0.0	0.0	0.0	9.0	3.0	0.0	0.0	2.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.0	3.7	289.0	96.3
M76	0.0	0.0	0.0	0.0	7.0	2.3	0.0	0.0	4.0	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.0	3.6	289.0	96.3
M77	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0	2.0	294.0	98.0
M78	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0	2.0	294.0	98.0
M79	1.0	0.0	5.0	1.7	15.0	5.0	1.0	0.3	2.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	24.0	7.7	276.0	92.0
M80	0.0	0.0	0.0	0.0	12.0	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.0	4.0	288.0	96.0
M81	0.0	0.0	0.0	0.0	11.0	3.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.0	3.7	289.0	96.3
M82	0.0	0.0	0.0	0.0	11.0	3.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.0	3.7	289.0	96.3
M83	0.0	0.0	0.0	0.0	15.0	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.0	5.0	285.0	95.0
M84	0.0	0.0	1.0	0.3	14.0	4.7	0.0	0.0	1.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.0	5.3	284.0	94.7
M85	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0	2.0	0.0	0.0	1.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.0	2.3	293.0	97.7
M86	0.0	0.0	6.0	2.0	13.0	4.3	1.0	0.3	3.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.0	7.6	293.0	97.7
M87	0.0	0.0	1.0	0.3	4.0	1.3	0.0	0.0	4.0	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.0	2.9	291.0	97.0
<b>Máximo</b>	1.0	0.0	6.0	2.0	18.0	6.0	1.0	0.3	5.0	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	29.0	9.3	296.0	98.7
<b>Mínimo</b>	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	1.3	271.0	90.3
<b>Promedio</b>	0.10	0.00	0.83	0.27	9.86	3.29	0.10	0.03	1.45	0.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.79	4.07	288.21	96.07
<b>D. estándar</b>	0.31	0.00	1.61	0.54	3.86	1.29	0.31	0.09	1.55	0.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.68	1.92	5.68	1.90

**ANEXO N°25: Valores obtenidos durante la evaluación de catación en granos de cacao procedente del almacén N°1**

	Sabores básicos												Sabores específicos									Sabores adquiridos												
	AMARGOR			ASTRINGENCIA			ACIDEZ			DULCE			CACAO			FLORAL			FRUTAL			NUEZ			CRUDO/VERDE			MOHO			OTROS			
	E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3	
M1	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	5.0	5.0	6.0	1.0	2.0	2.0	4.0	4.0	3.0	3.0	4.0	4.0	2.0	2.0	2.0	0.0	2.0	2.0	1.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	-	-	Sabor a platano	
M2	4.0	4.0	3.0	4.0	4.0	3.0	3.0	3.0	3.0	1.0	2.0	2.0	4.0	4.0	3.0	4.0	3.0	4.0	2.0	2.0	2.0	1.0	2.0	2.0	1.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	-	-	-	
M3	2.0	2.0	3.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	1.0	2.0	2.0	4.0	3.0	2.0	3.0	4.0	4.0	2.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-
M4	6.0	6.0	5.0	7.0	5.0	7.0	8.0	9.0	9.0	1.0	1.0	1.0	2.0	2.0	2.0	6.0	6.0	5.0	1.0	1.0	1.0	0.0	0.0	1.0	1.0	0.0	2.0	3.0	3.0	sabor tierra	Contaminado	Ligero terroso		
M5	2.0	2.0	3.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	2.0	2.0	2.0	4.0	4.0	3.0	2.0	1.0	1.0	2.0	2.0	2.0	3.0	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-	
M6	4.0	3.0	4.0	3.0	3.0	3.0	4.0	4.0	4.0	1.0	2.0	2.0	3.0	3.0	3.0	3.0	4.0	3.0	2.0	2.0	1.0	1.0	2.0	2.0	1.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	-	-	-	
M7	6.0	5.0	6.0	6.0	7.0	7.0	9.0	9.0	9.0	1.0	2.0	2.0	5.0	3.0	3.0	6.0	5.0	7.0	1.0	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0	2.0	0.0	2.0	3.0	3.0	sabor ahumado	Frutos verdes	Sabor ahumado	
M8	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	1.0	2.0	3.0	3.0	4.0	4.0	4.0	4.0	2.0	2.0	2.0	3.0	3.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-		
M9	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	3.0	4.0	3.0	1.0	3.0	2.0	3.0	4.0	3.0	3.0	3.0	4.0	2.0	2.0	2.0	3.0	2.0	3.0	0.0	1.0	0.0	1.0	0.0	0.0	-	-	-	
M10	3.0	3.0	3.0	4.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	1.0	2.0	2.0	3.0	4.0	3.0	3.0	4.0	4.0	3.0	3.0	2.0	3.0	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-	
M11	4.0	4.0	3.0	3.0	4.0	3.0	3.0	3.0	4.0	1.0	2.0	2.0	4.0	3.0	3.0	2.0	1.0	0.0	2.0	2.0	1.0	0.0	2.0	2.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-
M12	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	1.0	3.0	2.0	4.0	4.0	2.0	2.0	1.0	1.0	3.0	3.0	2.0	0.0	3.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-
M13	3.0	4.0	3.0	3.0	3.0	3.0	2.0	3.0	3.0	1.0	2.0	2.0	3.0	4.0	3.0	2.0	2.0	1.0	2.0	2.0	2.0	0.0	2.0	2.0	1.0	0.0	1.0	1.0	0.0	0.0	-	-	-	
M14	4.0	4.0	4.0	2.0	3.0	2.0	6.0	6.0	6.0	2.0	2.0	2.0	3.0	3.0	3.0	7.0	5.0	7.0	2.0	2.0	1.0	2.0	2.0	0.0	1.0	0.0	0.0	2.0	1.0	3.0	falta fermentacion	Resinoso/ frutos verdes	Falta fermentación	
M15	4.0	3.0	4.0	2.0	2.0	3.0	6.0	6.0	7.0	2.0	2.0	2.0	3.0	3.0	3.0	6.0	7.0	5.0	2.0	2.0	1.0	0.0	1.0	2.0	1.0	0.0	1.0	3.0	2.0	2.0	picante/ quemado	Amargo/ Resinoso	quemado/picante	
M16	5.0	5.0	5.0	3.0	3.0	3.0	6.0	7.0	6.0	2.0	2.0	2.0	3.0	3.0	3.0	7.0	6.0	6.0	2.0	2.0	1.0	0.0	2.0	2.0	1.0	1.0	0.0	2.0	2.0	2.0	falta fermentacion	Falta fermentación	Hierbas amargas	
M17	4.0	4.0	4.0	3.0	4.0	3.0	4.0	4.0	4.0	1.0	2.0	2.0	4.0	3.0	2.0	4.0	3.0	4.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-	
M18	3.0	4.0	4.0	4.0	3.0	4.0	4.0	4.0	4.0	1.0	3.0	3.0	4.0	4.0	4.0	4.0	3.0	4.0	0.0	2.0	1.0	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-	
M19	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	3.0	1.0	2.0	2.0	1.0	1.0	2.0	3.0	4.0	2.0	3.0	3.0	4.0	2.0	1.0	2.0	1.0	2.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-	
M20	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	1.0	2.0	1.0	1.0	1.0	2.0	4.0	4.0	2.0	2.0	2.0	1.0	3.0	2.0	3.0	1.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-	
M21	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	3.0	3.0	4.0	3.0	1.0	0.0	2.0	3.0	4.0	3.0	2.0	0.0	1.0	2.0	3.0	3.0	1.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-	
M22	4.0	4.0	3.0	3.0	4.0	3.0	3.0	3.0	3.0	1.0	1.0	2.0	3.0	4.0	3.0	3.0	2.0	4.0	2.0	1.0	2.0	0.0	2.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-	
M23	4.0	4.0	5.0	2.0	3.0	3.0	5.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	3.0	4.0	3.0	6.0	5.0	7.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	1.0	0.0	0.0	3.0	1.0	0.0	sabor ahumado	Hierbas amargas	Hierbas amargas	
M24	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	1.0	2.0	3.0	4.0	3.0	4.0	4.0	4.0	4.0	0.0	2.0	2.0	3.0	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-	
M25	3.0	3.0	4.0	3.0	3.0	3.0	3.0	4.0	4.0	3.0	2.0	2.0	4.0	3.0	3.0	6.0	7.0	6.0	2.0	2.0	2.0	1.0	0.0	2.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-	
M26	3.0	3.0	3.0	3.0	4.0	3.0	3.0	4.0	4.0	3.0	2.0	3.0	4.0	3.0	4.0	3.0	4.0	4.0	2.0	2.0	1.0	2.0	2.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-	
M27	4.0	4.0	3.0	3.0	3.0	3.0	4.0	4.0	4.0	3.0	3.0	3.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	2.0	2.0	1.0	2.0	3.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-	
M28	4.0	4.0	3.0	3.0	4.0	3.0	4.0	4.0	4.0	3.0	3.0	3.0	4.0	4.0	4.0	5.0	4.0	5.0	2.0	2.0	2.0	1.0	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-	
M29	3.0	4.0	4.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	2.0	2.0	2.0	4.0	4.0	3.0	4.0	4.0	4.0	3.0	3.0	2.0	3.0	0.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-	

**ANEXO N°26: Valores obtenidos durante la evaluación de catación en granos de cacao procedente del almacén N°2**

	Sabores básicos									Sabores específicos									Sabores adquiridos															
	AMARGOR			ASTRINGENCIA			ACIDEZ			DULCE			CACAO			FLORAL			FRUTAL			NUEZ			CRUDO/VERDE			MOHO			OTROS			
	E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3	
M30	4.0	4.0	4.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	2.0	3.0	2.0	4.0	4.0	3.0	4.0	3.0	2.0	2.0	2.0	1.0	2.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-		
M31	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	4.0	3.0	2.0	2.0	2.0	3.0	3.0	4.0	4.0	4.0	3.0	3.0	2.0	2.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-		
M32	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	4.0	4.0	3.0	4.0	2.0	4.0	2.0	2.0	2.0	1.0	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-	
M33	4.0	4.0	4.0	3.0	3.0	3.0	1.0	1.0	2.0	2.0	3.0	2.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	2.0	2.0	2.0	2.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-	
M34	3.0	4.0	3.0	4.0	4.0	4.0	3.0	3.0	3.0	2.0	2.0	2.0	4.0	3.0	3.0	4.0	4.0	4.0	3.0	3.0	2.0	1.0	2.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-	
M35	3.0	4.0	4.0	3.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	3.0	2.0	2.0	4.0	4.0	4.0	5.0	5.0	5.0	2.0	2.0	2.0	3.0	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	Aroma a café intenso		Agradable a frutos secos, achocolatado	
M36	3.0	4.0	4.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	5.0	4.0	4.0	4.0	3.0	4.0	2.0	1.0	2.0	1.0	0.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-	
M37	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	3.0	3.0	3.0	4.0	2.0	2.0	2.0	4.0	4.0	2.0	4.0	4.0	4.0	3.0	2.0	2.0	3.0	2.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-	
M38	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	5.0	4.0	4.0	2.0	2.0	2.0	4.0	4.0	2.0	6.0	5.0	7.0	2.0	2.0	1.0	2.0	0.0	2.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-
M39	3.0	4.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	4.0	4.0	3.0	3.0	3.0	4.0	4.0	4.0	5.0	4.0	4.0	2.0	2.0	2.0	3.0	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-	
M40	4.0	3.0	3.0	3.0	4.0	4.0	1.0	1.0	2.0	3.0	2.0	3.0	4.0	3.0	4.0	3.0	4.0	3.0	2.0	2.0	2.0	0.0	0.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-	
M41	3.0	3.0	3.0	4.0	4.0	4.0	3.0	3.0	3.0	2.0	1.0	2.0	4.0	3.0	2.0	4.0	4.0	4.0	3.0	2.0	3.0	2.0	2.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-	
M42	4.0	4.0	4.0	3.0	3.0	4.0	4.0	4.0	4.0	2.0	1.0	2.0	4.0	3.0	2.0	2.0	0.0	1.0	2.0	2.0	2.0	1.0	3.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-	
M43	4.0	4.0	4.0	2.0	2.0	2.0	2.0	1.0	1.0	2.0	1.0	2.0	3.0	4.0	2.0	2.0	1.0	0.0	2.0	2.0	1.0	2.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-	
M44	3.0	3.0	3.0	4.0	4.0	4.0	2.0	1.0	1.0	2.0	1.0	2.0	3.0	3.0	2.0	2.0	0.0	0.0	2.0	2.0	1.0	0.0	2.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-	
M45	5.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	3.0	4.0	2.0	2.0	2.0	0.0	2.0	2.0	2.0	1.0	0.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-	
M46	4.0	4.0	4.0	3.0	4.0	4.0	2.0	2.0	1.0	3.0	2.0	2.0	4.0	3.0	2.0	2.0	1.0	1.0	2.0	2.0	2.0	0.0	2.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-	
M47	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	2.0	2.0	2.0	3.0	3.0	3.0	7.0	7.0	5.0	2.0	2.0	1.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-
M48	3.0	4.0	3.0	3.0	3.0	3.0	4.0	3.0	4.0	2.0	2.0	2.0	3.0	3.0	2.0	6.0	7.0	5.0	2.0	2.0	1.0	2.0	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-	
M49	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	3.0	4.0	4.0	2.0	3.0	3.0	2.0	3.0	3.0	4.0	4.0	4.0	2.0	1.0	2.0	2.0	1.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-	
M50	4.0	4.0	4.0	3.0	3.0	3.0	4.0	4.0	4.0	3.0	3.0	3.0	4.0	4.0	4.0	5.0	4.0	3.0	2.0	2.0	2.0	1.0	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-	
M51	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	3.0	2.0	2.0	2.0	4.0	3.0	2.0	4.0	4.0	4.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-	
M52	4.0	4.0	3.0	4.0	3.0	4.0	4.0	4.0	4.0	2.0	3.0	2.0	4.0	4.0	3.0	5.0	4.0	5.0	1.0	2.0	2.0	3.0	2.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-	
M53	3.0	3.0	3.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	3.0	2.0	2.0	2.0	4.0	3.0	3.0	4.0	4.0	3.0	2.0	1.0	2.0	1.0	2.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-	
M54	4.0	3.0	3.0	4.0	3.0	3.0	3.0	4.0	3.0	2.0	2.0	2.0	3.0	3.0	3.0	4.0	4.0	3.0	0.0	2.0	2.0	1.0	2.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-	
M55	4.0	4.0	3.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	3.0	3.0	2.0	3.0	1.0	1.0	1.0	4.0	4.0	4.0	1.0	2.0	2.0	3.0	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-	
M56	4.0	4.0	4.0	3.0	3.0	3.0	3.0	4.0	3.0	3.0	3.0	3.0	4.0	4.0	4.0	1.0	0.0	0.0	2.0	4.0	2.0	3.0	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-	
M57	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	4.0	4.0	4.0	5.0	4.0	4.0	2.0	1.0	2.0	3.0	1.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-	
M58	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	3.0	4.0	4.0	2.0	2.0	2.0	3.0	3.0	3.0	3.0	5.0	3.0	2.0	2.0	2.0	3.0	1.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-	

