

**UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN
HUÁNUCO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AGROINDUSTRIAL**



TESIS

**INFLUENCIA DEL TIEMPO DE TOSTADO EN LAS
CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DE TRES VARIEDADES DE
CAFÉ (*Coffea*) EN LA CIUDAD DE TINGO MARÍA.**

TESISTAS :
ESPINOZA MEZA, Reyza Melissa
GODOY PULIDO, Nohelia Katerin

ASESOR :
Dra. MATOS RAMIREZ, Ana María

HUÁNUCO – PERÚ

2017

DEDICATORIA:

A NUESTROS PADRES:

“Todo ser humano es el resultado de un padre y de una madre. Ese tesoro está siempre vivo en el fondo de mí y no puede ser extirpado. Mucho más que de mis simples recuerdos está hecho de certezas que lucharon por mí de manera incondicional de muchos obstáculos”.

A NUESTROS HERMANOS:

“La felicidad es el amor a mis seres queridos que nadie nos separe de estar siempre unidos, ante las adversidades de la vida, amar es ser feliz”.

A LA SOCIEDAD:

¡... A los hombres de hoy, mañana y siempre que día a día luchan por buscar la verdad...!

AGRADECIMIENTO:

- A Dios porque es tan justo y está con cada uno de nosotros en todo momento de nuestras vidas.
- A mis padres por el incondicional e invaluable apoyo que siempre me brindaron.
- Al Ing. Ana María Matos Ramirez por su asesoramiento y apoyo para el desarrollo y ejecución del presente proyecto de investigación.
- A los Ingenieros Michael N. Rubio Gabriel, Roger Estacio Laguna, Gregorio Cisneros Santos, Ángel David Natividad Bardales y Rubén Rojas Portal por su apoyo moral para el desarrollo y ejecución de los trabajos durante mi formación y fuera de la Universidad.
- A los docentes de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional Hermilio Valdizan de Huánuco por brindarnos sus consejos, enseñanza y dedicación incondicional.

RESUMEN

El trabajo de investigación permitió evaluar la influencia del tiempo de tostado en las características organolépticas de café en taza. Se realizó nueve tratamientos en diferentes tiempos de 10:20, 10:40, 11:00 minutos en tres variedades (catarra, bourbón y catimor).

La evaluación sensorial fue realizada con tres catadores expertos, encontrando el tratamiento T_1 con mayor puntaje, sin embargo estadísticamente no hay diferencia significativa. Para esto se usó la prueba de Friedman.

Las características organolépticas fueron evaluadas por el formato del SCAA, estos atributos fueron aroma, sabor, sabor residual, acidez, cuerpo, uniformidad, taza limpia, dulzor y base.

También se evaluó el índice de color, el cual fue evaluado con la escala de Angstrom. Los colores de los nueve tratamientos fueron de 25 a 95 Agtron. Siendo el tratamiento , con 55 agtron de índice de color.

Palabras claves: Variedad, tostado, café, catadores.

ABSTRATC

The research allowed to evaluate the influence of time of the organoleptic characteristics roasted coffee cup. nine treatments were performed at different times of 10:20 , 10:40 , 11:00 minutes in three varieties (caturra , bourbón and catimor) .

Sensory evaluation was conducted with three expert tasters, finding the highest scoring treatment , however no statistically significant difference. For this the Friedman test was used.

The organoleptic characteristics were evaluated by the format of the SCAA , these attributes were aroma, taste, aftertaste , acidity, body , uniformity, clean cup , sweetness and base.

Also the color index , which was evaluated with the Angstrom scale was evaluated.

The colors of the nine treatments were 25 to 95 Agtron. Being treatment with 55 angstrom color index.

ÍNDICE

| | | |
|--------|---|----|
| I. | INTRODUCCIÓN | 1 |
| II. | MARCO TEÓRICO | 2 |
| 2.1. | FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA | 2 |
| 2.1.1. | Generalidades del café | 2 |
| 2.1.2. | Definición | 2 |
| 2.1.3. | Composición química del café | 3 |
| 2.1.4. | Composición química de las variedades de la especie arábica | 6 |
| 2.1.5. | Características físicas de los granos de café verde | 8 |
| 2.1.6. | Características físicas medibles del café verde | 10 |
| 2.2. | TUESTE DEL CAFÉ | 14 |
| 2.2.1. | Niveles de tostado | 16 |
| 2.3. | Flujograma para la obtención de café tostado molido | 17 |
| 2.3.1. | Descripción de las operaciones | 18 |
| 2.4. | CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS | 19 |
| 2.4.1. | Características a evaluar | 19 |
| 2.4.2. | Aromas del café tostado | 20 |
| 2.5. | CATACIÓN | 23 |
| 2.6. | ANTECEDENTES | 24 |
| 2.7. | HIPÓTESIS | 25 |
| 2.8. | VARIABLES | 25 |
| 2.8.1. | Variable independiente | 25 |
| 2.8.2. | Variable dependiente | 25 |
| 2.8.3. | Variable interviniente | 25 |
| 2.8.4. | Operacionalización de variables | 26 |
| III. | MATERIALES Y MÉTODOS | 27 |
| 3.1. | LUGAR DE EJECUCIÓN | 27 |
| 3.2. | TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN | 27 |
| 3.3. | POBLACIÓN, MUESTRA Y UNIDAD DE ANÁLISIS | 27 |
| 3.3.1. | Población | 27 |
| 3.3.2. | Muestra | 28 |
| 3.3.3. | Unidad de análisis | 28 |

| | | |
|--------|--|----|
| 3.4. | TRATAMIENTOS EN ESTUDIO | 28 |
| 3.5. | PRUEBA DE HIPÓTESIS | 29 |
| 3.5.1. | Diseño de la investigación | 30 |
| 3.5.2. | Datos a registrar | 32 |
| 3.6. | MATERIALES Y EQUIPOS..... | 33 |
| 3.6.1. | Materia prima..... | 33 |
| 3.6.2. | Materiales | 33 |
| 3.6.3. | Equipos..... | 33 |
| 3.7. | CONDUCCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN | 34 |
| 3.7.1. | Obtención de los tratamientos en estudio..... | 35 |
| 3.7.2. | Evaluación de las características organolépticas. | 38 |
| 3.7.3. | Determinación del tiempo de tostado óptimo..... | 39 |
| IV. | RESULTADOS..... | 40 |
| 4.1. | DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE TOSTADO ÓPTIMO USANDO LA VARIEDAD CATURRA PARA OBTENER CAFÉ CON LAS MEJORES CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS..... | 40 |
| 4.2. | DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE TOSTADO ÓPTIMO USANDO LA VARIEDAD BOURBÓN PARA OBTENER CAFÉ CON LAS MEJORES CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS..... | 42 |
| 4.3. | DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE TOSTADO ÓPTIMO USANDO LA VARIEDAD CATIMOR PARA OBTENER CAFÉ CON LAS MEJORES CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS | 44 |
| V. | DISCUSIÓN | 48 |
| VI. | CONCLUSIONES..... | 50 |
| VII. | RECOMENDACIONES | 51 |
| VIII. | LITERATURA CITADA..... | 52 |
| 8.1. | BIBLIOGRAFÍA | 52 |
| 8.2. | WEBGRAFÍA..... | 53 |
| | ANEXOS | 54 |

I. INTRODUCCIÓN

En el siglo XIX, la gente tostaba café en las estufas de sus propias casas o en fuegos al aire libre. Hoy en día, los tostadores de café comerciales usan hornos para tostar café, usando tanto el tiempo como la temperatura que son cuidadosamente controlados, porque segundos de más pueden cambiar drásticamente el sabor final del café. En general, un tostado leve brinda un sabor suave, un tostado medio produce un sabor redondo con rico aroma y un mayor tostado brinda un sabor fuerte y distinto. Cada nivel de tostado de café influye en las características organolépticas.

Se plantea determinar el tiempo de tostado óptimo en variedades comerciales de café de la ciudad de Tingo María, con la finalidad de desarrollar una armonía óptima en las características organolépticas del café en taza, llevándolo a obtener altos estándares de calidad y al obtener dichos estándares de calidad contribuiremos al desarrollo económico de la ciudad de Tingo María y el país. En los últimos años se ha identificado nichos de mercado rentable: el del café de especialidad, para acceder a este mercado, el café debe ser de la más alta calidad, ser producido en microclimas geográficos específicos, tener un sabor particular y ser extraído siguiendo estándares rigurosamente establecidos. Por tal motivo se plantea los siguientes objetivos:

- Determinar el tiempo de tostado óptimo usando la variedad caturra para obtener café con las mejores características organolépticas.
- Determinar el tiempo de tostado óptimo usando la variedad bourbón para obtener café con las mejores características organolépticas.
- Determinar el tiempo de tostado óptimo usando la variedad catimor para obtener café con las mejores características organolépticas.
- Determinar la variedad con las mejores características organolépticas.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1.1. Generalidades del café

Café (Coffea)

Consejo Cafetalero Nacional COFENAC (2010) menciona que el café (coffea) es el género más importante de la familia de las rubiáceas y está formando por numerosas especies. Solo dos son las especies de importancia económica: Coffea arábica L. conocida como café arábico (65% de la producción mundial); y coffea canephora P., llamada también café robusta (33% de la producción mundial). El 2 % de la producción mundial corresponde a las otras especies del café.

La madurez de los frutos de los cafetos puede determinarse por la coloración de las cerezas. Existen variedades de frutos rojos y de frutos amarillos. Las variedades que tienen los fruto rojos, en su estado de madurez son: Typica, Bourbon rojo, Caturra rojo, Pacas, Catuaí rojo, Sachimor, San Salvador, Villalobos y Pache. Las variedades que tienen los frutos amarillos, en su estado de madurez, son: Bourbón amarillo, Caturra amarillo y Catuaí amarillo.

La madurez de las cerezas se determina presionándolas con los dedos y constatando una consistencia suave y fácil desprendimiento de su pedúnculo. Los frutos en estado maduro se cosechan selectivamente y se someten al proceso de beneficio.

2.1.2. Definición

Gomez (1998) menciona que la planta del café es originaria de África, pertenece a la familia de las rubiáceas y al género coffea, que comprende unas 70 especies, siendo algunas interesantes para la producción de café.

La palabra café es bien discutido hoy día. Hay quienes la atribuyen a la palabra árabe Quhwah, otros ven su origen en la provincia de Kaffa en

Etiopía, cerca de la cual se encontraban importantes poblaciones espontáneas de cafetos.

La historia del café ha estado envuelta en un manto de leyenda deducciones, tergiversaciones e informaciones dudosas credibilidad admitiéndose hoy que la especie más difundida en el mundo es la *Coffea arábica*. Fernández (1988).

2.1.3. Composición química del café

Cenicafé (2011) menciona que los granos de café almendra de las variedades de *Coffea arabica* L. contienen una mayor cantidad de lípidos y de sacarosa que *Coffea canephora* (robusta), mientras que en la composición de robusta se destaca el mayor contenido de polisacáridos, cafeína, ácidos clorogénicos y cenizas. Como se describe en el cuadro 01.

Cuadro 01: Composición química de la especie *Coffea arábica* y *Coffea canephora*.

| Componente químico | Arábica (%) | Robusta (%) |
|---------------------|-------------|-------------|
| Polisacáridos | 50,8 | 56,40 |
| Azúcares reductores | 0,10 | 0,40 |
| Proteínas | 9,80 | 9,50 |
| Aminoácidos | 0,50 | 0,80 |
| Cafeína | 1,20 | 2,20 |
| Trigonelina | 1,00 | 0,70 |
| Lípidos | 16,20 | 10,00 |
| Ácidos alifáticos | 1,10 | 1,20 |
| Ácidos clorogénicos | 6,90 | 10,40 |
| Minerales | 4,20 | 4,40 |
| Sacarosa | 8,00 | 4,00 |

Fuente: Cenicafé (2011)

Carbohidratos. Los glúcidos son la principal fuente de energía de todos los seres vivos; en su estructura contienen varios grupos hidroxilo (-OH) y un grupo carbonilo aldosa (-CHO) o una cetosa (C=O).

Los carbohidratos incluyen los monosacáridos como la glucosa, fructosa, ribosa, manosa; los disacáridos como la sacarosa, lactosa y maltosa; los oligosacáridos como la rafinosa y los polisacáridos como el almidón, la celulosa, el glucógeno, las gomas y las sustancias pépticas. Los monosacáridos y algunos disacáridos como la lactosa y la maltosa son azúcares reductores, pueden oxidarse para formar alcoholes y ácidos en las fermentaciones o reaccionar con los aminoácidos en la tostación, para formar las melanoidinas. La sacarosa no es reductora, pero puede invertirse y formar glucosa y fructosa mediante hidrólisis.

Los principales polisacáridos del café almendra son el manano o galactomanano (polímero de manosa y galactosa), que constituye el 50% de los polisacáridos del grano, el arabinogalactano (polímero de galactosa y arabinosa) un 30%, la celulosa (polímero de la glucosa) un 15%, y las sustancias pépticas un 5%. Los granos de café maduros y sanos contienen más sacarosa que los inmaduros y defectuosos. La principal diferencia en la composición de carbohidratos entre especies de café, es el mayor contenido de sacarosa en Arábica (6% a 9%) y en Robusta (3% a 7%).

Lípidos. Son sustancias energéticas y protectoras de las células, son insolubles en agua y comprenden los ácidos grasos saturados e insaturados, los lípidos saponificables de los cuales se puede elaborar jabón, como los triglicéridos (grasas), ceras (ceras) y fosfolípidos (lecitina), y los esfingolípidos de las membranas celulares. También incluyen los insaponificables como los monoterpenos del geraniol y limoneno, los diterpenos como el fitol, las vitaminas A, E, K, el cafestol y el kahweol, los triterpenos como el escualeno, los tetraterpenos de los carotenoides, licopenos y xantofila, los politerpenos del caucho, los esteroides de las hormonas corticoides y sexuales, los esteroides como el

colesterol, los ácidos biliares, la vitamina D y además, las prostaglandinas.

Los lípidos reaccionan de diferentes maneras, por ejemplo, los ácidos grasos reaccionan con alcoholes para formar ésteres y agua; los triglicéridos con bases para formar jabón y glicerina, y también se hidrolizan mediante calor o con enzimas para producir glicerina y ácidos grasos; los ácidos grasos insaturados se hidrogenan y saturan. Además, los lípidos se oxidan en condiciones de oxígeno, luz, altas temperaturas y presencia de metales catalizadores, así, se rompen los enlaces insaturados, se forman radicales libres y se producen aldehídos, cetonas y alcoholes que, en general, tienen olores desagradables, como el rancio. Para controlar la oxidación de los lípidos del café es necesario almacenar los granos en condiciones frescas y secas, sin luz directa y, en el caso del café tostado y molido, controlar la exposición al oxígeno.

Ácidos alifáticos. Después de los clorogénicos, los ácidos más abundantes del café almendra son los carboxílicos alifáticos como cítrico, acético y málico, seguidos del ácido fosfórico y otros 35 ácidos. Los ácidos presentan diferentes sabores e intensidades según la concentración. El contenido de azufre del grano de café disminuye durante la tostación por la formación de los compuestos volátiles azufrados.

Alcaloides. El café contiene varios alcaloides que contribuyen al sabor amargo del café como son la cafeína, la trigonelina y otros en menor concentración como paraxantina, teobromina y teofilina. El café Robusta contiene más cafeína (2,1%) que Arábica (1,3%). Por su parte, la trigonelina se encuentra en mayor cantidad en Arábica (0,6% a 1,3%) que en Robusta (0,3% a 0,9%). Los contenidos de paraxantina, teobromina y teofilina varían de 3 a 344 mg/kg café almendra y son mayores en Robusta que en Arábica.

2.1.4. Composición química de las variedades de la especie arábica

Cuadro 02: Composición química de las variedades del café arábico en Colombia.

| Variedad de café | Fibra (%) | Lípidos (%) | Proteínas (%) | Cafeína (%) | Ácidos Clorogénicos (%) | Cenizas (%) |
|------------------|-----------|-------------|---------------|-------------|-------------------------|-------------|
| Bourbón | 21.75 | 15,27 | 13,90 | 1.15 | 7.37 | 3.78 |
| Caturra | 18.85 | 13,98 | 14,79 | 1.13 | 6.97 | 3.39 |
| Catimor | 18.71 | 13.99 | 14.50 | 1.20 | 6.66 | 3.43 |

te: Puerta (2011).

Proteínas. Se componen de aminoácidos unidos por enlaces peptídicos. Estas sustancias cumplen diferentes funciones en las células de los seres vivos como estructura, formación, regulación, defensa, contracción, transporte y catálisis. Las proteínas simples comprenden las globulares como las albúminas, enzimas, hormonas, insulina y diferentes proteínas de los vegetales, y las fibrosas que incluyen elastina, colágeno, queratina y fibroina. Por su parte, las proteínas conjugadas son las nucleoproteínas de los ácidos nucleicos, las glucoproteínas de los anticuerpos, las lipoproteínas del colesterol, las metaloproteínas como la hemoglobina y las fosfoproteínas de varias enzimas. El contenido total de proteínas es similar entre las especies de café y están conformadas por 50% de albúminas que son solubles en agua y 50% de globulinas insolubles. El contenido total de aminoácidos libres es mayor en granos maduros que en inmaduros y en Robusta que en Arábica, aunque algunos aminoácidos están en menor cantidad en el grano de café maduro, que inmaduro. En granos de café almacenados a altas temperaturas se presenta mayor contenido de aminoácidos libres. Las enzimas que contienen los granos de café pueden catalizar las degradaciones de carbohidratos, lípidos, proteínas y ácidos clorogénicos del mismo grano

Lípidos. Son sustancias energéticas y protectoras de las células, son insolubles en agua y comprenden los ácidos grasos saturados e insaturados, los lípidos saponificables de los cuales se puede elaborar

jabón, como los triglicéridos (grasas), ceras y fosfolípidos (lecitina), y los esfingolípidos de las membranas celulares. También incluyen los insaponificables como los monoterpenos del geraniol y limoneno, los diterpenos como el fitol, las vitaminas A, E, K, el cafestol y el kahweol, los triterpenos como el escualeno, los tetraterpenos de los carotenoides, licopenos y xantofila, los politerpenos del caucho, los esteroides de las hormonas corticoides y sexuales, los esteroides como el colesterol, los ácidos biliares, la vitamina D y además, las prostaglandinas. Los lípidos reaccionan de diferentes maneras, por ejemplo, los ácidos grasos reaccionan con alcoholes para formar ésteres y agua; los triglicéridos con bases para formar jabón y glicerina, y también se hidrolizan mediante calor o con enzimas para producir glicerina y ácidos grasos; los ácidos grasos insaturados se hidrogenan y saturan. Además, los lípidos se oxidan en condiciones de oxígeno, luz, altas temperaturas y presencia de metales catalizadores, así, se rompen los enlaces insaturados, se forman radicales libres y se producen aldehídos, cetonas y alcoholes que, en general, tienen olores desagradables, como el rancio. Para controlar la oxidación de los lípidos del café es necesario almacenar los granos en condiciones frescas y secas, sin luz directa y, en el caso del café tostado y molido, controlar la exposición al oxígeno.

Ácidos clorogénicos: Los contenidos de ácidos clorogénicos son mayores en Robusta que en Arábica, pero no se han encontrado diferencias según la fertilización, ni la altitud. Los granos de café inmaduros contienen generalmente más di-CQA que los maduros, y los granos sanos mayor cantidad de ácidos clorogénicos. Los CQA constituyen el 95% de los ácidos clorogénicos del grano de café almendra Arábica, el 5-CQA es el más abundante. El promedio del contenido de ácidos clorogénicos del café maduro Arábica de Colombia varía entre 5,24% a 7,61% y difiere de Robusta, que varía entre 7,45% y 10,59%.

Cenizas: Las cenizas del café se determinan mediante la calcinación del grano seco y molido, y contienen los minerales y elementos químicos. El contenido de cenizas es mayor en el café Robusta que en

Arábica, y mayor en granos obtenidos del beneficio seco (secado de los frutos o cerezas) que del beneficio húmedo. Los contenidos de cenizas en el café almendra de las variedades de café que se cultivan en Colombia varían de 3,36% a 5,73%, con un promedio de 4,13% y en el tostado entre 3,05% y 5,25%, con un promedio de 4,36%.

Alcaloides. El café contiene varios alcaloides que contribuyen al sabor amargo del café como son la cafeína, la trigonelina y otros en menor concentración como paraxantina, teobromina y teofilina. El café Robusta contiene más cafeína (2,1%) que Arábica (1,3%). Por su parte, la trigonelina se encuentra en mayor cantidad en Arábica (0,6% a 1,3%) que en Robusta (0,3% a 0,9%). Los contenidos de paraxantina, teobromina y teofilina varían de 3 a 344 mg/kg café almendra y son mayores en Robusta que en Arábica

2.1.5. Características físicas de los granos de café verde

Becker (2002) recomienda que el análisis físico del café verde comienza con la determinación del origen del mismo: Siempre que sea posible, se debe especificar el productor, el modo de elaboración, la altura del cultivo y el origen. Generalmente se considera, que el café de mejor calidad se produce a partir de los 800 metros sobre el nivel del mar. Esto se debe a que el proceso de formación y maduración de los granos del café es lenta, lo cual tiene como resultado un desarrollo amplio de las sustancias aromáticas y de una acidez deseable en el café. Sin embargo, se debe recordar que la altura de producción no es el único factor que influye en la calidad del café. Es por este motivo que existen excepciones a la regla.

Cuadro 03. Factores climáticos que influyen en la calidad del café

| Factores Climáticos | Promedios |
|----------------------------|------------------------------|
| Temperatura | 17 – 24 °C |
| Lluvias | 1000 mm/año – 3000 mm/año |
| Humedad Relativa | 40% - 100% |
| Brillo Solar | 70 horas/mes – 280 horas/mes |

Fuente: Becker (2002)

2.1.5.1. Color

El color de los granos, sirve entre otros, como indicio de la altura de procedencia del café. Es decir, un café de zona alta tiende a ser de un color gris azulado, mientras que un café de zona baja tiene un color verde pálido. Además, el color de los granos brinda información sobre envejecimiento del café general.

Los cafés frescos tienen la característica de tener un color verde azulado, verde fuerte o verde claro. Con el envejecimiento progresivo, estas características empiezan a cambiar hacia un color más pálido y continúa en proceso sucesivo desde “amarillento”, “amarillo paja”, amarillo pálido”, “pálido”, “sin color” y “blanqueado”.

El proceso de envejecimiento se inicia en la parte del grano con menos masa, es decir, en las puntas y orillas, continuando progresivamente hasta cubrir todo el grano. Por otro lado, el contenido de humedad de los granos influye en el color de los mismos. Para catalogar muestras de café referente al color, se recomienda una clasificación de la siguiente manera.

Cuadro 04: Evaluación del color de los granos.

| Descripción | Evaluación |
|--------------------|-------------------|
| Verde-gris-azulado | Muy Bueno |
| Verde claro | Bueno |
| Ligeramente pálido | Corriente |
| Pálido | Poco |

Fuente: Becker (2002)

2.1.5.2. Forma y consistencia

Independientemente de la variedad del café, existe una relación entre la altura de procedencia y el tamaño del grano: El café de altura es de menor tamaño.

Otro factor importancia es la forma de ranura del grano, ya que es indicador adicional para la determinación de la calidad del café, una ranura cerrada es indicio de que el café procede de una zona alta, siendo la estructura interna del grano más consistente. Al contrario los granos con ranuras abiertas indican que el café procede de una región más baja y por ende es de menor calidad.

Los granos frescos, con un contenido de humedad ideal de un 11%, se caracteriza por tener una capa córnea, que le dan gran consistencia.

2.1.5.3. Olor

El olor característico del café puede sufrir cambios desfavorables, si es almacenado o transportado en conjunto con otros productos que tengan un olor propio muy fuerte. Todos los olores ajenos al característico del café, son indicio de pérdida de calidad.

2.1.6. Características físicas medibles del café verde

La evaluación de las características no son necesarios utilizar equipos, estos son requeridos en cierta medida para el desarrollo de los métodos a seguir.

2.1.6.1. Tamaño

Para el establecimiento de una clasificación por tamaño, se recomienda el uso de las norma internacionales, las cuales clasifican los granos según sus dimensiones, las que están divididas comúnmente, en celdas o tamices con perforaciones que van de 3.57mm hasta 7.95mm de diámetro. Estos están designados con números que van del 9 al 20, o sea de 9/64 hasta 20/64.