**ANEXON°27: Valores obtenidos durante la evaluación de catación en granos de cacao procedente del almacén N°3**

	Sabores básicos									Sabores específicos									Sabores adquiridos																
	AMARGOR			ASTRINGENCIA			ACIDEZ			DULCE			CACAO			FLORAL			FRUTAL			NUEZ			CRUDO/VERDE			MOHO			OTROS				
	E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3		
M59	2.0	2.0	2.0	4.0	4.0	4.0	3.0	4.0	4.0	2.0	2.0	2.0	3.0	2.0	3.0	3.0	4.0	4.0	4.0	4.0	2.0	2.0	2.0	1.0	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-
M60	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	3.0	3.0	4.0	2.0	2.0	3.0	3.0	2.0	4.0	3.0	5.0	5.0	2.0	2.0	2.0	3.0	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-		
M61	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	3.0	3.0	3.0	4.0	4.0	4.0	3.0	5.0	3.0	3.0	3.0	2.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-
M62	4.0	4.0	4.0	2.0	3.0	2.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	2.0	1.0	1.0	4.0	4.0	4.0	2.0	2.0	2.0	3.0	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-		
M63	3.0	3.0	2.0	4.0	4.0	4.0	4.0	3.0	3.0	1.0	0.0	1.0	3.0	4.0	4.0	4.0	5.0	5.0	2.0	1.0	1.0	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-
M64	4.0	4.0	4.0	3.0	4.0	4.0	3.0	3.0	3.0	3.0	2.0	2.0	4.0	2.0	3.0	3.0	4.0	4.0	3.0	2.0	2.0	3.0	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-		
M65	4.0	4.0	3.0	3.0	4.0	4.0	4.0	3.0	4.0	3.0	2.0	3.0	4.0	2.0	4.0	4.0	5.0	4.0	2.0	2.0	2.0	3.0	3.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-	
M66	4.0	4.0	3.0	3.0	4.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	2.0	3.0	4.0	2.0	4.0	4.0	3.0	4.0	2.0	2.0	2.0	3.0	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-		
M67	3.0	4.0	3.0	4.0	4.0	4.0	1.0	2.0	1.0	3.0	3.0	3.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	2.0	2.0	2.0	3.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-			
M68	2.0	2.0	3.0	4.0	4.0	4.0	3.0	3.0	4.0	2.0	2.0	1.0	3.0	3.0	3.0	2.0	2.0	0.0	4.0	2.0	3.0	3.0	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-		
M69	2.0	2.0	3.0	4.0	4.0	4.0	1.0	1.0	2.0	0.0	2.0	1.0	3.0	2.0	2.0	2.0	1.0	0.0	2.0	2.0	2.0	3.0	1.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-		
M70	2.0	2.0	2.0	4.0	3.0	4.0	1.0	1.0	2.0	3.0	3.0	3.0	4.0	4.0	4.0	2.0	2.0	0.0	1.0	2.0	2.0	3.0	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-		
M71	2.0	2.0	3.0	3.0	3.0	3.0	1.0	1.0	3.0	3.0	3.0	3.0	1.0	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.0	2.0	2.0	1.0	3.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-		
M72	3.0	4.0	3.0	4.0	4.0	4.0	3.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	3.0	2.0	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	2.0	2.0	2.0	3.0	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	Achocolatado	
M73	4.0	4.0	3.0	3.0	4.0	4.0	4.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	1.0	2.0	2.0	3.0	1.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-		
M74	4.0	3.0	4.0	3.0	3.0	4.0	3.0	4.0	4.0	2.0	2.0	2.0	3.0	3.0	3.0	6.0	7.0	5.0	2.0	1.0	1.0	0.0	1.0	2.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-		
M75	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	1.0	2.0	3.0	1.0	1.0	0.0	4.0	4.0	2.0	4.0	4.0	4.0	1.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-		
M76	4.0	4.0	4.0	4.0	3.0	4.0	2.0	2.0	3.0	1.0	1.0	0.0	3.0	3.0	2.0	4.0	3.0	4.0	0.0	1.0	2.0	3.0	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-		
M77	2.0	2.0	2.0	4.0	3.0	3.0	1.0	2.0	2.0	1.0	1.0	1.0	4.0	3.0	3.0	4.0	2.0	4.0	0.0	1.0	2.0	0.0	1.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-		
M78	4.0	4.0	4.0	2.0	3.0	2.0	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.0	3.0	4.0	4.0	4.0	3.0	4.0	1.0	1.0	1.0	2.0	2.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-		
M79	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	2.0	2.0	2.0	3.0	4.0	3.0	7.0	5.0	6.0	2.0	1.0	1.0	0.0	2.0	2.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-		
M80	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	3.0	4.0	4.0	2.0	3.0	2.0	2.0	4.0	3.0	1.0	1.0	1.0	2.0	2.0	2.0	3.0	0.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	Buen sabor a cacao	-	Sabor chocolate		
M81	3.0	4.0	3.0	4.0	4.0	3.0	4.0	4.0	4.0	3.0	3.0	2.0	2.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	2.0	2.0	1.0	2.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-		
M82	2.0	2.0	2.0	3.0	4.0	3.0	4.0	4.0	4.0	2.0	3.0	3.0	3.0	3.0	4.0	4.0	4.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-		
M83	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	2.0	3.0	2.0	3.0	3.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	3.0	2.0	3.0	2.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-		
M84	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	3.0	3.0	3.0	4.0	2.0	4.0	4.0	3.0	4.0	2.0	1.0	1.0	1.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-		
M85	4.0	4.0	4.0	2.0	2.0	2.0	4.0	4.0	4.0	2.0	2.0	2.0	4.0	2.0	4.0	4.0	4.0	4.0	2.0	1.0	2.0	0.0	2.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-		
M86	4.0	3.0	3.0	4.0	4.0	3.0	4.0	3.0	3.0	2.0	2.0	2.0	3.0	2.0	4.0	6.0	6.0	6.0	2.0	1.0	1.0	2.0	2.0	2.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-		
M87	4.0	3.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	2.0	2.0	2.0	4.0	3.0	4.0	4.0	2.0	4.0	0.0	1.0	2.0	3.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-			

**ANEXO N°28: Valores obtenidos durante la evaluación fisicoquímica en granos de cacao procedente del almacén N°1**

	HUMEDAD	EXTRACTO SECO	PROTEINAS	GRASAS	FIBRA BRUTA	CENIZAS
M1	6.8	93.2	13.6	38.5	7.3	3.3
M2	6.6	93.4	16.0	37.8	6.9	3.5
M3	6.9	93.1	16.8	46.5	5.6	3.0
M4	7.2	92.8	15.2	37.5	5.9	4.1
M5	6.7	93.3	14.4	47.1	6.0	3.6
M6	6.5	93.5	18.4	36.8	6.5	4.4
M7	6.4	93.6	17.6	43.5	5.9	3.4
M8	6.4	93.6	16.0	52.1	5.7	4.2
M9	6.2	93.8	15.2	45.1	6.0	4.0
M10	6.0	94.0	18.4	49.0	6.4	3.2
M11	6.3	93.7	16.8	43.2	5.7	3.4
M12	6.9	93.1	16.0	43.2	5.8	3.1
M13	6.6	93.4	15.2	46.1	4.9	3.2
M14	6.6	93.4	14.4	41.9	5.6	3.4
M15	6.1	93.9	19.2	42.6	5.7	3.4
M16	4.6	95.4	14.4	35.7	5.2	3.5
M17	6.1	93.9	18.4	44.0	5.4	3.5
M18	6.3	93.7	16.0	48.6	6.2	3.5
M19	6.1	93.9	17.6	47.2	6.0	3.5
M20	6.5	93.5	18.4	39.4	6.4	3.4
M21	6.2	93.8	15.2	48.5	5.5	3.3
M22	6.1	93.9	14.4	39.9	6.6	3.6
M23	6.3	93.7	15.2	39.2	4.6	4.8
M24	5.9	94.1	17.6	39.6	6.2	2.2
M25	6.0	94.0	15.2	41.3	5.9	3.3
M26	5.8	94.2	16.0	43.0	6.4	3.5
M27	5.8	94.2	14.4	46.7	6.3	3.2
M28	5.9	94.1	16.8	44.4	6.3	2.1
M29	6.5	93.5	15.2	38.2	5.8	2.4

**ANEXO N°29: Valores obtenidos durante la evaluación fisicoquímica en granos de cacao procedente del almacén N°2**

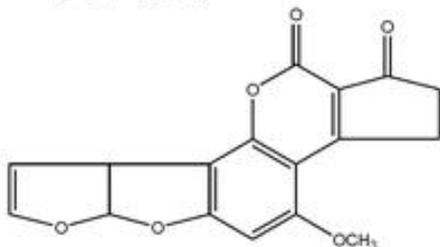
	HUMEDAD	EXTRACTO SECO	PROTEINAS	GRASAS	FIBRA BRUTA	CENIZAS
M30	6.0	94.0	16.0	38.1	6.4	3.5
M31	6.1	93.9	14.4	38.4	6.4	3.0
M32	6.3	93.7	17.6	44.1	5.7	2.2
M33	6.4	93.6	15.2	45.0	5.6	3.8
M34	6.0	94.0	13.6	41.2	5.8	3.7
M35	6.2	93.8	16.0	41.4	6.5	3.4
M36	6.3	93.7	14.4	45.3	5.3	4.1
M37	6.0	94.0	16.8	44.5	5.1	4.2
M38	6.0	94.0	19.0	42.4	5.4	3.3
M39	6.2	93.8	18.4	41.4	6.3	3.2
M40	6.2	93.8	17.5	45.2	6.1	3.2
M41	5.9	94.1	17.6	42.5	6.5	2.9
M42	5.9	94.1	14.4	44.2	6.2	2.7
M43	6.4	93.6	17.3	47.5	6.1	2.6
M44	5.8	94.2	18.4	40.2	6.8	3.4
M45	6.2	93.8	17.6	45.4	7.2	3.2
M46	6.5	93.5	18.4	39.1	7.1	3.2
M47	5.8	94.2	19.2	43.2	5.9	3.1
M48	6.0	94.0	17.6	40.2	6.5	2.1
M49	6.2	93.8	19.9	41.5	5.5	2.6
M50	6.4	93.6	18.4	48.2	5.6	3.3
M51	7.0	93.0	18.3	48.5	5.7	3.4
M52	7.1	92.9	16.3	48.9	6.9	3.7
M53	6.7	93.3	19.2	43.2	5.9	3.5
M54	6.5	93.5	13.9	41.9	5.7	3.6
M55	6.9	93.1	14.7	46.6	6.0	3.6
M56	6.8	93.2	14.2	43.9	6.0	3.4
M57	6.8	93.2	13.9	39.8	6.3	3.4
M58	6.9	93.1	14.8	45.9	5.9	3.7