Cuadro 05: Descripción de tamices para la clasificación por tamaño

| Tamaño del tamiz | Diámetro (mm) |
|------------------|---------------|
| #20 | 7.95 |
| #19 | 7.54 |
| #18 | 7.14 |
| #17 | 6.75 |
| #16 | 6.35 |
| #15 | 5.95 |
| #14 | 5.56 |
| #13 | 5.16 |
| #12 | 4.76 |
| #11 | 4.30 |
| #10 | 3.97 |
| #9 | 3.57 |

Fuente: Becker (2002).

Cuadro 06: Defectos físicos y de calidad

| #Defectos | Características | Causas | Efectos físicos | Efectos en calidad de taza |
|----------------------------------|---|---|--|--|
| Grano negro o parcialmente negro | +Son todos los granos que presentan una coloración que varía del pardo al negro. +Hendidura muy abierta. +Cara plana hundida | Sobre fermentación +Durante el beneficiado +Falta de limpieza de la planta (granos rezagados). +Mal proceso de secado o rehumedecimiento del café. +Ataque de enfermedades +Mala nutrición +Malas prácticas de recolección(juntar el café del suelo) | Generalmente granos más pequeños al normal +Afecta el color original de los granos | En la infusión se destacan sabores acre(áspero, picante) e insípido (sin sabor o flojo) |
| Grano decolorado | Son los granos que han sufrido alteraciones de su color original. Comúnmente tienden al amarillo, blanco, vetado, gris oscuro | Mal preparación o beneficiado +Veteado: (vetas blancas) re humedecimiento del café ya secado. +Blanqueado (desteñido) granos blandos, esponjosos, que absorbieron humedad durante el almacenamiento. +Sobresecado(ámbar o ligeramente amarillo) granos que fueron secados durante demasiado tiempo. +Mala nutrición (ámbar o mantequilla) granos semitransparentes , indicio de falta de hierro. | Granos con una apariencia fuertemente dispareja al normal | Ese café se destaca por ser insípido, ordinario, carente de acidez, sabor a madera |
| Grano manchado | Son aquellos granos con manchas diferentes colores, pero sin alteración de la textura en la parte manchada. | Mal beneficiado +Fermentación insuficiente del mucílago(poco tiempo) +Lavado suficiente +Vuelve a tomar miel durante el secado +Utilización de aguas sucias para el lavado | Afecta el color de los granos dando apariencia dispareja | Durante la catación se perciben sabores agrio, no típicos del café |
| Grano inmaduro | +Es el café oro que presenta un color verdoso gris claro. +La cutícula que envuelve al grano (no al pergamino) no se desprende en el pilado. +El tamaño del grano es menor y su superficie marchita. +Café oro con color que varía desde amarillo a carmelita +Al ser partido desprende | Mala recolección Recolección ineficiente, es decir, que el café cosechado aún está verde y generalmente no está bien desarrollado. | El aspecto es marchito El tamaño es pequeño El color no es normal. Parte de la cutícula que este adherida | Se caracteriza por reflejar un sabor astringente inmaduro (sabor verde, falta de maduración) |

| | | | | |
|-------------------------|---|--|---|--|
| | olor característico de fermento(descomposición) | | | |
| Grano Fermentado | +Café oro con color que varía desde amarillo a carmelita. +Al ser partido desprende olor característico de fermento (descomposición). +La película o cutícula que recubre el grano tiene color rojizo, al igual que los restos de telita en la hendidura. | Mal beneficiado +Fermentación prolongada. +Falta de limpieza diaria(granos rezagados) en piletas de fermentación, caños, etc. +Fermetación dispareja con presencia de pulpa. +Empleo de aguas contaminadas. +Sobrecalentamiento durante el secado. | Color con apariencia reseca y cerosa. Olor a fermento. | +Sabores desagradables en la catación. +Sabor frutoso como a piña sobrequemada. +Sabor a cebolla +Sabor ácido, muy agudo, como a vinagre. |
| Grano cardenillo | Café en oro atacado por hongos | Mal beneficiado +Almacenamiento húmedo +Fermentaciones prolongadas +Interrupciones largas en el secado | El hongo destruye el grano por las partes más blandas, convirtiéndose en un polvillo. | +Fuerte sabor terroso (a tierra). +En estado avanzando alcanza sabor a fermento. |
| Café sucio | +Se caracteriza por ser un defecto indefinido que básicamente corresponde a cafés mal preparados. +El sabor sucio es desagradable y se le denomina terroso (sabor a tierra) | +Café recolectado muy verde. +Inicio inadecuado de fermentación por haber sido amontonado retrasando el despulpado. +Secado inadecuado +Reabsorción inadecuada de humedad por mal almacenamiento | Textura y apariencia mohosa | +Se percibe un sabor y olor sucio. +El sabor terroso se caracteriza por estar bien definido. |
| Café espuma o pasilla | +Son cafés que se destacan por su baja densidad. +El grano es muy pequeño y deforme. +El café en pergamino tiene un solo grano | +Sequias severas. +Falta de sombra en lugares con mucha luminosidad. +Mala nutrición durante el desarrollo de los granos +Enfermedades varias. | Muy mal aspecto | Sabores de miel en la taza. |
| Grano cristalizado | +Se destaca por ser un grano quebradizo. +Color gris azulado. | Temperaturas excesivamente altas durante el proceso de secado | Apariencia defectuosa | Generalmente no afecta la calidad de la taza. |
| Grano mordido y cortado | +Café oro que haya sufrido una cortada o herida. +El color de las heridas se tornan amarillas, de color oscuro (oxidación). | +Beneficio defectuoso. +Despulpadoras con camisas defectuosas. +Despulpadoras muy ajustadas. +Grado de madurez inadecuado del café en UVA (muy verde) | +Cambia el color en la cortadora. +La textura es uniforme. +Apariencia mala. +Afecta el tamaño del grano | Generalmente no afecta las calidades organolépticas. |
| Grano partido | +Son aquellos granos que muestran una abertura longitudinal en uno o ambos extremos. +Estas roturas generalmente aparecen blanqueadas | +La causa principal ocurre en el apilado (molino) del café pergamino por estar muy blando. +Café con más del 12% de humedad. | Afecta el aspecto y tamaño. | +Tostado disparejo, ya que los granos quebrados se queman muy rápido. |

Fuente: Becker (2002).

2.2. TUESTE DEL CAFÉ.

Agrotropical Colombia (2006) menciona que el tueste del café es una fase vital dentro de su cadena de elaboración. Un buen tueste influye más en la calidad de una taza de café, que la bondad de la mezcla escogida. El proceso de tostar los granos del café verde consiste en someterlos durante un tiempo limitado a una alta temperatura.

Acevedo (1994) menciona que desde que se introduce la muestra al tostador a temperatura adecuada, se pueden reconfirmar características ya observadas en el análisis de la muestra en verde/crudo, y en este sentido se puede verificar la calidad/tipo, respecto al origen/altitud de la materia prima. Una definición técnica de tueste es: Exposición de los granos de café a altas temperaturas en un periodo de corto de tiempo. Los equipos industriales para tostar café usan cilindros metálicos, perforados, rotativos, calentados por gas o resistencias eléctricas. Al tostar café, el grano sufre una serie de modificaciones físicas como: Pérdida de peso o aumento de volumen, en algunos casos hasta del 100%.

Según Monroig (2004), menciona los cambios que ocurren en el café a distintos grados de temperatura durante el tostado:

Cuadro 07: Cuadro de los cambios que ocurren en el café a distintas temperaturas.

| Temperatura | Cambio |
|----------------------------|--|
| 100°C (212 °F) | Coloración verde amarilla, olor a pan tostado y desprendimiento de vapor de agua. |
| 120-130°C (248 – 266 °F) | Coloración castaño que pasa de pardo a claro oscuro |
| 150 °C (302 °F) | Despide olor a semillas tostadas sin apreciarse el aroma característica |
| 180 °C (356 °F) | El aroma característico del café comienza a desarrollarse. Desprendimiento de CO y CO ₂ . Los gases de combustión aparecen en volutas color blanco azuladas. Los granos adquieren una coloración marrón y el volumen aumenta. |
| 180 – 270°C (356 – 518 °F) | El aroma es abundante y el color más oscuro. Hay un aumento mayor en volumen, los granos crepitan y presentan una exudación brillante en la superficie. |
| 270°C (518 °F) | El desprendimiento del humo aumenta, los granos se ennegrecen y pierden el brillo; el volumen deja de aumentar |
| 300°C (572 °F) | Granos negros y desmenuzables bajo ligera presión, desaparece el aroma por completo. El café se carboniza |

Fuente: Monroing (2004).



Resumen en la curva de tostado.

Fuente: Monroing (2004).

2.2.1. Niveles de tostado

Cuadro 08: Niveles de tostado

| Nivel | Aspecto | | Características |
|----------------------------|--|---|--|
| Tueste canela (cinnamon) | Tostado claro, tono canela claro |  | Pronunciado sabor a nuez de alto nivel de acidez de café |
| Tueste americano | Tostado medio, tono castaño |  | Sabor acaramelado |
| Tueste de la ciudad (city) | Tostado medio, marrón mediano sin superficie aceitosa |  | Sabor completo de café algo menos de acidez. |
| Tueste urbano(full city) | Marrón castaña, apenas más oscuro que tuese de la ciudad. |  | Todo el sabor a café, buen balance de azúcar y acidez. |
| Viena | Marrón oscuro, con aceite en la superficie. |  | Sabor de tuesto oscuro |
| Espresso | Tostado oscuro, de uso específico para las máquinas de espresso. |  | Sabor fuerte y dulce |
| Tueste Francés | Marrón oscuro, casi negro, aceitoso en la superficie |  | Amargo, sabor ahumado y aroma intenso |
| Italiano | Marrón chocolate amargo, aceitoso en la superficie. |  | Sabor a quemado |

Fuente:Grader (2008)

Agtron (1997), menciona que el tueste del café debe estar en un rango de 45-65 puntos en las clasificaciones de ligeramente claro y ligeramente oscuro, si sobrepasan ese límite no se puede percibir el color óptimo en el tueste del café.

2.3. Flujograma para la obtención de café tostado molido

La CAC Divisoria Ltda., realiza el siguiente diagrama de flujo.

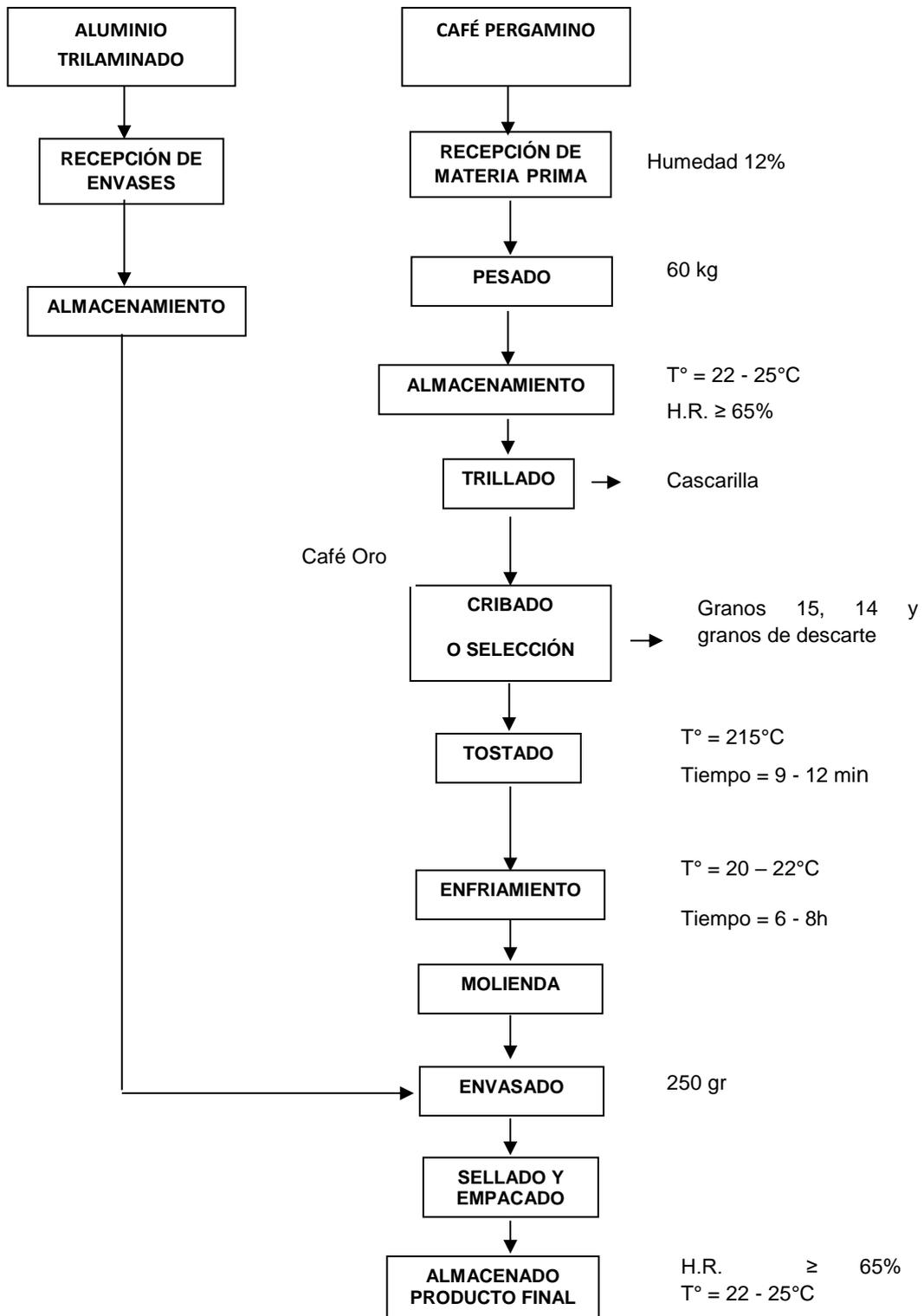


Figura 02: Diagrama de flujo del café tostado molido.

Fuente: CAC Divisoria (2012).

2.3.1. Descripción de las operaciones

La CAC Divisoria (2012) describe cada operación del proceso de la siguiente forma:

Recepción de envases.- Al recepcionar los envases no deben presentar un mal sellado en sus bordes, deben de tener una impresión adecuada de acuerdo a lo especificado y buena presentación.

Almacenamiento de envases.- Los envases son almacenados en cajas de cartón sobre parihuelas con una altura de 20 cm del piso, conteniendo cada caja 2000 unidades.

Recepción de Materia Prima.- Los granos de café pergamino se recepcionan en sacos de 50 a 80 kg a una humedad de 11 -12%.

Pesado.- En esta operación los granos de café son puestos en sacos conteniendo 60 kg cada uno, diferenciando previo control la calidad del grano, además, esto nos ayudará a calcular el rendimiento del producto.

Almacenamiento.- Se almacena en un ambiente seco, ventilado libre de toda contaminación, con una temperatura que oscila entre 22 – 25°C y humedad relativa menor o igual a 65%.

Trillado.- Es un paso de limpieza que empieza en el elevador neumático que depura las piedras u otro material diferente al grano de café, transportando el grano a la Pulidora máquina diseñada especialmente para retirar el pergamino (cascarilla).

Cribado o Clasificación.- La función del cribado es separar el café oro conforme a su tamaño y forma que están regidos por normas internacionales en cuanto a la granulometría del café siendo estos mayores de 15 y 14 con diámetros de 5.6 a 8 mm.

Tostado.- Una vez libre de cascarilla y seleccionado el grano se transporta por medio de un elevador neumático a la máquina tostadora que por medio de aire caliente es responsable de este proceso que involucra la exposición del grano a una temperatura de 215°C por 09 a 12 minutos.

La máquina con la que cuenta la CAC Divisoria tiene incorporado un enfriador que hace que los granos no continúen tostándose más de lo debido, este proceso es fundamental ya que de este depende el sabor y aroma final que obtendrá el café.

Enfriamiento.- Para la CAC Divisoria, el reposo es importante en la elaboración del café tostado molido, en este proceso baja la temperatura de café a 20°C y se liberan gases como el Dióxido de Carbono.

Molienda.- Se realiza una vez enfriado el grano, en el molino de discos que contiene dos discos de acero que giran en direcciones contrarias llegando a triturar y pulverizar el grano.

Llenado.- Una vez molido el café es llenado en bolsas de aluminio trilaminado ya que este envase permite aislar al café de los elementos externos: humedad, luz, olores, aire, calor.

Sellado.- Para el sellado se utiliza el método de atmósfera modificada o al vacío, este proceso se realiza con una máquina selladora al vacío.

Almacenamiento de producto final.- El producto final se almacena en tarimas con camas de 08 y rumas de 10 a temperatura ambiente para su posterior comercialización. El producto final es almacenado en tarimas (parihuelas) o estantes.

2.4. CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS

Barberá (2007) menciona que la mejor manera de examinar las características de un café, es catarlo, es decir, probar su infusión. La cata evidencia un sin fin de características del café, imposibles de detectar analizando los granos de café, sean verdes o tostados. La cata del café puede realizarse de varias maneras, pero en este artículo nos ceñiremos a comentar básicamente dos: a la brasileña, algo complicada, pero la mejor sin duda, y la del café expreso, interesante dada la masificación de este tipo de bebida en nuestro país.

2.4.1. Características a evaluar

Apreciaciones visuales, El color es la característica más determinante. Puede ir desde un marrón claro hasta casi el negro, dependiendo de la caramelización de los azúcares del café durante la operación del tostado. El color puede ser limpio, claro, luminoso, o por contra, mate o apagado. Aspecto de la infusión. Se nos puede presentar nítida o turbia debido a partículas insolubles en suspensión. Puede ser densa o débil.

Cada variedad de café, en su grado adecuado de tostado, tiene unas características específicas de color o aspecto que no siempre son determinantes de su calidad, pero sí sirven para identificarla. Si coinciden con el patrón del café que deseamos, vamos por buen camino.

Aromas, Con las fosas nasales captamos las emanaciones de la bebida, siendo el olor uno de los condicionantes del gusto. Una persona experta puede llegar a diferenciar hasta 4.000 olores distintos, facultad que se adquiere a través de una práctica inteligente, y que se reduce considerablemente en el caso de los fumadores o pasajeraamente por causa de enfermedades gripales o similares. Existen muchas clasificaciones de las características olfativas, pero si nos ceñimos al terreno del café, nos será muy útil la siguiente:

- a) Las que constituyen su fragancia. Proviene principalmente de la variedad de la planta, de la tierra en que se ha criado, de su cultivo y de su beneficio. Las fragancias del café pueden ser florales, afrutadas, vegetales y herbáceas.
- b) Las que dan origen al aroma. Nacen habitualmente durante el proceso del tostado del café, momento durante el cual el grano verde se transforma totalmente, apareciendo más de 700 componentes aromáticos distintos. Los aromas del café podemos clasificarlos en frutos secos, acaramelados, achocolatados, jarabes y cereales.
- c) Compuestos derivados de la destilación. Son percibidos en el retrogusto, sensación que permanece en la boca después de probar la infusión, y los podemos clasificar en terpenos (trementina, achicoria, orégano), especies (nuez moscada, pimienta) y carbonos (humo, brea, tabaco). Percibimos los aromas con grados distintos de intensidad y cada una de las características citadas anteriormente pueden ser captadas de forma fuerte o débil, intensa o evanescente, franca o alterada, neta o imprecisa.

2.4.2. Aromas del café tostado

Los olores están compuestos de varias sustancias volátiles. En el aroma del café se encuentran cerca de 850 compuestos volátiles, principalmente furanos, pirazinas, cetonas, pirroles, fenoles, hidrocarburos,

ácidos, aldehídos, ésteres, alcoholes y los tiofenos, tiazoles y oxazoles que no se encuentran en el grano almendra, son cerca de 244 compuestos nitrogenados y 75 azufrados. Las sensaciones olfatorias son efímeras y no son fáciles de describir, clasificar y calificar, ya que no existe una escala del olor, como la de los sonidos o la del color. En general, los olores se describen con analogías tales como, huele a rosa, a pescado, o es un olor dulce, a cebolla o a menta. Cada persona presenta diferente sensibilidad para los olores y sabores, y también, los umbrales de olor y sabor de cada sustancia son diferentes. La intensidad de los olores puede ser leve, débil o fuerte. Además, los olores pueden describirse como irritantes o intolerables y clasificarse como herbal, frutal, rancio, ácido, tostado y dulce, entre otros. Las sustancias del aroma del café se encuentran en concentraciones del orden de mg/kg, μ g/kg, ng/kg, pg/ Kg. En un kilogramo de café tostado se pueden encontrar cerca de 500 mg de sustancias volátiles y en un kilogramo de bebida unos 20 mg. Los aromas tienen diferentes intensidades odoríferas y así mismo, una sustancia puede presentar varios olores dependiendo de su contenido en el café. En los granos de café tostados se pueden encontrar compuestos químicos con diversas clases de aromas como a caramelo, tostados, almendras, cítricos, frutales, cocinado, y también desagradables como a tierra, ahumados y fétidos, entre otros. En el cuadro 04 se presentan algunas de las notas aromáticas del café, según el grupo químico de los compuestos volátiles. Los aromas del café a caramelo incluyen principalmente ácidos y furanos; los tostados están conformados por aldehídos, cetonas, furanos y pirazinas; los frutales y dulces son aldehídos, cetonas, ésteres, alcoholes y ácidos; los florales son principalmente alcoholes; los olores ahumados corresponden en su mayoría a fenoles; los asados a pirazinas; los olores a grasa y rancio están compuestos de alcoholes, aldehídos, cetonas y ésteres; los terrosos y mohosos son fenoles, pirroles, alcoholes, hidrocarburos; los olores a solvente corresponden a hidrocarburos y cetonas principalmente, y los aromas a podrido son en su mayoría compuestos nitrogenados y azufrados como aminas, piridina, tioles y tiofenos. Los granos defectuosos contienen compuestos químicos diferentes a los sanos que les imparten sus olores y sabores característicos cuadro 09. Cabe destacar que

el contenido y tipo de compuestos químicos del aroma y sabor de la bebida dependen de la especie de café, la madurez, el tipo de beneficio, las condiciones de fermentación, secado y almacenamiento, el grado de tostación y el método de preparación de la bebida. Cerca de la mitad de la cantidad de los compuestos volátiles generados durante la tostación del café se pierden durante los procesos de molienda, almacenamiento y preparación del extracto de la bebida. Las relaciones entre los compuestos orgánicos del café y los sabores y aromas de la bebida se observan en el cuadro 04. El café de buena calidad es sano, inocuo, tiene aromas y sabores agradables y una composición química natural. Mediante la aplicación de las Buenas Prácticas Agrícolas en la finca y de Manufactura en el almacenamiento, la tostación y la preparación se preservan las cualidades de la bebida de café (Puerta 2011).

Cuadro 09: Grupos químicos de algunas notas aromáticas del café tostado.

| | | | |
|---|--|---|---|
|  | | Oxazoles Almendra, leguminosas, dulce, avellana, tierra, papa, verde | Piridinas Amargo, astringente, caramelo, mantequilla. |
| | | Furanos Caramelo, paja, césped, azúcar quemado, almendra, ahumado astringente, café tostado, frutal. | Cetonas Mantequilla, caramelo, dulce, miel, frutal, manzana cocida, floral, grasa, rancio, madera |
| | | Tioles Café tostado envejecido, descompuesto, animal, carne asada | Pirroles Dulce, maíz, cereal, aceite, medicinal, setas comestibles, grasa, nuez. |
| Tiazoles Tierra, papa, verde, nueces. | Tiofenos Cebolla, mostaza, fétido | Pirazinas Chocolate, tierra, mohoso, nuez, tostado, graso, maíz, alquitrán, pimentón, maní, rancio | Hidrocarburos Fétido, petróleo, tabaco, manteca, terroso, madera |
| Ésteres Frutal, dulce, grasa, rancio, irritante, floral. | Fenoles Tabaco, ahumado, clavo, fenólico, quemado, caucho astringente, amargo, picante, terroso, madera. | Aldehídos Vinoso, miel, cocido, tostado, grasa, madera, verde, malta, ácido, fermentado, picante, dulce, herbal, papas cocidas, frutal, vainilla, picante, quemado, tostado, rancio | Alcoholes Floral, dulce, frutal, mohoso, tierra, tostado, verde, herbal, rancio |
| Lactonas Melocotón, coco, nuez, dulce, especia, quemado grasa. | Ácidos Vinagre, dulce, rancio, floral, mentolado, frutal, verde herbal, grasa, rancio, mohoso, terroso. | Aminas Desagradable, penetrante, descompuesto, pescado, amoníaco. | Piranos Dulce, eucalipto |

Fuente: Puerta (2011).

2.5. CATACIÓN

La SCAA (2000) menciona la catación es la descripción y/o medición de características físicas y organolépticas del café. Puesto que nos permite evaluar atributos, cualidades y defectos, se convierte en una herramienta de control de calidad al final del proceso de transformación del producto. El café es un producto multicaracterístico, es decir existen muchas variables de sabor que se pueden evaluar y medir, lo que definirá el perfil organoléptico para cada café.