**ANEXO N°30: Valores obtenidos durante la evaluación fisicoquímica en granos de cacao procedente del almacén N°3.**

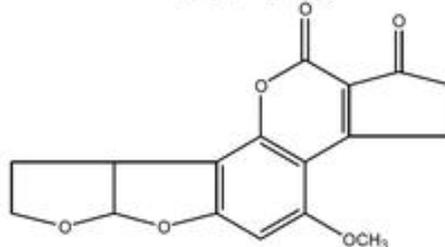
	HUMEDAD	EXTRACTO SECO	PROTEINAS	GRASAS	FIBRA BRUTA	CENIZAS
M59	7.0	93.0	17.9	49.1	5.8	3.5
M60	7.0	93.0	16.9	50.0	5.9	3.2
M61	7.0	93.0	16.8	48.1	5.6	3.3
M62	7.3	92.7	15.5	46.9	5.4	3.4
M63	6.7	93.3	16.4	50.1	5.2	3.4
M64	6.5	93.5	14.7	49.3	6.0	3.1
M65	6.4	93.6	16.8	44.3	5.0	4.1
M66	6.9	93.1	15.4	39.9	5.1	4.0
M67	7.2	92.8	16.0	48.8	5.0	4.3
M68	7.0	93.0	14.3	49.0	7.1	4.8
M69	6.6	93.4	13.0	47.7	7.3	4.0
M70	6.6	93.4	15.1	45.4	6.5	3.9
M71	6.9	93.1	14.3	44.0	6.1	3.8
M72	6.5	93.5	17.7	48.3	6.4	3.7
M73	6.8	93.2	14.6	43.9	6.4	3.6
M74	6.7	93.3	17.9	39.8	5.7	3.7
M75	6.0	94.0	13.9	43.3	5.9	3.7
M76	5.9	94.1	14.8	45.7	6.4	3.5
M77	7.1	92.9	15.0	48.2	6.5	3.5
M78	7.1	92.9	14.4	48.7	6.5	3.5
M79	7.0	93.0	18.9	46.0	6.9	3.4
M80	6.9	93.1	15.1	45.5	6.8	4.1
M81	6.9	93.1	15.5	44.0	6.9	3.9
M82	6.8	93.2	14.9	45.9	7.2	3.9
M83	6.8	93.2	16.6	44.9	6.6	3.5
M84	6.4	93.6	16.4	42.9	7.0	3.5
M85	6.6	93.4	19.5	47.7	6.1	3.5
M86	6.9	93.1	17.4	46.9	6.2	3.7
M87	7.0	93.0	19.0	50.1	7.2	3.6

**ANEXO N°31: Estructuras químicas de la aflatoxina B1 y otros metabolitos relacionados con las aflatoxinas**

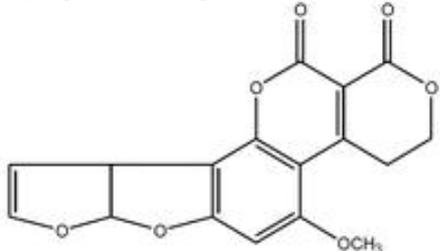
B1 (C<sub>17</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>)



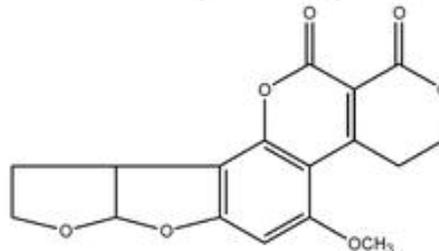
B2 (C<sub>17</sub>H<sub>14</sub>O<sub>6</sub>)



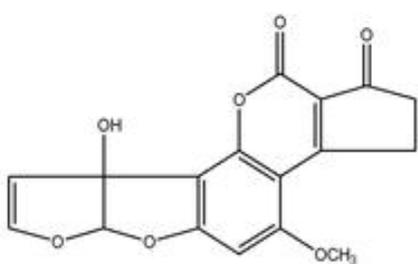
G1 (C<sub>17</sub>H<sub>12</sub>O<sub>7</sub>)



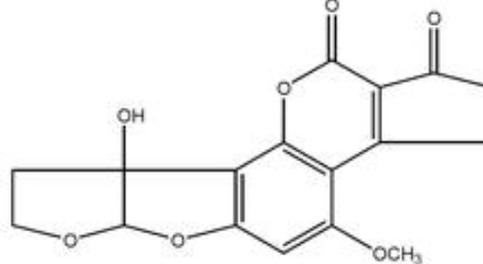
G2 (C<sub>17</sub>H<sub>14</sub>O<sub>7</sub>)



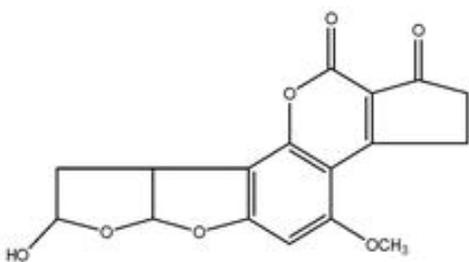
M1 (C<sub>17</sub>H<sub>12</sub>O<sub>7</sub>)



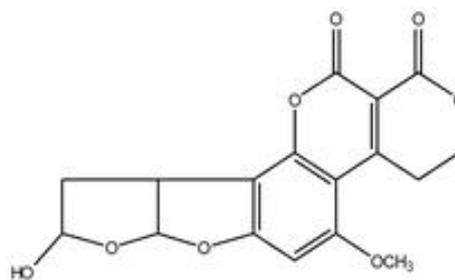
M2 (C<sub>17</sub>H<sub>14</sub>O<sub>7</sub>)



B2A (C<sub>17</sub>H<sub>14</sub>O<sub>7</sub>)



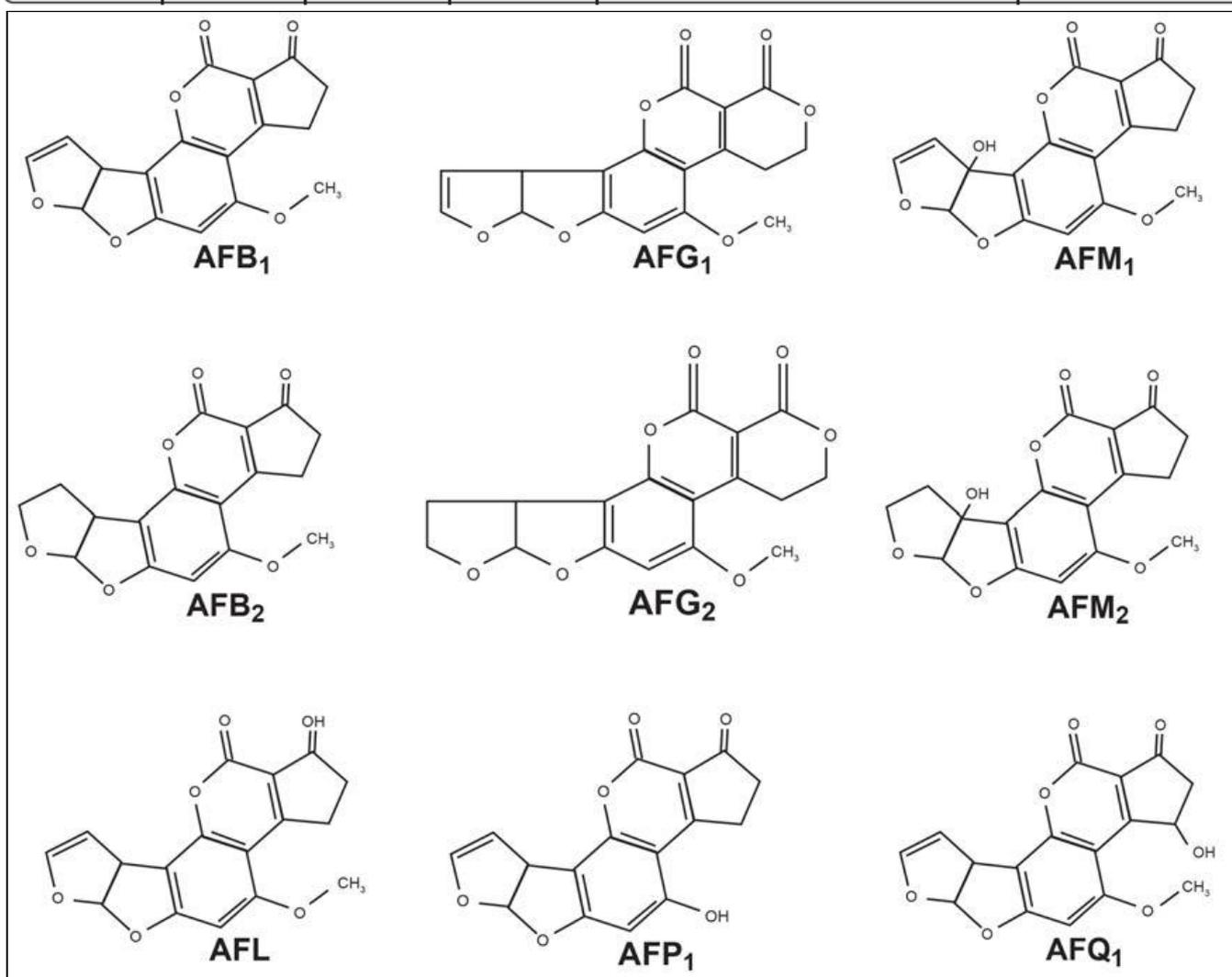
G2A (C<sub>17</sub>H<sub>14</sub>O<sub>8</sub>)



FUENTE: Reddy SV, Waliyar F. (2000) y Borzsonyi M, Lapis K, Day NE, Yamsaki H. (1984)

**ANEXO N°32: Propiedades fisicoquímicas de las principales aflatoxinas.**

Aflatoxina	Fórmula molecular	Peso molecular	Punto de fusión (°C)	Absorción ultravioleta (ε)		Emisión de fluorescencia (nm)
				265 nm	360-362 nm	
B <sub>1</sub>	C <sub>17</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub>	312	268-269	12,400	21,800	425
B <sub>2</sub>	C <sub>17</sub> H <sub>17</sub> O <sub>6</sub>	314	286-289	12,100	24,000	425
G <sub>1</sub>	C <sub>17</sub> H <sub>12</sub> O <sub>7</sub>	328	244-246	9,600	17,700	450
G <sub>2</sub>	C <sub>17</sub> H <sub>14</sub> O <sub>7</sub>	330	237-240	8,200	17,100	450
M <sub>1</sub>	C <sub>17</sub> H <sub>12</sub> O	328	299	14,150	21,250 (357 nm)	425
M <sub>2</sub>	C <sub>17</sub> H <sub>14</sub> O <sub>7</sub>	330	293	12,100 (264 nm)	22,900 (357 nm)	-----
P <sub>1</sub>	C <sub>16</sub> H <sub>10</sub> O <sub>6</sub>	298	>320	11,200 (267 nm)	15,400 (362 nm)	-----
Q <sub>1</sub>	C <sub>17</sub> H <sub>12</sub> O <sub>7</sub>	328	-----	11,450 (267 nm)	17,500 (366 nm)	-----
Aflatoxicol	C <sub>17</sub> H <sub>14</sub> O <sub>6</sub>	314	230-234	10,800 (261 nm)	14,100 (325 nm)	425



FUENTE: OPS-OMS. (1983); Soriano del Castillo, J.M. et al. (2007)

### ANEXO N°33: Propiedades físico-químicas de AFB1.

Propiedad fisicoquímica	
Nombre IUPAC	2,3,6a, 9a-Tetrahidro-4-metoxiciclopenta [c] Furo [3', 2': 4,5] furo [2,3- h ] [1] benzopiran-1,11-diona
Peso Molecular	312,277 g / mol
Punto de Fusión	268–269 ° C/ 514 – 516 ° F
Estado físico	Aparece como cristales de incoloro a amarillo pálido o polvo blanco. Exhibe fluorescencia azul.
Rotación óptica específica	–558 ° / D a 25 ° C (0,1 M en cloroformo) o –480 ° / D a 25 ° C (0,1 M en dimetilformamida)
Presión de vapor	$2,65 \times 10^{-10}$ mmHg a 25 ° C
Solubilidad del agua	16,14 mg / la 25 ° C; disminuye a baja temperatura; generalmente soluble en agua y disolventes polares
Estabilidad	Estable hasta el punto de fusión; descompuesto por irradiación UV en agua / cloroformo
Descomposición	Cuando se calienta hasta la descomposición emite un humo acre.
Log K <sub>ow</sub>	1,23
BCF (pescado)	3
K <sub>oc</sub> (suelo)	Rangos dentro de $682-2,317 \times 10^{-4}$
Constante de la ley de Henry	$1,4 \times 10^{-13}$ atm m <sup>3</sup> / mol a 25 ° C
Emisión de fluorescencia	Azul densamente fluorescente ( $\lambda_{max} = 425$ nm)
Absorción UV	Absorbe a 223, 265 y 362 nm
Espectro de masas	Identificado por LC – MS; ionización ESI; tipo precursor $[M + H]^+ ; m / z 313.071$
Toxicidad	Potente micotoxina hepatotóxica y hepatocarcinogénica producida por el grupo de hongos <i>Aspergillus flavus</i> . También es mutagénico, teratogénico y causa inmunosupresión en animales. Se encuentra como contaminante en el maní, la harina de semilla de algodón, el maíz y otros granos. La micotoxina requiere epoxidación a aflatoxina B1 2,3-óxido para su activación. Las monooxigenasas microsomaes biotransforman la toxina en los metabolitos menos tóxicos aflatoxina M1 y Q1.