Existen dos tipos de catación: cualitativa y cuantitativa. La primera, describe los defectos o atributos que pueden conformar el sabor de un café y, la segunda, la medición de complejidad o intensidad de las características evaluadas. Ello permite clasificar o categorizar los cafés evaluados.

Pasos a seguir:

- Servir las muestras tostadas y molidas de 8,30 gramos de café en recipientes de vidrio de 150 mililitros.
- El catador procede a oler la(s) muestra(s) en seco repetidas veces según crea conveniente.
- Se adiciona 150 mililitros de agua en ebullición a los recipientes de vidrio, el catador nuevamente procede a sentir el aroma del café.
- Posteriormente el catador mueve la cuchara sobre la espuma para detectar nuevos aromas en el café.
- Se espera de 4 a 5 minutos para que la temperatura del café descienda, se retira la espuma y residuos del café.
- Se absorbe una cucharada de café y se mantiene durante tres segundos en el paladar para analizar los atributos y enjuaga la cuchara en agua en ebullición según cambia la muestra. El catador este procedimiento lo realiza repetidas veces según él crea conveniente para dar el veredicto final.
- Por último el catador procede a calificar el café en el formato dado tomando en cuenta los atributos de sabor, acidez, cuerpo, dulzor, post gusto, general, balance y taza limpia.
- Cenicafé (2009) menciona que es el método usado para conocer el aroma, el sabor y la sanidad del café. Este análisis se llama evaluación

sensorial de la calidad del café y prueba de taza. Por medio de esta técnica se pueden identificar los defectos presentes en la bebida de café, medir la intensidad de una característica sensorial como la acidez y el dulzor, y de igual forma calificar el sabor, aroma y la calidad global del producto.

2.6. ANTECEDENTES.

Jaramillo y Ávila (2014) mencionan en su trabajo de investigación titulado “Influencia del tiempo de tostado en las características organolépticas del café (*coffea arábica*) especial” evaluó el tiempo de tostado: 9 minutos, 9 minutos + 20 segundos, 9 minutos + 40 segundos, 10 minutos, 10 minutos + 20 segundos, 10 minutos + 40 segundos, 11 minutos y 11 minutos + 20 segundos en la especie café arábico obteniendo como resultado que no hay diferencias. Concluyendo por lo tanto las altas temperaturas y largos tiempos de tostado influyen negativamente en las características organolépticas del café disminuyendo la calidad del producto, además no existen diferencia significativa en los diferentes tratamientos de tostado del café y el índice del color se encuentra dentro de los colores aceptables para obtener un café en taza con atributos casi homogéneos.

(Naragaraju et al 1997) mencionan una investigación de: “Studies on Roasting of Coffee Beans in a Spouted Bed – Estudios en el tostado de los granos de café”.

Fueron 5 tratamientos sometidos a 5 tiempos diferentes de tostado, se han realizado estudios en un tostador de lecho para el café (Peaberry) utilizando aire caliente como medio de calentamiento. Condiciones para la óptima torrefacción fueron evaluadas. Se encontró que el producto de mejor calidad era obtenido a una temperatura de 250°C durante un tiempo de tostado de 5 min. El comportamiento de sistema puede ser representado por una transferencia de calor en estado no estacionario. Basado en la relación de tiempo – temperatura, el calor general coeficiente de transferencia se encontró que era 12.023 W/(Km²) a temperatura de 230° C un tiempo de tostado de 4 – 10 min es una gama óptima a la cual máximo aroma y sabor se desarrolla. Se ha observado que el color del tostado de los granos es muy

sensible a la temperatura de tostado. A temperaturas superiores a 250°C el color de los granos es mucho más oscuro.

2.7. HIPÓTESIS

H₁: Si determinamos el tiempo óptimo de tostado de café de la variedad caturra obtendremos café tostado con óptimas características organolépticas

H₂: Si determinamos el tiempo óptimo de tostado de café de la variedad bourbón obtendremos café tostado con óptimas características organolépticas

H₃: Si determinamos el tiempo óptimo de tostado de café de la variedad catimor obtendremos café tostado con óptimas características organolépticas

H₄: Si evaluamos las mejores características organolépticas de las tres variedades por separado podremos determinar la variedad con mejores características organolépticas para el café en taza.

2.8. VARIABLES

2.8.1. Variable independiente.

X₁ = TIEMPO DE TOSTADO

X₁₁ = 10.20 minutos

X₁₂ = 10.40 minutos

X₁₃ = 11.00 minutos

X₂ = VARIEDAD DE CAFÉ

X₂₁ = Caturra

X₂₂ = Bourbón

X₂₃ = Catimor

2.8.2. Variable dependiente.

Y₁ = Características organolépticas

2.8.3. Variable interviniente.

Temperatura de tostado = 210 °C

Humedad del café = 11%

Cantidad del café a tostar = 110 g.

2.8.4. Operacionalización de variables

Cuadro 10: Operacionalización de variables

| Variables | Definición Conceptual | Dimensión | Indicadores |
|-------------------|---|--------------------|---|
| Independiente | | | |
| Tiempo de Tostado | Tostado: Transformación de las propiedades físico químicas del grano verde del café, como la pérdida de peso aumento del volumen y la caramelización de los azúcares que confieren el color. Lo más relevante del tostado es que a través de éste se genera el aroma y el sabor. | Tiempo | - 10.20 minutos - 10.40 minutos - 11.00 minutos |
| Variedad de café | Los granos de café almendra de las variedades de <i>Coffea arabica</i> L. contienen una mayor cantidad de lípidos y de sacarosa que <i>Coffea canephora</i> (Robusta), mientras que en la composición de Robusta se destaca el mayor contenido de polisacáridos, cafeína, ácidos clorogénicos y cenizas | Variedad | -Caturra -Bourbón -Catimor |
| Dependiente | | | |
| | Se percibe de forma directa por los sentidos (olor, color, sabor, textura), sin utilizar equipos e instrumentos de estudio | Análisis Sensorial | - Sabor - Dulzor - Taza Limpia - Aroma - Acidez - Post Gusto - Cuerpo - Balance - General |

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

El trabajo de investigación se realizó en las instalaciones de la Cooperativa Agraria Cafetalera Divisoria Ltda., ubicada en la ciudad de Tingo María.

3.2. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación es APLICADA y de acuerdo al nivel EXPERIMENTAL – EXPLICATIVA.

3.3. POBLACIÓN, MUESTRA Y UNIDAD DE ANÁLISIS

3.3.1. Población

La población estuvo constituida de 2970 gramos de café verde, provenientes Centro Poblado Menor la Divisoria, distrito y provincia de Padre Abad, departamento de Ucayali.

Cuadro 11: Cuadro de población

| Tratamientos | Gramos de café verde |
|----------------|----------------------|
| T ₁ | 330 |
| T ₂ | 330 |
| T ₃ | 330 |
| T ₄ | 330 |
| T ₅ | 330 |
| T ₆ | 330 |
| T ₇ | 330 |
| T ₈ | 330 |
| T ₉ | 330 |
| Total | 2970 g. |

3.3.2. Muestra

Las muestras que se usaron las siguientes para el tostado del café:

- 110 gramos de café caturra
- 110 gramos de café bourbon
- 110 gramos de café catimor

Cuadro 12: Cuadro de muestra

| Tratamientos | Gramos de café verde |
|----------------|----------------------|
| T ₁ | 110 |
| T ₂ | 110 |
| T ₃ | 110 |
| T ₄ | 110 |
| T ₅ | 110 |
| T ₆ | 110 |
| T ₇ | 110 |
| T ₈ | 110 |
| T ₉ | 110 |
| Total | 990 g |

3.3.3. Unidad de análisis

La unidad de análisis comprende de 8.30 gramos de café tostado y molido diluido en 150 ml de agua a una temperatura de 80°C en taza, para la catación correspondiente realizada por catadores profesionales.

3.4. TRATAMIENTOS EN ESTUDIO

Para determinar el tiempo de tostado óptimo de café se consideró los tratamientos por separado de las diferentes variedades y se muestran en el siguiente esquema.

Cuadro 13: Tratamientos de estudio

| Tratamientos | Especificaciones | |
|----------------|-------------------|----------|
| | Tiempo de tostado | Variedad |
| T ₁ | 10.20 minutos | |
| T ₂ | 10.40 minutos | Caturra |
| T ₃ | 11.00 minutos | |
| T ₄ | 10.20 minutos | |
| T ₅ | 10.40 minutos | Bourbón |
| T ₆ | 11.00 minutos | |
| T ₇ | 10.20 minutos | |
| T ₈ | 10.40 minutos | Catimor |
| T ₉ | 11.00 minutos | |

3.5. PRUEBA DE HIPÓTESIS

Hipótesis nula.

H₀: Los diferentes tiempos de tostado y variedades de café no influyen en las características organolépticas.

H₀: T₁= T₂= T₃= T₄=T₅= T₆= T₇= T₈=T₉

Hipótesis alternativa.

H_i: Los diferentes tiempos de tostado variedades de café influyen en las características organolépticas.

H_i: al menos un T_i ≠

3.5.1. Diseño de la investigación

Prueba de Friedman

Se utilizó esta prueba para evaluar características organolépticas. Esta prueba se utiliza en aquellas situaciones en las que se seleccionan n grupos de k elementos de forma que los elementos de cada grupo sean lo más parecidos posible entre sí, y a cada uno de los elementos del grupo se le aplica uno de entre k "tratamientos", o bien cuando a cada uno de los elementos de una muestra de tamaño n se le aplican los k "tratamientos".

La hipótesis nula que se contrasta es que las respuestas asociadas a cada uno de los "tratamientos" tienen la misma distribución de probabilidad o distribuciones con la misma mediana, frente a la hipótesis alternativa de que por lo menos la distribución de una de las respuestas difiere de las demás. Para poder utilizar esta prueba las respuestas deben ser variables continuas y estar medidas por lo menos en una escala ordinal.

Sea $R(X_{ij})$ el rango asignado a la observación X_{ij} dentro del bloque j y sea R_i la suma de los rangos asignados a la muestra i :

$$R_i = \sum_{j=1}^b R(X_{ij})$$

Estadístico de Prueba:

Primero calcule los valores A y B

$$A = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^b [R(X_{ij})]^2$$

$$B = \frac{1}{b} \sum_{i=1}^k R_i^2$$

Donde:

A= Sumatoria de los rangos de cada tratamiento al cuadrado

B=Sumatoria del rango total de cada tratamiento al cuadrado

R = Rangos asignados a la muestra

El estadístico de la prueba es:

$$T = \frac{(k - 1) \left[bB - \frac{b^2 k (k + 1)^2}{4} \right]}{A - \frac{bk(k + 1)^2}{4}}$$

En la expresión anterior:

T = Estadístico calculado por rangos de Friedman.

b= Número de elementos o de bloques (número de hileras)

K=Número de variables relacionadas

Regla de decisión

La hipótesis nula se rechaza con un nivel de significación α si T resulta mayor que el valor de la tabla.

Comparaciones entre tratamientos

Si la hipótesis nula es rechazada, la prueba de Friedman presenta un procedimiento para comparar a los tratamientos por pares. Se dirá que los tratamientos i y j difieren significativamente si satisfacen la siguiente desigualdad.

$$|R_i - R_j| > t_{\frac{\alpha}{2}, (b-1)(k-1)} \sqrt{\frac{2b(A - B)}{(b - 1)(K - 1)}}$$

3.5.2. Datos a registrar

Los datos registrados fueron obtenidos de los distintos análisis sensoriales.

3.5.3. Técnicas e instrumentos de recolección y procesamiento de la información.

Técnicas de investigación documental o bibliográfica:

- **Fichaje.-** Se utilizó para construir el marco teórico y la bibliografía de la tesis.

Técnicas de campo:

- **Observación.-** Permitió recolectar los datos directamente del proceso de tostado del café.

Tablas

- SCAA
- Tabla de color

Instrumento de recolección de información en laboratorio

Libreta de apuntes (laboratorio)

Procesamiento y presentación de los resultados

Los datos obtenidos fueron ordenados y procesados por una computadora utilizando el programa de acuerdo al diseño de investigación propuesto.

3.6. MATERIALES Y EQUIPOS.

3.6.1. Materia prima

- Se utilizó tres variedades diferentes de café arábico (caturra, borbón y catimor), procedente del Centro Poblado Menor la Divisoria, distrito y provincia de Padre Abad, departamento de Ucayali.