FUENTE: *Biblioteca Nacional de Medicina: Centro Nacional de Información Biotecnológica (NIH).*

## ANEXO N°34: Biotransformación de las aflatoxinas

Rojas y Wilches (2009), mencionan en su investigación que el mecanismo de acción de las aflatoxinas en el organismo toma la siguiente secuencia:

- a. Penetración a las células y a sus núcleos.
- b. Combinación con el ADN.
- c. Reducción de la síntesis de ARN, especialmente del m-ARN.
- d. En pocos minutos bloquean la proteosíntesis y a causa de la inhibición del m-ARN también se inhibe la mitosis.
- e. La inhibición de la mitosis es seguida por la muerte celular.

Para que la acción tóxica de la aflatoxina ocurra es necesario que ésta tenga un cambio metabólico, el cual ocurre cuando la AFB1 llega al hígado de los seres que la ingieren. Dicho cambio ocurre en las células hepáticas.

Además indican que la AFB1 pasa por dos fases:

**Fase I:** Las aflatoxinas son absorbidas en el tracto gastrointestinal debido a su alta liposolubilidad. Cuando las personas ingieren aflatoxina B1, ésta es absorbida en el intestino y es llevada vía porta hasta el hígado, allí es metabolizada por el citocromo p-450 de los hepatocitos produciendo derivados reducidos y oxidados que supuestamente no presentan actividad carcinogénica. Resultando el AFB1 exo 8-9 epóxido, el cual al ser altamente inestable se une con el nitrógeno de la guanina, produce un aducto con el ADN y transversiones de guanina a timina. Este aducto abre su anillo imidazol y forma una molécula más estable química y biológicamente, la aflatoxina B1 (formamidopirimidina), quien es la causante de errores posteriores en la transcripción del ADN.

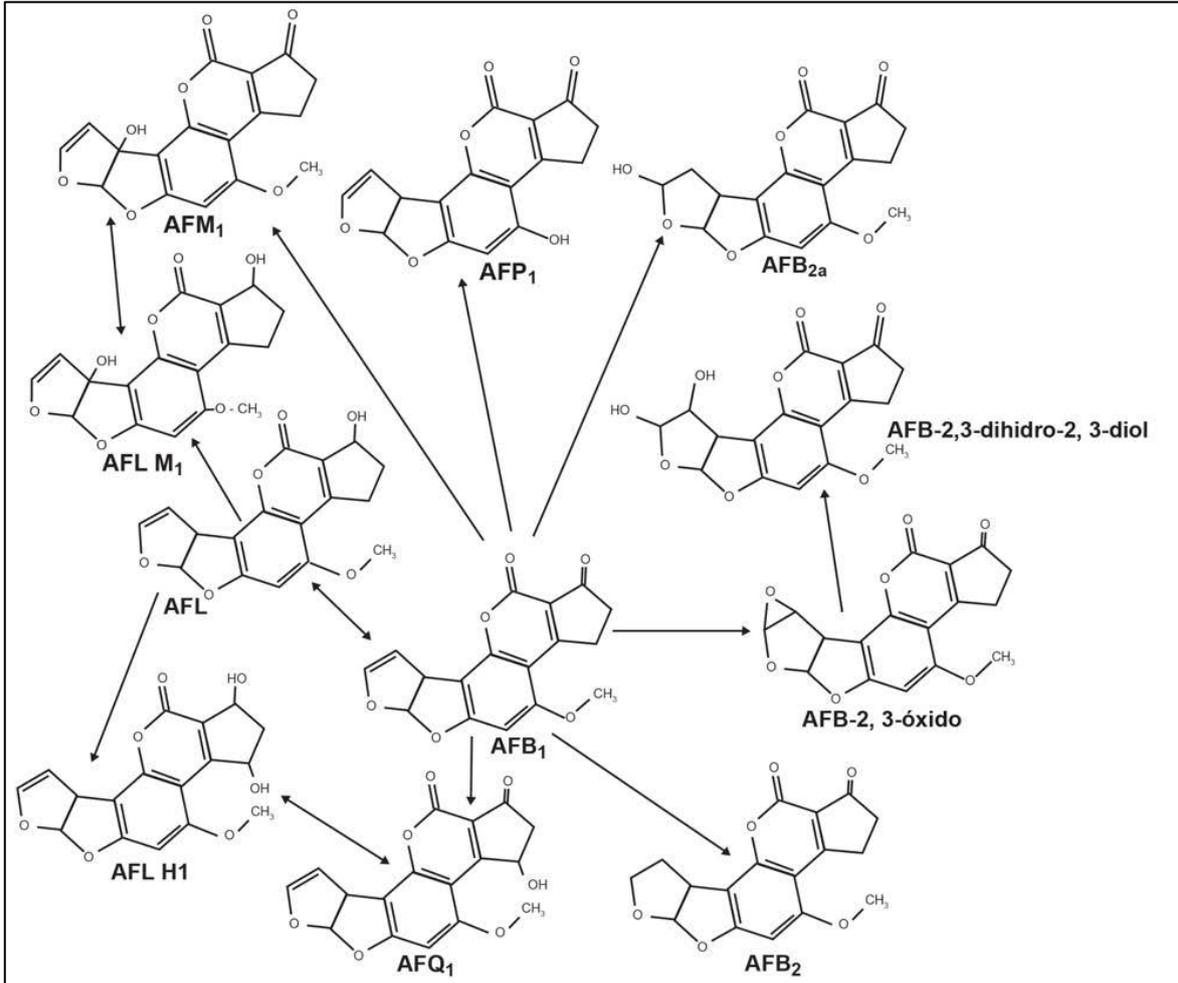
Adicionalmente se puede configurar un aducto con la albúmina y con la lisina, razón por la cual estos compuestos sirven a nivel clínico para determinar el consumo de aflatoxina B1.

**Fase II:** En la siguiente fase se busca estabilizar e inactivar al epóxido, hidrolizándolo y conjugándolo con glutatión (GSH) para formar aflatoxina-glutatión conjugado que será excretado por la orina como ácido mercaptúrico, combinándose con proteínas a los diferentes tejidos y provocando las diferentes clases de intoxicaciones, además de los efectos carcinogénicos. (Rodríguez, Sala, & Salazar, 2008)

El tiempo de vida media plasmática para la AFB1 es de 36,5 minutos, su volumen de distribución es del 14% del peso corporal y el aclaramiento renal es de 1,25 l/kg/h. Aproximadamente el 80% de la dosis total de AFB1 se excreta en una semana. La AFM1 se excreta en las 48 horas siguientes a la ingestión y representa entre el 1-4% de la AFB1 ingerida. (Urrego Novoa & Díaz, 2006)

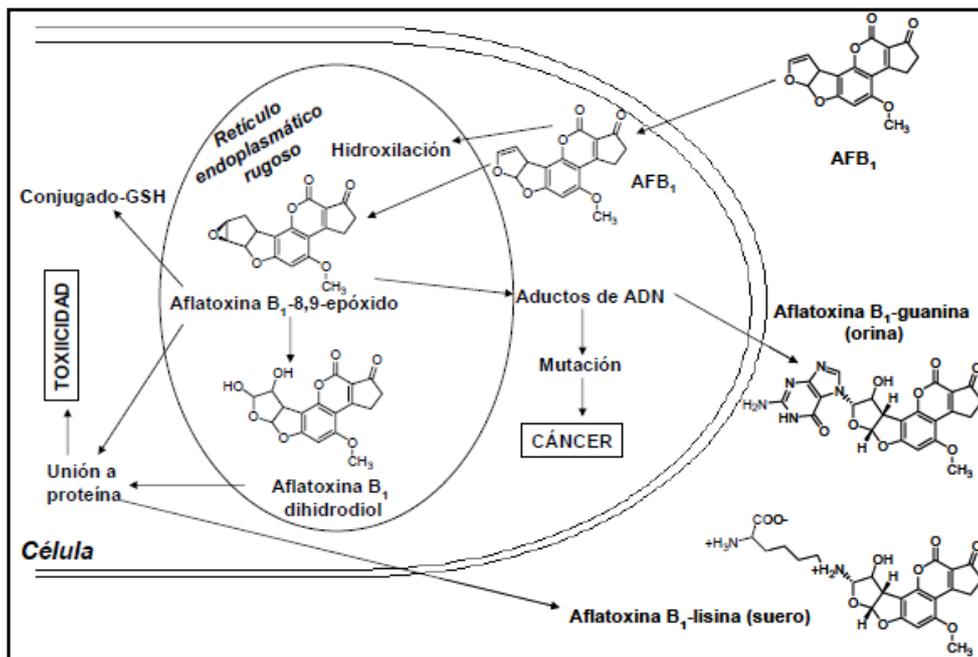
*FUENTE: Chalco, D. (2014)*

**ANEXO N°35: Ruta de biotransformación de AFB1**



FUENTE: Eaton, D.I., Ramsdell, H.S., & Neal, G.E.(1994).

**ANEXO N°36: Mecanismo de acción de AFB1**



FUENTE: Juan, C. (2008)

**ANEXO N°37: Niveles máximos de AFB1, según REGLAMENTO (EU) No 165/2010 DE LA COMISIÓN del 26 de febrero de 2010**

Productos alimenticios <sup>(1)</sup>		Contenidos máximos (µg/kg)		
2.1.	Aflatoxinas	B <sub>1</sub>	Suma de B <sub>1</sub> , B <sub>2</sub> , G <sub>1</sub> y G <sub>2</sub>	M <sub>1</sub>
2.1.1.	Cacahuets y otras semillas oleaginosas <sup>(40)</sup> que vayan a someterse a un proceso de selección u otro tratamiento físico antes del consumo humano directo o de su utilización como ingredientes de productos alimenticios, con la excepción de: — los cacahuets y otras semillas oleaginosas que vayan a molerse para la producción de aceite vegetal refinado	8,0 <sup>(5)</sup>	15,0 <sup>(5)</sup>	—
2.1.2.	Almendras, pistachos y huesos de albaricoque que vayan a someterse a un proceso de selección, u otro tratamiento físico, antes del consumo humano directo o de su utilización como ingredientes de productos alimenticios	12,0 <sup>(5)</sup>	15,0 <sup>(5)</sup>	—
2.1.3.	Avellanas y nueces del Brasil que vayan a someterse a un proceso de selección u otro tratamiento físico antes del consumo humano directo o de su utilización como ingredientes de productos alimenticios	8,0 <sup>(5)</sup>	15,0 <sup>(5)</sup>	—
2.1.4.	Frutos de cáscara arbóreas, salvo los indicados en los puntos 2.1.2 y 2.1.3, que vayan a someterse a un proceso de selección u otro tratamiento físico antes del consumo humano directo o de su utilización como ingredientes de productos alimenticios	5,0 <sup>(5)</sup>	10,0 <sup>(5)</sup>	—
2.1.5.	Cacahuets y otras semillas oleaginosas <sup>(40)</sup> y sus productos transformados destinados al consumo humano directo o a utilizarse como ingredientes en los productos alimenticios, con la excepción de: — aceites vegetales crudos destinados a ser refinados — aceites vegetales refinados	2,0 <sup>(5)</sup>	4,0 <sup>(5)</sup>	—
2.1.6.	Almendras, pistachos y huesos de albaricoque destinados al consumo humano directo o a utilizarse como ingredientes de productos alimenticios <sup>(41)</sup>	8,0 <sup>(5)</sup>	10,0 <sup>(5)</sup>	—
2.1.7.	Avellanas y nueces del Brasil destinadas al consumo humano directo o a utilizarse como ingredientes de productos alimenticios <sup>(41)</sup>	5,0 <sup>(5)</sup>	10,0 <sup>(5)</sup>	—
2.1.8.	Frutos de cáscara arbóreas, distintos de los indicados en los puntos 2.1.6 y 2.1.7, y sus productos transformados destinados al consumo humano directo o a utilizarse como ingredientes de productos alimenticios	2,0 <sup>(5)</sup>	4,0 <sup>(5)</sup>	—
2.1.9.	Frutas pasas que vayan a someterse a un proceso de selección u otro tratamiento físico antes del consumo humano directo o de su utilización como ingredientes de productos alimenticios	5,0	10,0	—
2.1.10.	Frutas pasas y sus productos transformados para el consumo humano directo o su utilización como ingredientes de productos alimenticios	2,0	4,0	—
2.1.11.	Todos los cereales y todos los productos a base de cereales, incluidos los productos de cereales transformados, salvo los productos alimenticios indicados en los puntos 2.1.12, 2.1.15 y 2.1.17	2,0	4,0	—

## ANEXO N°38: CLASIFICACIÓN DE LAS MICOTOXINAS SEGÚN LA IARC

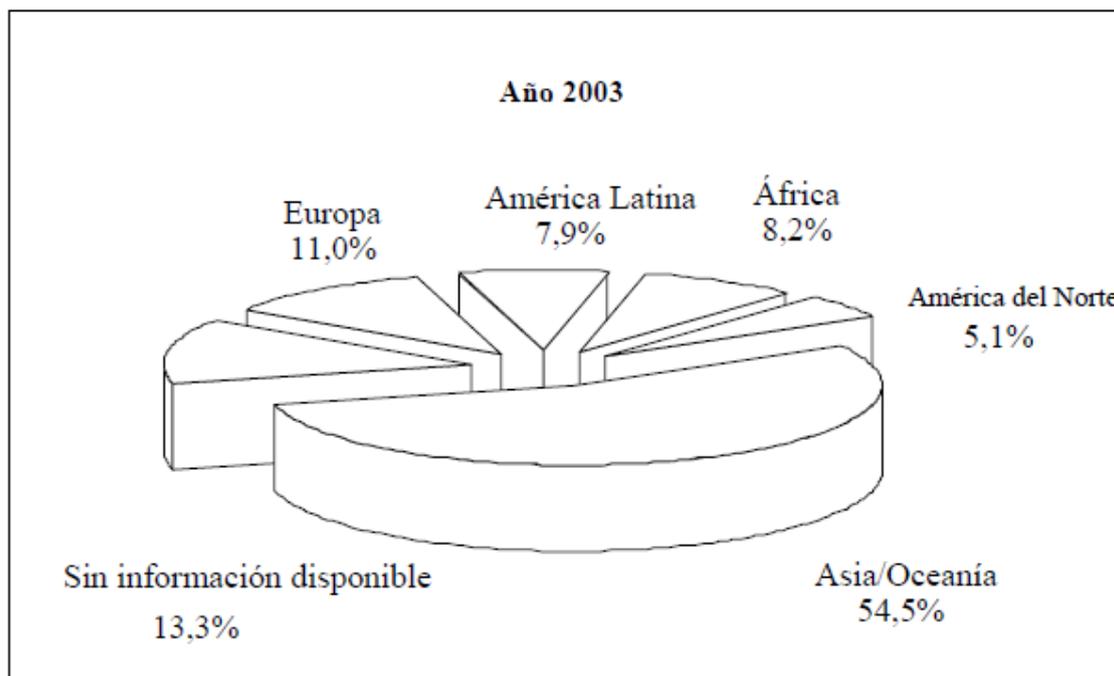
La IARC (International Agency for Research on Cancer) clasifica varias micotoxinas como carcinógenas o potencialmente carcinógenas para el hombre, de acuerdo a los siguientes grupos:

- Grupo 1: El agente es carcinógeno en humanos
- Grupo 2A: Agente probablemente carcinógeno en humanos; existe limitada evidencia sobre humanos, pero suficiente con animales.
- Grupo 2B: Agente posiblemente carcinógeno; la evidencia en humanos es limitada y tampoco hay suficiente evidencia con animales de experimentación.
- Grupo 3: El agente no es clasificable como carcinógeno para humanos, y no puede incluirse en otro grupo.
- Grupo 4: el agente probablemente no es carcinógeno en humanos; la evidencia disponible, tanto de humanos como de experimentación animal así lo sugiere.

Micotoxinas	IARC
Aflatoxinas	1
Afltaoxina M1	2B
Citrinina	3
Fumonisina B1	2B
Ocratoxina A	2B
Toxinas derivadas de <i>Fusarium graminearum</i> , <i>F. culmorum</i> (zearalenona, deoxinivalenol)	3
Toxinas derivadas de <i>Fusarium sporotrichioides</i> (toxina T-2)	3

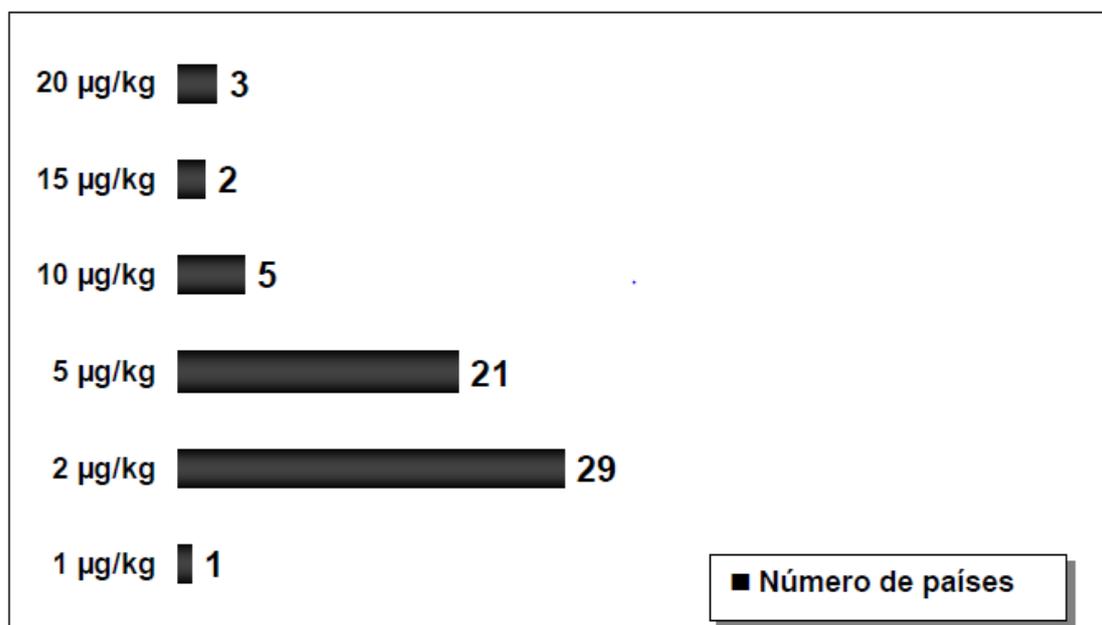
Fuente: IARC, ( 2002)

**ANEXO N°39: Porcentaje de la población mundial con reglamentos para las micotoxinas**



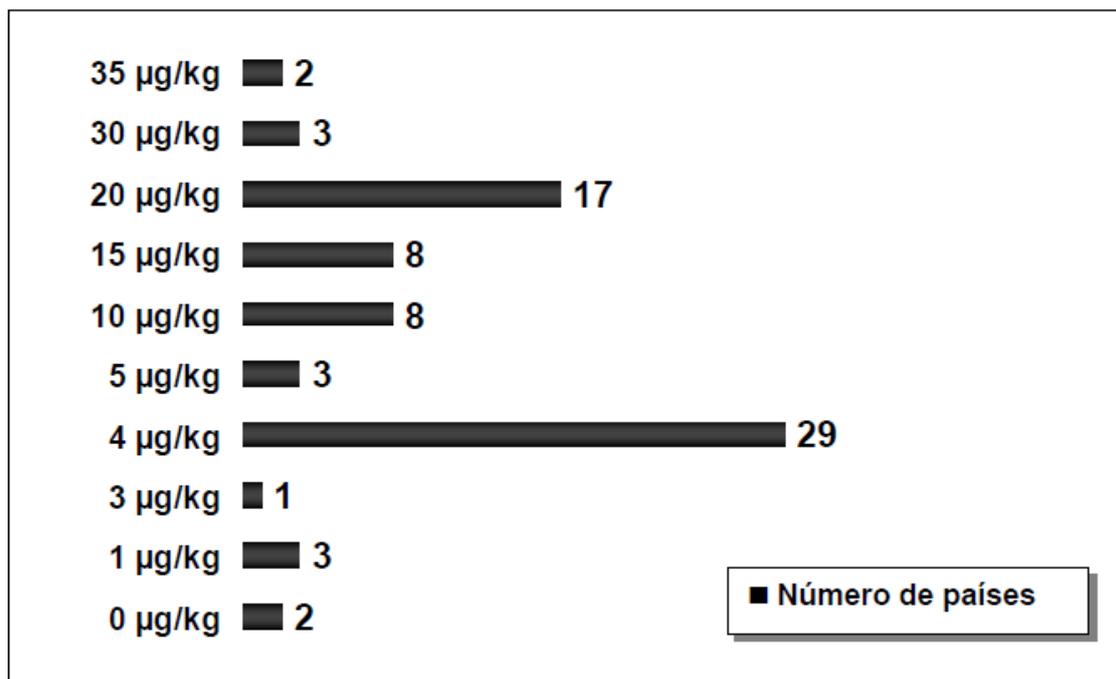
FUENTE: *FAO. (2004)*

**ANEXO N°40: Límites a nivel mundial para la aflatoxina B1 en los alimentos**



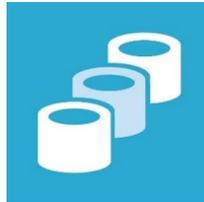
FUENTE: *FAO. (2004)*

**ANEXO N°41: Límites a nivel mundial para las aflatoxinas totales en los alimentos**



FUENTE: *FAO. (2004)*

**ANEXO N°42: Software Romer ® Log hoja de cálculo para determinar la concentración de aflatoxina B1 para cada muestra en partes por billón (ppb)**



Version: v03  
 Creator: mzh  
 Date: 12 Nov.2015



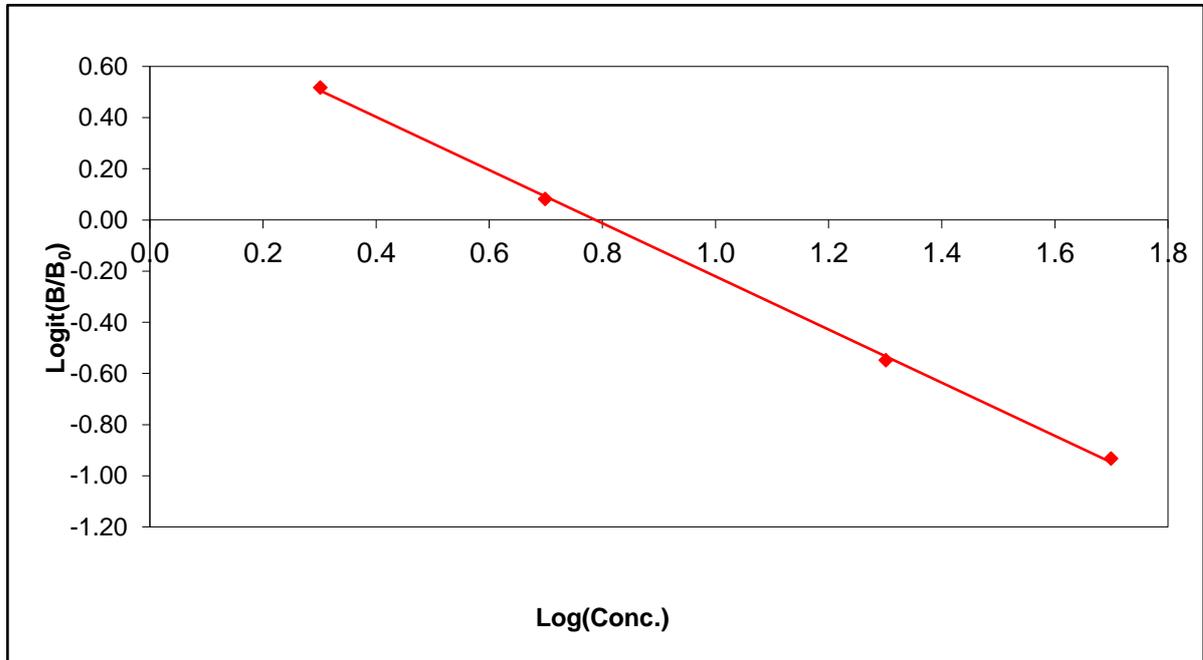
**Romer Labs AgraQuant Aflatoxin B1 (2-50ppb) QUANTITATIVE KIT - COKAQ8000/8048  
 Data Reduction Worksheet**

<b>Operator:</b>	
<b>Date:</b>	
<b>Assay ID:</b>	
<b>Kit Lot#:</b>	

**Section I: Calibration Curve**

Std. Level	Abs.	B/Bo	Log(Conc.)	Logit B/Bo	
0 ppb =	1.686				
2 ppb =	1.293	0.77	0.30	0.52	
5 ppb =	0.922	0.55	0.70	0.08	
20 ppb =	0.372	0.22	1.30	-0.55	
50 ppb =	0.176	0.10	1.70	-0.93	
					<b>R =</b> -0.9997 OK
					<b>Slope =</b> -1.0390
					<b>Intercept =</b> 0.8183
					<b>50% Inhibition =</b> 6.1337

**ANEXO N°43: Curva de Calibracion y Valores obtenidos de los estándares cuantificados por la Hoja de calculo Romer Labs AgraQuant Aflatoxin B1 (2-50ppb)**



**Section II: Sample Calculations**

No.	Sample ID	Abs.	Aflatoxin B1 [ppb]
1	0 ppb Std.	1.686	0.00
2	2 ppb Std.	1.293	1.95
3	5 ppb Std.	0.922	5.12
4	20 ppb Std.	0.372	20.66
5	50 ppb Std.	0.176	48.53

**ANEXO N°44: Valores obtenidos en el análisis cuantitativo de Aflatoxina B1 en granos de *Theobroma cacao* procedente de los tres almacenes de Nueva Cajamarca.**

<LOD : Debajo del Límite de detección.