3.6.2. Materiales

- Cucharas
- Tazas de porcelana
- Tazas de aluminio
- Tazones de plástico
- Jarra medidora
- Mesa de trabajo
- Plumón
- Formatos
- Lapicero
- Balanza analítica: eléctrica, marca OHAUS, modelo SCOUT PRO de 0,5 de sensibilidad, capacidad de 2 kilogramos, procedencia Estadounidense.
- Hervidora: eléctrica, marca PHILIPS, modelo HD4649, capacidad de 1,7 kilogramos, procedencia Japón.

3.6.3. Equipos

- Tostador: a gas, marca QUANTIK, modelo de DOBLE TAMBOR, capacidad de 300 gramos, procedencia Colombiana.
- Molino: eléctrica, marca KITCHELAND, modelo muestra, Capacidad de 100 gramos, procedencia China.

3.7. CONDUCCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Se presenta el esquema experimental que se utilizó para la conducción y ejecución del trabajo de investigación.

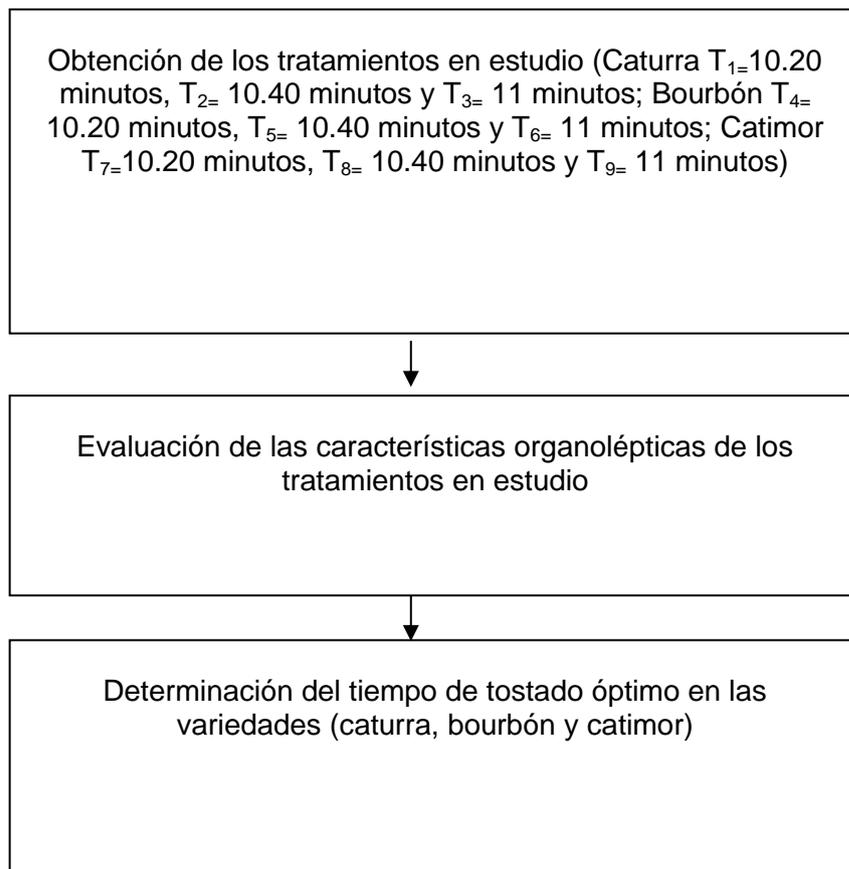
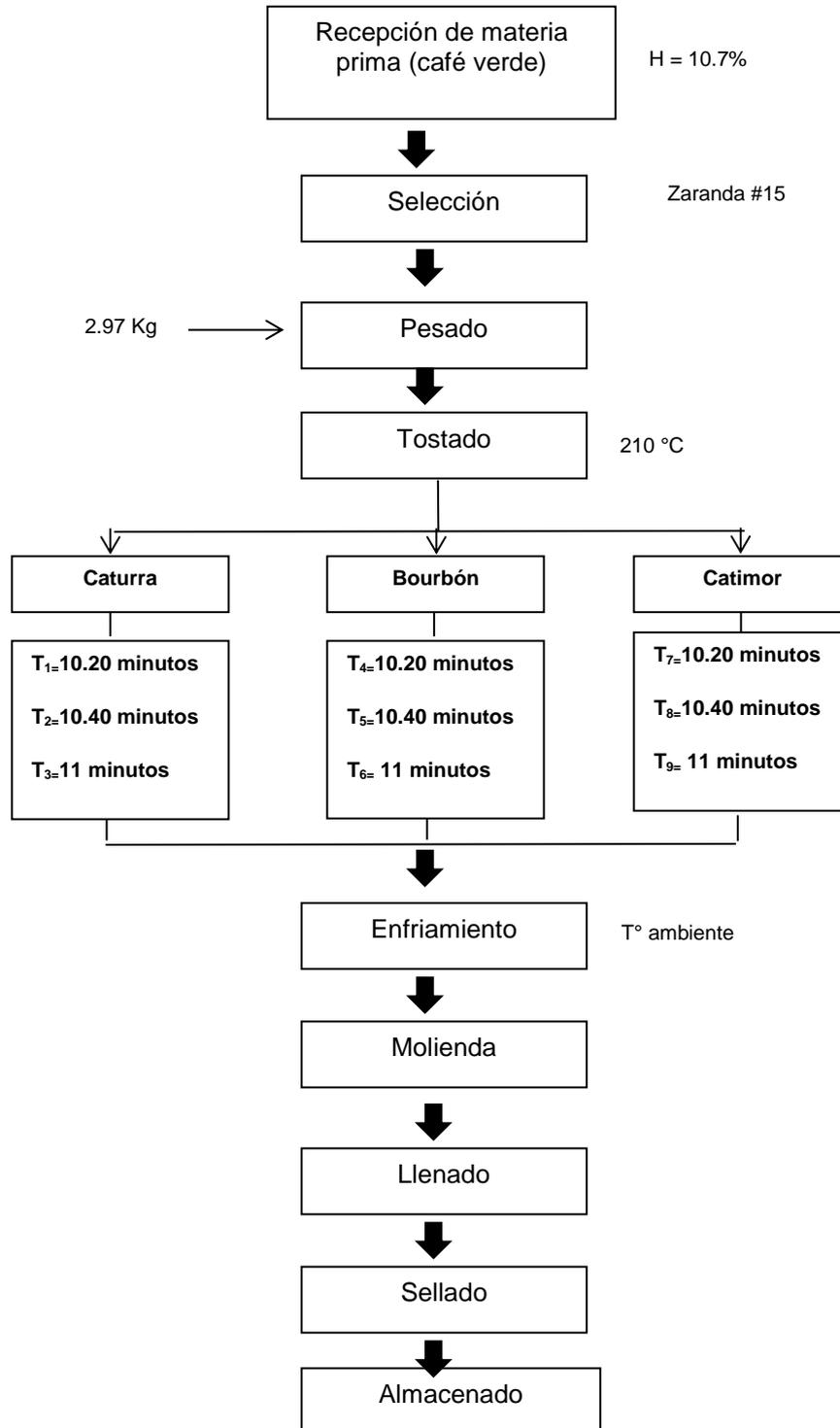


Figura 03: Conducción de la Investigación

3.7.1. Obtención de los tratamientos en estudio.



Descripción de las operaciones

Recepción de Materia Prima.- Los granos de café verde se recibieron en muestras de 110 gramos por variedad, a una humedad de 10.7%, rangos establecidos por INDECOPI, el cual se controla al momento de hacer la recepción.

Selección.- Para esta operación se utilizó zarandas número 15 con la finalidad de separar la cascarilla del café verde de acuerdo a su tamaño y forma. Como indica Téllez (2005), la selección de granos está regido por normas de granulometría y para el caso del café se usa zarandas mayores N° 14 y 15 con diámetros de 5.6 a 8 mm. , ya que los tamices son de plancha de metal perforado.

Pesado.- En esta etapa se realizó el control de peso con el apoyo de una Balanza electrónica de capacidad de 2 kg. .Como indica Téllez (2005), el pesado sirve para registrar el peso exacto del producto que ingresará a su posterior procesamiento.

Tostado.- Se transporta a la máquina tostadora a una temperatura de 210°C a temperaturas distintas como 10.20 minutos, 10.30 minutos y 11.00 minutos mencionadas en la tesis. Según Monroig (2004), la exposición del grano a una temperatura de 215°C por 09 a 12 minutos, como menciona estos rangos se encuentran dentro de la zona óptima que es de 210° - 230°C (410°- 446° F), también señala que la duración de la torrefacción es de 12 a 15 minutos, y que a 180°- 270° C (356°- 518° F), el aroma es más abundante y el color más oscuro, hay un aumento mayor en volumen, los granos crepitan y presentan una exudación brillante en la superficie.

Enfriamiento.- El enfriamiento y el reposo es importante en la elaboración del café tostado molido, por eso esperamos que baje la temperatura de café a 25°C. Como lo señala Monroing (2014), se liberan gases como el Dióxido de Carbono y el aroma característico del café

comienza a desarrollarse, desprendiendo CO y CO₂, el tiempo de reposo es mínimo 6 horas.

Molienda.- Se realizó la molienda del grano en el molino de muestras ya que giran sus cuchillas en direcciones contrarias llegando a triturar y pulverizar el grano. Al respecto Bolívar (2003), señala que es necesaria una molienda para reducir de tamaño el grano tostado, con el objeto de aumentar la superficie de contacto y facilitar la posterior extracción de los sólidos solubles.

Llenado.- Una vez molido el café se llenó en bolsas de polipropileno separando las muestras ya que este envase permite aislar al café de los elementos externos: humedad, luz, olores, aire, calor, como lo señala Bolívar (2003), esta etapa se realiza mediante una máquina llenadora graduable.

Sellado.- Al sellar se utilizó el método de al vacío, este proceso se realiza con una máquina selladora al vacío. Como lo indica Bolívar (2009), señala que este sistema es el más extendido para el café.

Almacenamiento de producto final.- El producto envasado se almacenó en las tarimas del laboratorio de cata del CAC Divisoria. Como lo señala el D.S. 007 –S.A – MINSA, (1998), el producto final es almacenada en tarimas (parihuelas) o estantes cuyo nivel inferior está a no menos de 0.20 metros del piso y el nivel superior a 0.60 metros o más del techo, para permitir la circulación del aire y un mejor control de insectos y roedores el espacio libre entre filas de rumas y entre estas y la pared son de 0.50 metros cuando menos.

3.7.2. Evaluación de las características organolépticas.

Se realizó la evaluación de las características organolépticas con usando la escala hedónica SCAA y escala de Agtron para el color que se encuentran en el anexo 1 y 2.

Cuadro 14: Cuadro de puntajes en la escala SCAA

| Escala SCAA | | | | | |
|--------------------|---|---|---|---|---|
| Aroma | 0 | 4 | 6 | 7 | 8 |
| Taza Limpia | 0 | 4 | 6 | 7 | 8 |
| Dulzor | 0 | 4 | 6 | 7 | 8 |
| Acidez | 0 | 4 | 6 | 7 | 8 |
| Cuerpo | 0 | 4 | 6 | 7 | 8 |
| Sabor | 0 | 4 | 6 | 7 | 8 |
| Post gusto | 0 | 4 | 6 | 7 | 8 |
| Balance | 0 | 4 | 6 | 7 | 8 |
| General | 0 | 4 | 6 | 7 | 8 |

Cuadro 15: Cuadro de puntajes de la escala de AGTRON

| Escala de AGTRON | |
|-------------------------|--------|
| 75 – 95 | Claro |
| 55 – 65 | Media |
| 25 - 454 | Oscuro |

Los encargados de hacer la evaluación sensorial, fueron 3 catadores profesionales de la Cooperativa La Divisoria S.R.L. El acondicionamiento del café para la cata se realizó de la siguiente manera:

- Se diluyó 8,30 gramos de café en 150 mililitros de agua.
- Se esperó que enfríe y sedimente el café.
- Posteriormente, los catadores hicieron la evaluación de las características organolépticas

El lugar de la evaluación sensorial se hizo en los laboratorios de la CAC Divisoria.

3.7.3. Determinación del tiempo de tostado óptimo

Se determinó el tiempo para las evaluaciones sensoriales según los parámetros establecidos pudiendo utilizar rangos entre 10 a 11 minutos por eso se hizo las evaluaciones en los siguientes tiempos con las siguientes variedades.