	ALMACÉN DE PROCEDENCIA					
	N°1		N°2		N°3	
	Absorbancia	Aflatoxina B1 ppb	Absorbancia	Aflatoxina B1 ppb	Absorbancia	Aflatoxina B1 ppb
M1	1.158	<b>2.88</b>	1.656	<LOD	1.451	<LOD
M2	0.984	<b>4.43</b>	1.582	<LOD	1.555	<LOD
M3	1.895	<LOD	1.805	<LOD	1.562	<LOD
M4	0.249	<b>33.14</b>	1.802	<LOD	1.639	<LOD
M5	1.498	<LOD	1.755	<LOD	1.579	<LOD
M6	1.251	<b>2.22</b>	1.964	<LOD	1.350	<LOD
M7	0.527	<b>13.09</b>	1.611	<LOD	1.584	<LOD
M8	1.953	<LOD	1.615	<LOD	1.583	<LOD
M9	0.836	<b>6.23</b>	1.097	<b>3.37</b>	1.732	<LOD
M10	1.471	<LOD	1.675	<LOD	1.630	<LOD
M11	1.166	<b>2.82</b>	1.295	<LOD	1.754	<LOD
M12	2.073	<LOD	1.546	<LOD	1.432	<LOD
M13	1.012	<b>4.15</b>	1.375	<LOD	1.537	<LOD
M14	0.666	<b>9.24</b>	1.596	<LOD	1.464	<LOD
M15	0.622	<b>10.28</b>	1.549	<LOD	1.716	<LOD
M16	0.712	<b>8.29</b>	1.566	<LOD	0.803	<b>6.72</b>
M17	1.440	<LOD	1.449	<LOD	1.727	<LOD
M18	1.774	<LOD	1.081	<b>3.51</b>	1.786	<LOD
M19	1.422	<LOD	1.152	<b>2.93</b>	1.985	<LOD
M20	2.137	<LOD	1.404	<LOD	1.651	<LOD
M21	1.385	<LOD	1.296	<LOD	1.062	<b>3.68</b>
M22	1.602	<LOD	1.72	<LOD	1.689	<LOD
M23	0.916	<b>5.19</b>	1.514	<LOD	1.786	<LOD
M24	1.712	<LOD	1.405	<LOD	1.769	<LOD
M25	1.224	<b>2.40</b>	1.382	<LOD	1.832	<LOD
M26	1.696	<LOD	1.613	<LOD	1.600	<LOD
M27	1.315	<LOD	1.767	<LOD	1.452	<LOD
M28	1.553	<LOD	2.064	<LOD	1.030	<b>3.97</b>
M29	1.555	<LOD	2.114	<LOD	1.506	<LOD
<b>V. mínimo</b>	0.249	2.219	1.081	2.926	0.803	3.676
<b>V. máximo</b>	2.137	33.136	2.114	3.508	1.985	6.719
<b>Promedio</b>	1.304	8.027	1.567	3.268	1.560	4.789
<b>D. estándar</b>	0.480	8.272	0.258	0.304	0.251	1.678
<b>Error estandar</b>	-	2.294	-	0.175	-	0.969
<b>Limite inferior 0.05</b>	-	3.029	-	2.518	-	0.622
<b>Limite superior 0.05</b>	-	13.027	-	4.022	-	8.958
				<b>Prom. Total</b>		6.765
				<b>Desv. Total</b>		7.055
				<b>Error estandar</b>		1.619
				<b>Limite inferior 0.05</b>		3.365
				<b>Limite superior 0.05</b>		10.166

**ANEXO N°45: ANALISIS ESTADISTICO CHI-CUADRADO. Evaluación de apariencia exterior física del grano de cacao**

ESTADISTICO: EVALUACION FISICA				
	OLOR	COLOR	TAMAÑO	FORMA
Chi-cuadrado de Pearson	3,222 <sup>a</sup>	1,024 <sup>a</sup>	,000 <sup>a</sup>	2,023 <sup>a</sup>
gl	2	2	2	2
Significación asintótica (bilateral)	<b>0.200</b>	<b>0.599</b>	<b>1.000</b>	<b>0.364</b>

**ANEXO N°46: ANALISIS ESTADISTICO DE ANOVA. Evaluación de Recuento de granos**

ANOVA					
RCTO. GRANOS	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	255.457	2	127.728	6.626	<b>0.002</b>
Dentro de grupos	1619.240	84	19.277		
Total	1874.697	86			

Comparaciones múltiples							
Variable dependiente: RCTO. GRANOS							
	(I) ALMACÉN	(J) ALMACÉN	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
<b>Games-Howell</b>	ALMACEN N°1	ALMACEN N°2	1.54138	0.94252	0.241	-0.7392	3.8219
		ALMACEN N°3	-2.61034	1.31923	0.128	-5.7928	0.5721
	ALMACEN N°2	ALMACEN N°1	-1.54138	0.94252	0.241	-3.8219	0.7392
		ALMACEN N°3	-4,15172*	1.16600	<b>0.003</b>	-6.9891	-1.3143
	ALMACEN N°3	ALMACEN N°1	2.61034	1.31923	0.128	-0.5721	5.7928
		ALMACEN N°2	4,15172*	1.16600	<b>0.003</b>	1.3143	6.9891

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

**ANEXO N°47: ANALISIS ESTADISTICO DE ANOVA. Evaluación de peso en 100 granos de cacao**

<b>ANOVA</b>					
<b>PESO DE 100 GRANOS</b>	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	630.156	2	315.078	10.254	<b>0.000</b>
Dentro de grupos	2581.071	84	30.727		
Total	3211.227	86			

<b>Comparaciones múltiples</b>							
Variable dependiente: PESO DE 100 GRANOS							
	(I) ALMACÉN	(J) ALMACÉN	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
<b>Games-Howell</b>	ALMACEN N°1	ALMACEN N°2	4,06207*	1.19540	<b>0.004</b>	1.1791	6.9451
		ALMACEN N°3	-2.46552	1.51110	0.243	-6.1318	1.2007
	ALMACEN N°2	ALMACEN N°1	-4,06207*	1.19540	0.004	-6.9451	-1.1791
		ALMACEN N°3	-6,52759*	1.62631	<b>0.001</b>	-10.4541	-2.6010
	ALMACEN N°3	ALMACEN N°1	2.46552	1.51110	0.243	-1.2007	6.1318
		ALMACEN N°2	6,52759*	1.62631	0.001	2.6010	10.4541

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

**ANEXO N°48: ANALISIS ESTADISTICO DE ANOVA. Evaluación de peso en un grano de cacao**

<b>ANOVA</b>					
<b>PESO DE 1 GRANO</b>	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	0.063	2	0.032	10.254	<b>0.000</b>
Dentro de grupos	0.258	84	0.003		
Total	0.321	86			

<b>Comparaciones múltiples</b>							
Variable dependiente: PESO DE 1 GRANO							
	(I) ALMACÉN	(J) ALMACÉN	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
<b>Games-Howell</b>	ALMACEN N°1	ALMACEN N°2	,040621*	0.011954	<b>0.004</b>	0.01179	0.06945
		ALMACEN N°3	-0.024655	0.015111	0.243	-0.06132	0.01201
	ALMACEN N°2	ALMACEN N°1	-,040621*	0.011954	0.004	-0.06945	-0.01179
		ALMACEN N°3	-,065276*	0.016263	<b>0.001</b>	-0.10454	-0.02601
	ALMACEN N°3	ALMACEN N°1	0.024655	0.015111	0.243	-0.01201	0.06132
		ALMACEN N°2	,065276*	0.016263	0.001	0.02601	0.10454

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

**ANEXO N°49: ANALISIS ESTADISTICO DE ANOVA. Evaluación del total de residuos (granos planos, granos múltiples, materia extraña, granos rotos)**

<b>ANOVA</b>					
<b>TOTAL RESIDUOS</b>	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	2.388	2	1.194	3.544	<b>0.033</b>
Dentro de grupos	28.298	84	0.337		
Total	30.686	86			

<b>Comparaciones múltiples</b>							
<b>Variable dependiente: TOTAL RESIDUOS</b>							
	(I) ALMACÉN	(J) ALMACÉN	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
<b>Bonferroni</b>	ALMACEN N°1	ALMACEN N°2	0.32005	0.15243	0.116	-0.0523	0.6924
		ALMACEN N°3	,37612*	0.15243	<b>0.047</b>	0.0038	0.7485
	ALMACEN N°2	ALMACEN N°1	-0.32005	0.15243	0.116	-0.6924	0.0523
		ALMACEN N°3	0.05606	0.15243	1.000	-0.3163	0.4284
	ALMACEN N°3	ALMACEN N°1	-,37612*	0.15243	0.047	-0.7485	-0.0038
		ALMACEN N°2	-0.05606	0.15243	1.000	-0.4284	0.3163

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

**ANEXO N°50: ANALISIS CORRELACIÓN TAU B DE KENDALL. Evaluación de residuos (granos planos, granos múltiples, materia extraña, granos rotos)**

<b>Correlaciones</b>						
			<b>Materia extraña</b>	<b>Granos planos</b>	<b>Granos multiples</b>	<b>Granos rotos</b>
<b>Tau_b de Kendall</b>	<b>Materia extraña</b>	Coeficiente de correlación	1.000	-0.112	-0.022	-0.090
		Sig. (bilateral)		0.124	0.761	0.215
	<b>Granos planos</b>	Coeficiente de correlación	-0.112	1.000	,143*	-0.044
		Sig. (bilateral)	0.124		0.049	0.545
	<b>Granos multiples</b>	Coeficiente de correlación	-0.022	,143*	1.000	,149*
		Sig. (bilateral)	0.761	0.049		0.041
	<b>Granos rotos</b>	Coeficiente de correlación	-0.090	-0.044	,149*	1.000
		Sig. (bilateral)	0.215	0.545	0.041	

\*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

**ANEXO N°51: ANALISIS ESTADISTICO DE ANOVA. Evaluación de residuos (granos planos, granos múltiples, materia extraña, granos rotos)**

ANOVA						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
<b>Materia extraña</b>	Entre grupos	0.031	2	0.016	0.239	0.788
	Dentro de grupos	5.510	84	0.066		
	Total	5.542	86			
<b>Granos planos</b>	Entre grupos	0.377	2	0.188	2.240	0.113
	Dentro de grupos	7.069	84	0.084		
	Total	7.446	86			
<b>Granos multiples</b>	Entre grupos	0.050	2	0.025	0.292	0.748
	Dentro de grupos	7.135	84	0.085		
	Total	7.184	86			
<b>Granos rotos</b>	Entre grupos	0.656	2	0.328	3.458	0.036
	Dentro de grupos	7.971	84	0.095		
	Total	8.627	86			

Comparaciones múltiples							
Variable dependiente: Granos Rotos							
	(I) ALMACÉN	(J) ALMACÉN	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
<b>Bonferroni</b>	ALMACEN N°1	ALMACEN N°2	0.17734	0.08090	0.093	-0.0203	0.3750
		ALMACEN N°3	0.19045	0.08090	0.063	-0.0072	0.3881
	ALMACEN N°2	ALMACEN N°1	-0.17734	0.08090	0.093	-0.3750	0.0203
		ALMACEN N°3	0.01310	0.08090	1.000	-0.1845	0.2107
	ALMACEN N°3	ALMACEN N°1	-0.19045	0.08090	0.063	-0.3881	0.0072
		ALMACEN N°2	-0.01310	0.08090	1.000	-0.2107	0.1845

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

**ANEXO N°52: ANALISIS ESTADISTICO DE ANOVA. Prueba de corte (Total de defectos)**

<b>ANOVA</b>					
<b>TOTAL DEFECTOS</b>	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	230.525	2	115.262	17.492	<b>0.000</b>
Dentro de grupos	553.504	84	6.589		
Total	784.029	86			

<b>Comparaciones múltiples</b>							
<b>Variable dependiente: TOTAL DE DEFECTOS - PRUEBA DE CORTE</b>							
	(I) ALMACÉN	(J) ALMACÉN	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
<b>Games-Howell</b>	Almacén N°1	Almacén N°2	2,8897*	0.7380	<b>0.001</b>	1.089	4.691
		Almacén N°3	3,8241*	0.7756	<b>0.000</b>	1.942	5.707
	Almacén N°2	Almacén N°1	-2,8897*	0.7380	<b>0.001</b>	-4.691	-1.089
		Almacén N°3	0.9345	0.4660	0.121	-0.189	2.058
	Almacén N°3	Almacén N°1	-3,8241*	0.7756	0.000	-5.707	-1.942
		Almacén N°2	-0.9345	0.4660	0.121	-2.058	0.189

\*.La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

**ANEXO N°53: ANALISIS ESTADISTICO DE ANOVA. Prueba de corte (Defecto encontrado en granos de cacao)**

<b>ANOVA</b>						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Enmohecido	Entre grupos	9.300	2	4.650	15.168	0.000
	Dentro de grupos	25.750	84	0.307		
	Total	35.049	86			
Pizarroso	Entre grupos	55.876	2	27.938	21.334	0.000
	Dentro de grupos	110.003	84	1.310		
	Total	165.880	86			
Violaceo	Entre grupos	18.711	2	9.355	6.537	0.002
	Dentro de grupos	120.220	84	1.431		
	Total	138.931	86			
Insecto	Entre grupos	0.064	2	0.032	2.425	0.095
	Dentro de grupos	1.111	84	0.013		
	Total	1.175	86			
Germinado	Entre grupos	5.165	2	2.582	9.798	0.000
	Dentro de grupos	22.139	84	0.264		
	Total	27.303	86			

**ANEXO N°54: ANALISIS ESTADISTICO DE ANOVA (Comparaciones multiples). Prueba de corte (Defecto encontrado en granos de cacao)**

<b>Comparaciones múltiples</b>							
<b>Variable dependiente: Grano Enmohecido</b>							
	(I) ALMACÉN	(J) ALMACÉN	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
<b>Games-Howell</b>	ALMACEN 1	ALMACEN 2	,5379*	0.1772	<b>0.012</b>	0.105	0.971
		ALMACEN 3	,7828*	0.1664	<b>0.000</b>	0.372	1.194
	ALMACEN 2	ALMACEN 1	-,5379*	0.1772	0.012	-0.971	-0.105
		ALMACEN 3	,2448*	0.0658	<b>0.002</b>	0.083	0.406
	ALMACEN 3	ALMACEN 1	-,7828*	0.1664	0.000	-1.194	-0.372
		ALMACEN 2	-,2448*	0.0658	0.002	-0.406	-0.083
<b>Variable dependiente: Grano Pizarroso</b>							
<b>Games-Howell</b>	ALMACEN 1	ALMACEN 2	1,5034*	0.3544	<b>0.000</b>	0.638	2.369
		ALMACEN 3	1,8448*	0.3431	<b>0.000</b>	1.003	2.687
	ALMACEN 2	ALMACEN 1	-1,5034*	0.3544	0.000	-2.369	-0.638
		ALMACEN 3	0.3414	0.1662	0.110	-0.060	0.742
	ALMACEN 3	ALMACEN 1	-1,8448*	0.3431	0.000	-2.687	-1.003
		ALMACEN 2	-0.3414	0.1662	0.110	-0.742	0.060
<b>Variable dependiente: Grano Violaceo</b>							
<b>Bonferroni</b>	ALMACEN 1	ALMACEN 2	1,0862*	0.3142	<b>0.003</b>	0.319	1.854
		ALMACEN 3	,8310*	0.3142	<b>0.029</b>	0.064	1.599
	ALMACEN 2	ALMACEN 1	-1,0862*	0.3142	0.003	-1.854	-0.319
		ALMACEN 3	-0.2552	0.3142	1.000	-1.023	0.512
	ALMACEN 3	ALMACEN 1	-,8310*	0.3142	0.029	-1.599	-0.064
		ALMACEN 2	0.2552	0.3142	1.000	-0.512	1.023
<b>Variable dependiente: Grano Germinado</b>							
<b>Bonferroni</b>	ALMACEN 1	ALMACEN 2	-0.2828	0.1348	0.117	-0.612	0.047
		ALMACEN 3	0.3138	0.1348	0.067	-0.016	0.643
	ALMACEN 2	ALMACEN 1	0.2828	0.1348	0.117	-0.047	0.612
		ALMACEN 3	,5966*	0.1348	<b>0.000</b>	0.267	0.926
	ALMACEN 3	ALMACEN 1	-0.3138	0.1348	0.067	-0.643	0.016
		ALMACEN 2	-,5966*	0.1348	0.000	-0.926	-0.267

\*.La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

**ANEXO N°55: ANALISIS CORRELACIÓN TAU B DE KENDALL. Prueba de corte (Defecto encontrado en granos de cacao)**

Correlaciones							
			Enmohecido	Pizarroso	Violaceo	Insecto	Germinado
<b>Tau_b de Kendall</b>	Enmohecido	Coeficiente de correlación	1.000	,620**	,306**	,480**	0.160
		Sig. (bilateral)		0.000	0.000	0.000	0.070
	Pizarroso	Coeficiente de correlación	,620**	1.000	,313**	,487**	0.155
		Sig. (bilateral)	0.000		0.000	0.000	0.065
	Violaceo	Coeficiente de correlación	,306**	,313**	1.000	,396**	0.022
		Sig. (bilateral)	0.000	0.000		0.000	0.790
	Insecto	Coeficiente de correlación	,480**	,487**	,396**	1.000	0.130
		Sig. (bilateral)	0.000	0.000	0.000		0.174
	Germinado	Coeficiente de correlación	0.160	0.155	0.022	0.130	1.000
		Sig. (bilateral)	0.070	0.065	0.790	0.174	

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

**ANEXO N°56: ANALISIS ESTADISTICO DE ANOVA. Prueba sensorial – catación en granos de cacao.**

<b>ANOVA</b>						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Amargor	Entre grupos	3.458	2	1.729	3.839	0.025
	Dentro de grupos	37.838	84	0.450		
	Total	41.296	86			
Astringencia	Entre grupos	0.168	2	0.084	0.167	0.846
	Dentro de grupos	42.229	84	0.503		
	Total	42.397	86			
Acidez	Entre grupos	28.056	2	14.028	8.677	<b>0.000</b>
	Dentro de grupos	135.794	84	1.617		
	Total	163.851	86			
Dulce	Entre grupos	0.826	2	0.413	0.752	0.474
	Dentro de grupos	46.081	84	0.549		
	Total	46.906	86			
Cacao	Entre grupos	0.876	2	0.438	1.245	0.293
	Dentro de grupos	29.543	84	0.352		
	Total	30.420	86			
Floral	Entre grupos	1.467	2	0.733	0.304	0.739
	Dentro de grupos	202.877	84	2.415		
	Total	204.343	86			
Frutal	Entre grupos	0.465	2	0.233	0.913	0.405
	Dentro de grupos	21.393	84	0.255		
	Total	21.858	86			
Nuez	Entre grupos	1.577	2	0.788	1.518	0.225
	Dentro de grupos	43.641	84	0.520		
	Total	45.217	86			
Crudo/Verde	Entre grupos	0.721	2	0.360	9.411	<b>0.000</b>
	Dentro de grupos	3.217	84	0.038		
	Total	3.938	86			
Moho	Entre grupos	4.833	2	2.417	8.919	<b>0.000</b>
	Dentro de grupos	22.760	84	0.271		
	Total	27.593	86			

**ANEXO N°57: ANALISIS ESTADISTICO DE ANOVA (Comparaciones multiples). Prueba sensorial – catación en granos de cacao**

<b>Comparaciones múltiples</b>							
<b>Variable dependiente: Sabor Amargor</b>							
	(I) ALMACÉN	(J) ALMACÉN	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
<b>Bonferroni</b>	Almacén N°1	Almacén N°2	0.1586	0.1763	1.000	-0.272	0.589
		Almacén N°3	,4793*	0.1763	0.024	0.049	0.910
	Almacén N°2	Almacén N°1	-0.1586	0.1763	1.000	-0.589	0.272
		Almacén N°3	0.3207	0.1763	0.217	-0.110	0.751
	Almacén N°3	Almacén N°1	-,4793*	0.1763	0.024	-0.910	-0.049
		Almacén N°2	-0.3207	0.1763	0.217	-0.751	0.110
<b>Variable dependiente: Sabor Acidez</b>							
<b>Bonferroni</b>	Almacén N°1	Almacén N°2	1,1724*	0.3339	0.002	0.357	1.988
		Almacén N°3	1,2345*	0.3339	0.001	0.419	2.050
	Almacén N°2	Almacén N°1	-1,1724*	0.3339	0.002	-1.988	-0.357
		Almacén N°3	0.0621	0.3339	1.000	-0.754	0.878
	Almacén N°3	Almacén N°1	-1,2345*	0.3339	0.001	-2.050	-0.419
		Almacén N°2	-0.0621	0.3339	1.000	-0.878	0.754
<b>Variable dependiente: Sabor Crudo/verde</b>							
<b>Games-Howell</b>	Almacén N°1	Almacén N°2	,1931*	0.0605	0.009	0.045	0.342
		Almacén N°3	,1931*	0.0605	0.009	0.045	0.342
	Almacén N°2	Almacén N°1	-,1931*	0.0605	0.009	-0.342	-0.045
		Almacén N°3	0.0000	0.0244	1.000	-0.059	0.059
	Almacén N°3	Almacén N°1	-,1931*	0.0605	0.009	-0.342	-0.045
		Almacén N°2	0.0000	0.0244	1.000	-0.059	0.059
<b>Variable dependiente: Sabor Moho</b>							
<b>Games-Howell</b>	Almacén N°1	Almacén N°2	,5000*	0.1674	0.016	0.086	0.914
		Almacén N°3	,5000*	0.1674	0.016	0.086	0.914
	Almacén N°2	Almacén N°1	-,5000*	0.1674	0.016	-0.914	-0.086
		Almacén N°3	0.0000	0.0000		0.000	0.000
	Almacén N°3	Almacén N°1	-,5000*	0.1674	0.016	-0.914	-0.086
		Almacén N°2	0.0000	0.0000		0.000	0.000

**ANEXO N°58: ANALISIS CORRELACIÓN TAU B DE KENDALL. Prueba sensorial – catación en granos de cacao**

Correlaciones											
		Amargor	Astringencia	Acidez	Dulce	Cacao	Floral	Frutal	Nuez	Crudo/Verde	Moho
Amargor	Coefficiente de correlación	1.000	0.064	0.135	0.038	-0.006	0.057	0.039	0.095	0.030	,208*
	Sig. (bilateral)		0.460	0.108	0.657	0.947	0.498	0.651	0.261	0.747	0.027
Astringencia	Coefficiente de correlación	0.064	1.000	-0.012	-0.125	-0.081	-0.127	0.087	,179*	-,259**	-0.139
	Sig. (bilateral)	0.460		0.890	0.144	0.348	0.130	0.322	0.035	0.006	0.144
Acidez	Coefficiente de correlación	0.135	-0.012	1.000	0.119	0.054	,333**	-0.045	-0.027	,283**	,330**
	Sig. (bilateral)	0.108	0.890		0.152	0.517	0.000	0.596	0.741	0.002	0.000
Dulce	Coefficiente de correlación	0.038	-0.125	0.119	1.000	,286**	0.155	0.114	0.162	-,190*	-0.170
	Sig. (bilateral)	0.657	0.144	0.152		0.001	0.060	0.183	0.052	0.042	0.068
Cacao	Coefficiente de correlación	-0.006	-0.081	0.054	,286**	1.000	0.077	0.053	0.105	-0.149	-0.077
	Sig. (bilateral)	0.947	0.348	0.517	0.001		0.356	0.541	0.211	0.113	0.411
Floral	Coefficiente de correlación	0.057	-0.127	,333**	0.155	0.077	1.000	-0.122	-0.043	,344**	,181*
	Sig. (bilateral)	0.498	0.130	0.000	0.060	0.356		0.148	0.599	0.000	0.047
Frutal	Coefficiente de correlación	0.039	0.087	-0.045	0.114	0.053	-0.122	1.000	,246**	-,232*	-0.114
	Sig. (bilateral)	0.651	0.322	0.596	0.183	0.541	0.148		0.004	0.015	0.228
Nuez	Coefficiente de correlación	0.095	,179*	-0.027	0.162	0.105	-0.043	,246**	1.000	-,414**	-,255**
	Sig. (bilateral)	0.261	0.035	0.741	0.052	0.211	0.599	0.004		0.000	0.006
Crudo/Verde	Coefficiente de correlación	0.030	-,259**	,283**	-,190*	-0.149	,344**	-,232*	-,414**	1.000	,743**
	Sig. (bilateral)	0.747	0.006	0.002	0.042	0.113	0.000	0.015	0.000		0.000
Moho	Coefficiente de correlación	,208*	-0.139	,330**	-0.170	-0.077	,181*	-0.114	-,255**	,743**	1.000
	Sig. (bilateral)	0.027	0.144	0.000	0.068	0.411	0.047	0.228	0.006	0.000	