Cuadro 16: Cuadro de variedad y tiempos

| Variedad | Tiempo |
|-----------------|---------------|
| Caturra | 10.20 minutos |
| | 10.40 minutos |
| | 11.00 minutos |
| Bourbón | 10.20 minutos |
| | 10.40 minutos |
| | 11.00 minutos |
| Catimor | 10.20 minutos |
| | 10.40 minutos |
| | 11.00 minutos |

Para el tostado se usó un tostador a gas con capacidad de 300 gramos, haciendo pruebas repetitivas de cada muestra.

IV. RESULTADOS.

4.1. DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE TOSTADO ÓPTIMO USANDO LA VARIEDAD CATURRA PARA OBTENER CAFÉ CON LAS MEJORES CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS.

Cuadro 17: Resultados de la evaluación organoléptica según formato SCAA.

| Variedad Caturra | Tiempo de tostado | | | | | | | | |
|---------------------|-------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | T1 | | | T2 | | | T3 | | |
| | P1 | P2 | P3 | P1 | P2 | P3 | P1 | P2 | P3 |
| AROMA | 6 | 7 | 7 | 6 | 3 | 5 | 4 | 5 | 5 |
| TAZA LIMPIA | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| DULZURA | 5 | 5 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 |
| ACIDEZ | 6 | 6 | 6 | 5 | 4 | 5 | 6 | 5 | 6 |
| CUERPO | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 4 | 3 | 4 |
| SABOR | 7 | 6 | 6 | 4 | 4 | 5 | 5 | 4 | 5 |
| POST GUSTO | 4 | 4 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 5 |
| BALANCE | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 3 | 4 |
| GENERAL | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 4 | 5 |

Cuadro 18: Resultado de la evaluación del color del café según la escala de Agtron.

| Tiempo de Tostado | Índice de color |
|-------------------|-----------------|
| T1 | 95 |
| T2 | 75 |
| T3 | 55 |

| Atributos | Tratamientos | R_i | Chi | Significancia |
|--------------------|---------------------|----------------------|------------|----------------------|
| Sabor | T ₁ | 9.00 | 7.09 | Ns |
| Taza limpia | T ₁ | 8.50 | 8.93 | Ns |
| Dulzor | T ₁ | 8.50 | 9.29 | Ns |
| Cuerpo | T ₁ | 7.50 | 9.15 | Ns |
| Balance | T ₁ | 7.50 | 9.07 | NS |
| Aroma | T ₁ | 8.50 | 9.29 | Ns |
| acidez | T ₁ | 7.50 | 8.35 | Ns |
| Post gusto | T ₁ | 7.00 | 8.35 | ns |
| General | T ₁ | 7.00 | 8.93 | NS |

Cuadro 19: Resultados de todos los Atributos en la prueba Friedman

- Del análisis de la prueba de Friedman de la variedad Caturra acuerdo a los resultados obtenidos en la prueba Friedman el tratamiento con mayor puntaje es el T₁ (catarra de 10 minutos con 20 segundos), resultado que concuerda con los resultados y ponderaciones dadas por los catadores.
- Según la escala de Agron el tratamiento que presenta mejor índice de color es el T₃ (catarra con 11 minutos) encontrándose en la clasificación medio con un puntaje de 55.

4.2. DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE TOSTADO ÓPTIMO USANDO LA VARIEDAD BOURBÓN PARA OBTENER CAFÉ CON LAS MEJORES CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS.

Cuadro 20. Resultados de la evaluación organoléptica según formato SCAA.

| Tiempo de Tostado | | | | | | | | | |
|--------------------------|----------------------|----|----|----------------------|----|----|----------------------|----|----|
| Variedad | T₄ | | | T₅ | | | T₆ | | |
| Bourbón | P1 | P2 | P3 | P1 | P2 | P3 | P1 | P2 | P3 |
| Aroma | 5 | 6 | 6 | 5 | 5 | 5 | 4 | 4 | 5 |
| Taza limpia | 4 | 5 | 4 | 5 | 5 | 4 | 5 | 3 | 4 |
| Dulzura | 6 | 6 | 6 | 6 | 5 | 6 | 4 | 3 | 3 |
| Acidez | 6 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 6 | 5 | 6 |
| cuerpo | 4 | 4 | 5 | 4 | 5 | 5 | 3 | 3 | 3 |
| Sabor | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 4 | 4 | 4 | 5 |
| post gusto | 5 | 4 | 6 | 5 | 4 | 5 | 4 | 4 | 4 |
| balance | 6 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 |
| general | 6 | 6 | 6 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 |

Cuadro 21: Resultado de la evaluación del color del café según la escala de Agtron.

| Tiempo de tostado | Índice de color |
|--------------------------|------------------------|
| T ₄ | 55 |
| T ₅ | 55 |
| T ₆ | 55 |

Cuadro 22: Resultados de todos los Atributos en la prueba Friedman

| Atributos | Tratamientos | R _i | Chi | Significancia |
|-------------|--|-------------------|------|---------------|
| Sabor | T ₅ | 7.00 | 6.50 | S |
| Taza limpia | T ₆ | 8.00 | 5.52 | S |
| Dulzor | T ₅ y T ₆ | 6.50 y 8.50 | 3.26 | S |
| Cuerpo | T ₆ | 7.00 | 6.52 | S |
| Balance | T ₆ | 6.50 | 6.82 | NS |
| Aroma | T ₅ | 7.00 | 8.35 | NS |
| Acidez | T ₄ y T ₅ | 5.50 y 8.50 | 5.09 | S |
| Post gusto | T ₆ | 8.00 | 6.31 | S |
| General | T ₄ , T ₅ y T ₆ | 5.00, 6.00 y 7.00 | 4.31 | S |

is de la prueba de Friedman de la variedad Bourbon acuerdo a los resultados obtenidos en la prueba Friedman el tratamiento con mayor puntaje es el T₆ (catimor de 11 minutos), resultado que concuerda con los resultados y ponderaciones dadas por los catadores.

- Según la escala de Agrtron el índice de color de un café tostado se encuentra en la clasificación medio con un puntaje de 55, los tres tratamientos presentan el mismo puntaje.

4.3. DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE TOSTADO ÓPTIMO USANDO LA VARIEDAD CATIMOR PARA OBTENER CAFÉ CON LAS MEJORES CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS

Cuadro 23. Resultado de la evaluación organoléptica según formato SCAA.

| Tiempo de Tostado | | | | | | | | | |
|-----------------------------|-----------|----|----|-----------|----|----|-----------|----|----|
| Variedad Catimor | T7 | | | T8 | | | T9 | | |
| | P1 | P2 | P3 | P1 | P2 | P3 | P1 | P2 | P3 |
| AROMA | 6 | 7 | 7 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 4 |
| Taza limpia | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 4 | 3 | 5 |
| dulzura | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 4 | 5 | 4 | 5 |
| acidez | 6 | 6 | 6 | 5 | 4 | 5 | 5 | 4 | 4 |
| cuerpo | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 |
| sabor | 7 | 6 | 6 | 5 | 4 | 5 | 4 | 3 | 5 |
| post gusto | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| balance | 5 | 5 | 5 | 6 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 |
| general | 5 | 5 | 5 | 6 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 |

Cuadro 24: Resultado de la evaluación del color del café según la escala de Agtron.

| Tiempo de tostado | Índice de color |
|--------------------------|------------------------|
| 10.20 minutos | 75 |
| 10.40 minutos | 95 |
| 11.00 minutos | 65 |

Cuadro 25: Resultados de todos los Atributos en la prueba Friedman

| Atributos | Tratamientos | R _i | Chi | Significancia |
|-------------|--|----------------------|------|---------------|
| Sabor | T ₇ y T ₉ | 6.50 y 7.50 | 6.37 | S |
| Taza limpia | T ₉ | 8.00 | 5.52 | S |
| Dulzor | T ₈ | 9.00 | 6.52 | S |
| Cuerpo | T ₈ y T ₉ | 6.00 y 8.5 | 3.82 | S |
| Balance | T ₈ | 7.00 | 6.31 | S |
| Aroma | T ₈ | 7.00 | 3.26 | S |
| Acidez | T ₈ | 8.50 | 5.70 | S |
| Post gusto | T ₉ | 7.50 | 7.10 | S |
| General | T ₇ , T ₈ , y T ₉ | 4.00, 7.00 y 7.00 | 3.99 | S |

- De acuerdo a los resultados obtenidos en la prueba Friedman el tratamiento con mayor puntaje es el T₈ (catimor de 10 minutos con 20 segundos), resultado que concuerda con los resultados y ponderaciones dadas por los catadores.
- Según la escala de Agrtron el índice de color de un café tostado se encuentra en la clasificación medio con un puntaje de 55, encontrando como el mejor al T₉ (catimor de 11 minutos) en la clasificación medianamente claro con un puntaje de 65.

4.4. DETERMINACIÓN DE LA VARIEDAD CON LAS MEJORES CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS

Cuadro 26. Resultado del mejor de cada una de las variedades

| Variedad | Tratamiento | Resultado | | | Promedio |
|----------|-------------|-----------|----|----|----------|
| | | P1 | P2 | P3 | |
| Caturra | T1 | 5 | 5 | 5 | 83 |
| Bourbón | T6 | 5 | 6 | 5 | 79.6 |
| Catimor | T8 | 6 | 6 | 6 | 79.6 |

Cuadro 27: Resultado de la evaluación del color del café según la escala de Agtron.

| Variedad | Tratamiento | Índice de color |
|----------|-------------|-----------------|
| Caturra | T1 | 55 |
| Bourbón | T6 | 55 |
| Catimor | T8 | 65 |

Cuadro 28: Resultados de la prueba Friedman con el atributos

| Atributos | Tratamientos | R _i | Chi | Significancia |
|-------------|--|-------------------|------|---------------|
| Sabor | T ₁ | 9.00 | 8.63 | S |
| Taza limpia | T ₁ | 9.00 | 6.62 | S |
| Dulzor | T ₆ y T ₁ | 7.00 y 8.00 | 3.26 | S |
| Cuerpo | T ₆ y T ₈ | 9.00 y 5.00 | 4.53 | S |
| Balance | T ₈ | 7.00 | 7.20 | NS |
| Aroma | T ₁ | 9.00 | 8.93 | S |
| Acidez | T ₁ | 8.50 | 8.62 | NS |
| Post gusto | T ₈ | 8.00 | 6.52 | S |
| General | T ₁ , T ₆ y T ₈ | 4.00, 5.50 y 8.50 | 3.99 | S |

- D
e
a

cuerto a los resultados obtenidos en la prueba Friedman el tratamiento que presenta las mejores características organolépticas es el T₁ (catarra de 10 minutos con 20 segundos), resultado que concuerda con los resultados y ponderaciones dadas por los catadores.

- Según la escala de Agtron el índice de color de un café tostado se encuentra en la clasificación medio con un puntaje de 55, encontrando a los mejores tratamientos T₁ y T₆ (catarra de minutos con 20 segundos y bourbón de 10 minutos con 20 segundos).

V. DISCUSIÓN

- Jaramillo y Ávila (2014), mencionan en su trabajo de investigación titulado “Influencia del Tiempo del Tostado en las características organolépticas del café (coffea arábica) Especial” que no existen diferencias significativas en las evaluaciones sensoriales realizadas, estos resultados difieren con el nuestro, tal vez sea por la variedad de café que utilizaron, el tipo y modelo del tostador, los intervalos de tiempos y la zona proveniente del café utilizado.
- En el cuadro 28 se observa los tratamientos sometidos a la prueba de Friedman para el atributo sabor donde T_1 (caturra) fue evaluado por los catadores como el mejor tratamiento; probablemente sea por el menor porcentaje de lípidos y cafeína que contiene la variedad caturra a diferencia de las variedades bourbón y catimor.
- En el cuadro 28 se observa los tratamientos sometidos a la prueba de Friedman para la taza limpia donde T_1 (caturra) fue evaluado por los catadores como el mejor tratamiento; donde taza limpia significa la cantidad mínima de defectos (caracolillos, broca), probablemente sea en la selección de granos y esta variedad presentó menor cantidad de defectos en la taza.
- En el cuadro 28 se observa los tres tratamientos sometidos a la prueba de Friedman para el atributo dulzor donde T_6 (bourbón) presenta el mayor puntaje, probablemente sea porque existe mayor porcentaje de sacarosa en su composición. Existen diferencias significativas entre los tratamientos T_8 (catimor) y T_1 (caturra).
- En el cuadro 28 se observa los tratamientos sometidos a la prueba de Friedman para el balance donde T_8 (catimor) presenta el mayor puntaje pero no existe significancia entre las tres muestras; según los catadores esta variedad presenta el mejor balance de todos los atributos en taza.
- En el cuadro 28 se observa los tratamientos sometidos a la prueba de Friedman para el atributo aroma donde existen diferencias significativas entre los tratamientos T_6 (Bourbón) y T_8 (catimor), probablemente sea por la cantidad de compuestos aromáticos existentes en el café que sobrepasan los 800, se determina la muestra con el mejor aroma por la

ponderación más alta según los catadores es el T₁ (caturrea 10 minutos con 20 segundos).