\*.La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

\*\*La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

**ANEXO N°59: ANALISIS ESTADISTICO DE ANOVA. Evaluación físico - química**

ANOVA						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Humedad	Entre grupos	4.277	2	2.138	13.480	<b>0.000</b>
	Dentro de grupos	13.326	84	0.159		
	Total	17.602	86			
Extracto seco	Entre grupos	4.277	2	2.138	13.480	<b>0.000</b>
	Dentro de grupos	13.326	84	0.159		
	Total	17.602	86			
Proteínas	Entre grupos	6.507	2	3.254	1.110	0.334
	Dentro de grupos	246.144	84	2.930		
	Total	252.651	86			
Grasas	Entre grupos	197.758	2	98.879	8.478	<b>0.000</b>
	Dentro de grupos	979.667	84	11.663		
	Total	1177.425	86			
Fibra bruta	Entre grupos	1.160	2	0.580	1.621	0.204
	Dentro de grupos	30.064	84	0.358		
	Total	31.224	86			
Cenizas	Entre grupos	2.621	2	1.310	5.661	<b>0.005</b>
	Dentro de grupos	19.446	84	0.232		
	Total	22.067	86			

Comparaciones múltiples							
Variable dependiente: Humedad							
	(I) ALMACÉN	(J) ALMACÉN	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
<b>Bonferroni</b>	ALMACEN 1	ALMACEN 2	-0.04138	0.10460	1.000	-0.2969	0.2141
		ALMACEN 3	-,48966 <sup>*</sup>	0.10460	<b>0.000</b>	-0.7452	-0.2341
	ALMACEN 2	ALMACEN 1	0.04138	0.10460	1.000	-0.2141	0.2969
		ALMACEN 3	-,44828 <sup>*</sup>	0.10460	<b>0.000</b>	-0.7038	-0.1928
	ALMACEN 3	ALMACEN 1	,48966 <sup>*</sup>	0.10460	0.000	0.2341	0.7452
		ALMACEN 2	,44828 <sup>*</sup>	0.10460	0.000	0.1928	0.7038
Variable dependiente: Extracto seco							
<b>Bonferroni</b>	ALMACEN 1	ALMACEN 2	0.04138	0.10460	1.000	-0.2141	0.2969
		ALMACEN 3	,48966 <sup>*</sup>	0.10460	<b>0.000</b>	0.2341	0.7452
	ALMACEN 2	ALMACEN 1	-0.04138	0.10460	1.000	-0.2969	0.2141
		ALMACEN 3	,44828 <sup>*</sup>	0.10460	<b>0.000</b>	0.1928	0.7038
	ALMACEN 3	ALMACEN 1	-,48966 <sup>*</sup>	0.10460	0.000	-0.7452	-0.2341
		ALMACEN 2	-,44828 <sup>*</sup>	0.10460	0.000	-0.7038	-0.1928
Variable dependiente: Grasas							
<b>Games-Howell</b>	ALMACEN 1	ALMACEN 2	-0.38276	0.96582	0.917	-2.7149	1.9493
		ALMACEN 3	-3,37241 <sup>*</sup>	0.94523	<b>0.002</b>	-5.6574	-1.0874
	ALMACEN 2	ALMACEN 1	0.38276	0.96582	0.917	-1.9493	2.7149
		ALMACEN 3	-2,98966 <sup>*</sup>	0.76597	<b>0.001</b>	-4.8340	-1.1453
	ALMACEN 3	ALMACEN 1	3,37241 <sup>*</sup>	0.94523	0.002	1.0874	5.6574
		ALMACEN 2	2,98966 <sup>*</sup>	0.76597	0.001	1.1453	4.8340
Variable dependiente: Cenizas							
<b>Bonferroni</b>	ALMACEN 1	ALMACEN 2	0.13793	0.12636	0.834	-0.1707	0.4466
		ALMACEN 3	-0.27931	0.12636	0.089	-0.5880	0.0294
	ALMACEN 2	ALMACEN 1	-0.13793	0.12636	0.834	-0.4466	0.1707
		ALMACEN 3	-,41724 <sup>*</sup>	0.12636	<b>0.004</b>	-0.7259	-0.1086
	ALMACEN 3	ALMACEN 1	0.27931	0.12636	0.089	-0.0294	0.5880
		ALMACEN 2	,41724 <sup>*</sup>	0.12636	0.004	0.1086	0.7259

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

**ANEXO N°60: ANALISIS ESTADISTICO DE CHI-CUADRADO. Evaluación de AFB1 y relación con almacén de procedencia.**

**Pruebas de chi-cuadrado**

	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	13,467 <sup>a</sup>	2	0.001
Razón de verosimilitud	12.854	2	0.002
N de casos válidos	87		

## ANEXO N°61

### GLOSARIO DE TÉRMINOS

**Adulteración:** Los lotes de granos de cacao deben estar libres de cualquier evidencia de adulteración.

**Aflatoxicosis:** Es la enfermedad causada por el consumo de sustancias o comida contaminada con aflatoxinas.

**Almacén:** Es el lugar o edificio que están estructurados y planificados para llevar a cabo funciones de almacenamiento tales como conservación, control y expedición de mercancías y productos.

**Almacenamiento de grano de cacao:** Los granos de cacao deben ser almacenados sobre tarimas o parihuelas con una luz de al menos 7cm por encima del suelo para la circulación de aire.

**Blanquecino o rojizo:** Son granos que en su interior presentan manchas blancas o coloración blanquecina opaca, debido a que provienen de frutos verdes o pintones.

**Cacao seco:** Término comercial usado para designar al grano de cacao que ha sido uniformemente secado y cuyo contenido de humedad no deben exceder de 7.5g/100g.

**Calidad:** Es el conjunto de propiedades y características de un producto o servicio que le confiere la aptitud para satisfacer necesidades declaradas e implícitas de los usuarios. La calidad puede considerarse una característica compleja de los alimentos que determina su valor o aceptabilidad para los consumidores.

**Calidad sensorial:** Se refiere a las propiedades organolépticas de un producto, e incluye atributos como apariencia, gusto, aroma y textura.

**Catación:** El término cata puede hacer referencia a: degustación u/o porción de algo que se prueba.

**Cenizas:** Las cenizas de un alimento son un término analítico equivalente al residuo inorgánico que queda después de calcinar la materia orgánica. Las cenizas normalmente, no son las mismas sustancias inorgánicas presentes en el alimento original, debido a las pérdidas por volatilización o a las interacciones químicas entre los constituyentes.

**Contaminación:** Presencia de olor a humo, jamón u otro olor atípico del cacao, o una sustancia no natural del cacao, que se percibe durante la prueba de corte o inspección física de una muestra.

**Contenido de humedad de granos de cacao:** Convencionalmente es la pérdida de masa determinado por el método especificado en la norma técnica peruana u otro método, expresado como un porcentaje en masa.

**Cosecha principal o plena:** El recuento de grano consecuente / típico para el período del cultivo principal durante la cosecha pico para ese origen en particular.

**Extracto seco:** Es la parte que se resta de un alimento tras extraer toda el agua posible a través de un calentamiento hecho en condiciones de laboratorio.

**Fermentación:** Proceso destinado a degradar la pulpa e iniciar los cambios bioquímicos en el cotiledón a través de las enzimas inherentes y microorganismos del medio ambiente.

**Fibra bruta:** Sustancias orgánicas libres de grasa e insolubles en medio ácido y alcalino.

**Forma del grano:** Es una característica que presentan los granos, esto se debe a que las dimensiones de las almendras de cacao es una característica altamente heredable y es gobernada por genes dominantes.

**Fragmento:** Pezado de grano de cacao igual o menor que la mitad del grano original.

**Grano ahumado:** Grano de cacao con un sabor ahumado.

**Grano de cacao:** Es la semilla del fruto del cacao (*Theobroma cacao linnaeus*) se compone de epispermo (tegumento), embrión y cotiledón.

**Grano fermentado adecuadamente:** Granos de cacao con no más del 5% de granos pizarrosos y con no más del 5% de granos defectuosos de la muestra.

**Grano medianamente fermentado:** Granos de cacao con no más del 10% de granos pizarrosos y no más del 10% de granos defectuosos en la muestra.

**Grasas:** Es la característica más determinante en la calidad y textura de los productos de chocolatería fina, además de tener alta demanda en las industrias de cosméticos, productos farmacéuticos y de alimentos.

**Materia extraña:** Es cualquier sustancia que no sea granos de cacao, pueden ser fragmentos como pelos, excretas de roedor y/o los residuos o fragmentos de cáscaras de cacao cuando exceden los niveles fijados en las normas.

**Marrón oscuro o café oscuro:** Son granos que adquieren ese color en su interior porque han tenido una sobre-fermentación.

**Micotoxicosis:** Hace referencia a un amplio grupo de intoxicaciones causadas por la inhalación, el contacto directo o la ingestión de alimentos que han sido contaminados con micotoxinas, las cuales son metabolitos tóxicos producidos por una gran variedad de hongos filamentosos.

**Micotoxinas:** Son compuestos producidos por una serie de hongos (*Aspergillus*, *Penicillium* y *Fusarium*) en condiciones favorables de crecimiento. Afectando principalmente a los cereales, alimentos y/o los piensos, y las materias primas utilizadas para su elaboración, de forma que, al consumir dichos alimentos o piensos contaminados, origina en el ser humano y en los animales un trastorno toxicológico denominado micotoxicosis.

**Moho:** Son hongos filamentosos de pequeño tamaño que crece en la superficie de los alimentos y otros materiales orgánicos, en condiciones de humedad o descomposición. Forma una capa de color negrozco, verdoso o blanco.

**Mucílago:** Sustancia viscosa, generalmente hialina (transparente, clara), que se encuentra recubriendo las almendras de cacao en el interior de la mazorca.

**Olor atípico:** Corresponde a los olores que no son propios del cacao como pueden ser de excrementos, combustibles, otros alimentos, plástico, agroquímicos, entre otros.

**Organoléptico:** Hace referencia a cualquier propiedad de un alimento u otro producto percibida mediante los sentidos, incluidos su sabor, color, olor y textura.

**Pieza de cáscara:** Parte de la cáscara sin grano.

**Proteínas:** Son biomoléculas formadas básicamente por carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno. Pueden considerarse polímeros de unas pequeñas moléculas que reciben el nombre de aminoácidos y serían, por tanto, los monómeros. Los aminoácidos están unidos mediante enlaces peptídicos.

**Prueba de corte:** Es el procedimiento mediante el cual se exponen los cotiledones de los granos de cacao con el fin de determinar la incidencia de granos defectuosos y/o pizarrosos, y de granos violáceos y/o morados, y/o la presencia de contaminación dentro de una muestra.

**Recuento de granos:** Significa el número medio de granos de cacao enteros que pesan 100g.

**Residuo:** Cualquier elemento de cacao, excepto las habas enteras de cacao, granos planos, y racimos que no pasan a través del tamiz (granos rotos, fragmentados y piezas de cáscaras) con la excepción de la cáscara o la placenta, que se considera como materia extraña.

**Sabor acidez:** Se debe a la presencia de ácidos volátiles y no volátiles, que perciben a ambos lados de la lengua. Referente a frutas cítricas y vinagre.

**Sabor a cacao:** Describe el sabor típico de los granos bien fermentados, tostados y libres de defectos. Referente a barras de chocolate, cacao fermentado.

**Sabor a moho:** Se describe como un sabor a tierra, humedad, guardado, generalmente debido a un proceso de secado deficiente o una sobre fermentación de las almendras. Tiene semejanza a la fragancia de musgo, guardado, tierra, comida dañada o pan viejo.

**Sabor a nuez:** Se percibe como una sensación dulce agradable y se describe como un sabor similar a la nuez y maní, característico de los cacaos tipo criollos y trinitarios.

**Sabor amargo:** Sabor fuerte, generalmente se debe a la falta de fermentación; es percibido en la parte posterior de la lengua/garganta.

**Sabor astringencia:** Por lo general, se debe a la falta de fermentación; sensación de sequedad en la boca y/o efecto de fruncimiento de los labios que aumenta la producción de saliva; es percibida entre la lengua y el paladar.

**Sabor crudo/ verde:** Aroma desagradable, generalmente debido a una deficiente o incompleta fermentación o falta de tostado. Referente a maní o habas crudas, nueces no tostadas.

**Sabor floral:** Licor de cacao con sabor y aroma a flores, casi perfumado, brinda una sensación de frescura. Casi siempre se percibe un aroma más que un sabor. Referente a flores de cítricos.

**Sabor frutal:** Caracteriza licores con un sabor y olor de frutas maduras, ya sean frutos secos, frutos tropicales, frutos maduros. Además, está relacionado con la presencia de aldehídos y esterés.

**Tamiz:** Malla con agujero redondos, cuyo diámetro debe ser de 5,0 mm.

**Tamizado:** Material que pasa a través del tamiz.

**Tostado:** Tratamiento térmico que produce cambios químicos y físicos fundamentales en la estructura y composición de los granos de cacao y su oscurecimiento, a la vez que desarrolla el sabor característico a chocolate del cacao tostado.