- En el cuadro 28 se observa los tratamientos sometidos a la prueba de Friedman para el atributo de acidez no existen diferencias significativas, la ponderación más alta tiene el T₁ (caturrea) probablemente sea por la cantidad de compuestos químicos responsables esto se debe al porcentaje de ácidos clorogénicos que contiene esta variedad 6,97% a diferencia del bourbón 7,37% y catimor 6,66% y ácidos cafeícos, si es poco o muy ácido se considera un defecto en la taza de café.
- En el cuadro 28 se observa los tratamientos sometidos a la prueba de Friedman para el post gusto en el café no existen diferencias significativas, teniendo como mejor tratamiento T₈ (catimor), para los catadores esta muestra es la mejor ya que el post gusto es la sensación aromática inicial en el interior de la garganta hasta que esa sensación cesa.
- En el cuadro 27 de acuerdo a la escala de Agtron el índice de color del café tostado se encuentran desde medianamente claro hasta medianamente oscuro con puntajes de 45 a 65 respectivamente, todos los tratamientos se encuentran dentro del rango establecido en la escala de Agtron.

VI. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos del presente trabajo de investigación se ha llegado a las siguientes conclusiones:

- Teniendo en cuenta los resultados de la evaluación organoléptica realizada por los catadores profesionales y sometidos la prueba Friedman se determinó el mejor tratamiento en la variedad caturra que fue el T₁ con un tiempo de 10 minutos con 20 segundos, el cual presentó las mejores características organolépticas en la variedad caturra.
- De acuerdo a los resultados obtenidos en la evaluación organoléptica realizada por los catadores y sometidos a la prueba Friedman se determinó los mejores tratamientos en la variedad bourbón que fue el T₆ con un tiempo de 11 minutos.
- Teniendo en cuenta los resultados de la evaluación organoléptica realizada por los catadores profesionales y sometidos la prueba Friedman se determinó el mejor tratamiento en la variedad catimor que fue el T₈ con un tiempo de 10 minutos con 40 segundos, el cual presentó las mejores características organolépticas en la variedad caturra.
- De acuerdo a los resultados obtenidos se concluye que el café que presenta mejores características organolépticas en taza es la variedad caturra en un tiempo de 10 minutos con 20 segundos.

VII. RECOMENDACIONES

- Debido que los equipos de la CAC Divisoria no cuentan con tecnología de punta se recomienda utilizar una tostadora automática para obtener un tostado uniforme y una balanza digital con mayor sensibilidad.
- Trabajar con más variedades del café ya que cada una de ellas presentan diferencias porcentuales en su composición química.
- Controlar estrictamente la humedad del café antes de tostarlo ya que las variaciones de humedad pueden causar un efecto adverso en las características organolépticas.
- La cata debe ser inmediata después de ser tostado el café porque el aroma se va desvaneciendo con el paso del tiempo

VIII. LITERATURA CITADA

8.1. BIBLIOGRAFÍA

- **Gómez, G. 1998.** Cultivo y beneficio del café. Editorial Camacho. Colombia. Pág. 12 – 13.
- **Fernández, J. 1988.** Origen e historia del Cultivo del café. Editorial Aedos. Pág. 06 – 07.
- **Puerta, G. 2011.** Composición química de una taza de café. Revista Marín. Colombia. Pág. 12 - 15.
- **Becker, K. 2002.** Características del café. Editorial Mundiprensa. España. Pág. 48 – 50
- **Acevedo, W. 1994.** Seminario regional sobre el mejoramiento de la calidad del café. San Pedro Sula – Honduras. Pág. 320
- **Monroing, M. 2004.** Especialización de catadores de café. Editorial Limusa. Estados Unidos. Pág. 110 – 120.
- **Barberá, A. 2007.** Características Organolépticas del Café. Revista El café y sus características. España. Pág. 8 – 10.
- **Tellez, P. 2005.** Proceso del café tostado. Revista Mundo del Café. Colombia. Pág. 10 – 12.
- **Bolivar, J. 2003.** El café y su proceso de tostado. Editorial Acribia. Zaragoza – España.
- **Jaramillo, H; y Ávila, L. 2014.** “Influencia del tiempo de tostado en las características organolépticas del café (coffea arábica) especial”. Tesis

Ing. Agroindustrial. Huánuco, Perú. Universidad Nacional Hermilio Valdizán.

8.2. WEBGRAFÍA

- COFENAC, Consejo Cafetalero Nacional.
www.cofenac.org/sector-cafetalero
- Agrotropical Colombia
www.agrotropicalco.com
- SCAA, disponible las tablas en la web
[http://www.coffeeinstitute.org/our-work/q-coffee-system-SCAA}](http://www.coffeeinstitute.org/our-work/q-coffee-system-SCAA)
- Grader , disponible las tablas en la web
www.scaa.org/page.grader/license
- CENICAFE, Col. 2009. Los catadores del café (en línea). Caldas, Col. Consultado 12 de mar. 2016. Disponible en
<http://infocafes.com/portal/wp-content/uploads/2015/12/av1.pdf>
- CENICAFE, Col. 2011. Composición química de una taza de café (en línea). Caldas, Col. Consultado 2 de abril. 2016. Disponible en
<http://www.cenicafe.org/es/publications/avt04142.pdf>
- Manual de Agtron. U.S.A. 1997. Coffe Roast Analyzer (en línea). U.S.A. Consultado 24 de may. 2016. Disponible en
<http://agtron.net/pdf/Mbas2om.pdf>

ANEXOS

ANEXO1

Formato de SCAA

| SAMPLE | ROAST COLOR | DESIGNATION | AROMA | DRY CRUST BREAK | PURITY | # MIXA-SCORE | DEFECT | TASA LIBRIA | CLEAN CUP | DULZURA | SWEETNESS | ACIDIZ | ACIDITY | CUERPO | BODY | SABOR | FLAVOR | POSTGUSTO | AFTERTASTE | BALANCE | GENERAL | OVERALL | TOTAL |
|--------|-------------|-------------|-------|-----------------|--------|--------------|--------|-------------|-----------|---------|-----------|--------|---------|--------|------|-------|--------|-----------|------------|---------|---------|---------|-------|
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 36 |
| 1.- | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 36 |
| 2.- | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 36 |
| 3.- | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 36 |
| 4.- | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 36 |
| 5.- | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 36 |
| 6.- | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 36 |
| 7.- | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 36 |

ANEXO 02

| Título: INFLUENCIA DEL TIEMPO DE TOSTADO EN LAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS EN TRES VARIETADES DIFERENTES DEL CAFÉ EN LA CIUDAD DE TINGO MARIA | | | | | | |
|--|--|--|---|---------------------------------------|---|---|
| PROBLEMA | OBJETIVOS | HIPOTESIS | VARIABLES | DIMENSION | INDICADORES | METODOLOGÍA |
| <p>GENERAL</p> <p>¿Cómo influirá el tiempo de tostado en las características organolépticas de tres variedades de Café (catarra, típica y bourbón) en la ciudad de Tingo María?</p> | <p>GENERAL</p> <p>Determinar la influencia del tostado en las características organolépticas de tres variedades de Café (típica, catarra y bourbon) en la ciudad de Tingo María.</p> | <p>GENERAL</p> <p>En la medida que optimicemos el proceso de tostado en el café se podrá determinar las mejores características organolépticas.</p> | <p>INDEPENDIENTE</p> <p>Proceso de tostado</p> | <p>Tiempo</p> | <p>-10 minutos + 20 Segundos</p> <p>-10 minutos + 40 segundos</p> <p>-11 minutos</p> | <p>Tipo de investigación: Aplicada</p> <p>Niveles de investigación: Correccional, Experimental</p> <p>Según su prolongación en el tiempo: Longitudinal o diacrónica.</p> |
| <p>ESPECIFICOS</p> <p>- ¿Cuál será el tiempo óptimo de tostado de la variedad catarra para obtener un Café con las mejores características organolépticas?</p> <p>-¿Cuál será el tiempo óptimo de tostado de la</p> | <p>ESPECIFICOS</p> <p>-Determinar el tiempo de tostado óptimo usando la variedad catarra para obtener un café con las mejores características organolépticas.</p> <p>-Determinar el tiempo de</p> | <p>ESPECIFICOS</p> <p>H1: Determinando el mejor tiempo de tostado de café de la variedad catarra podremos identificar qué tiempo presenta las características organolépticas más aceptables.</p> <p>H2: Determinando el mejor tiempo de tostado de café de la</p> | <p>DEPENDIENTE</p> <p>Características organolépticas</p> | <p>Características organolépticas</p> | <p>-Aroma</p> <p>-Taza Limpia</p> <p>-Dulzor</p> <p>-Sabor</p> <p>-Color</p> <p>-Acidez</p> <p>-Cuerpo</p> <p>-Post Gusto</p> <p>-Balance</p> | |

| | | | | | | |
|---|---|---|--|--|-----------------|--|
| <p>variedad típica para obtener un Café con las mejores características organolépticas?</p> <p>-¿Cuál será el tiempo óptimo de tostado de la variedad bourbon para obtener un Café con las mejores características organolépticas?</p> <p>-¿Cuál será la variedad con mejores características organolépticas?</p> | <p>tostado óptimo usando la variedad robusta para obtener un café con las mejores características organolépticas.</p> <p>-Determinar el tiempo de tostado óptimo usando la variedad bourbon para obtener un café con las mejores características organolépticas.</p> <p>-Determinar la variedad con las mejores características organolépticas.</p> | <p>variedad bourbón podremos identificar qué tiempo presenta las características organolépticas más aceptables.</p> <p>H3: Determinando el mejor tiempo de tostado de café de la variedad catimor podremos identificar qué tiempo presenta las características organolépticas más aceptables.</p> <p>H4: Si evaluamos las mejores características organolépticas de las tres variedades por separado podremos determinar la variedad con mejores características organolépticas para el café en taza.</p> | | | <p>-General</p> | |
|---|---|---|--|--|-----------------|--|

ANEXO 03
Resultados de Friedman

RESULTADOS DE LA VARIEDAD CATURRA

- Sabor**

Evaluación organoléptica del atributo SABOR del café tostado molido en la variedad caturra.

| TRATAMIENTOS | PANELISTAS | | |
|----------------|------------|----|----|
| | P1 | P2 | P3 |
| T ₁ | 7 | 6 | 6 |
| T ₂ | 4 | 4 | 5 |
| T ₃ | 5 | 4 | 5 |

¿Existen diferencias significativas en el atributo SABOR en el café con diferentes tiempos de tostado en diferentes variedades?

H₀: El café con diferentes tiempos de tostado en diferentes variedades presenta el mismo atributo de SABOR

$$H_0 = \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = 0$$

H₁: Al menos uno de los tratamientos es diferente en el atributo SABOR

$$H_1 : \text{al menos } t_i \neq 0$$

Solución:

Se asigna 1 a la observación más pequeña, 2 a la segunda y así sucesivamente hasta la más grande de las *k* observaciones. En caso de empate se utiliza la media de los rangos correspondientes.

| TRATAMIENTOS | PANELISTAS | | | R _i |
|----------------|------------|----------|----------|----------------|
| | P1 | P2 | P3 | |
| T ₁ | 3 | 3 | 3 | 9.00 |
| T ₂ | 1 | 1.5 | 1.5 | 4.00 |
| T ₃ | 2 | 1.5 | 1.5 | 5.00 |
| | <u>6</u> | <u>6</u> | <u>6</u> | |

La suma de cada bloque de panelistas debe ser iguales

k = 3 Tratamientos

b = 3 Panelistas

$$A = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^b [R(X_{ij})]^2 = 48.5$$

$$B = \frac{1}{b} \sum_{i=1}^k R_i^2 = 40.66666667$$

$$T = \frac{(k-1) \left[bB - \frac{b^2 k(k+1)^2}{4} \right]}{A - \frac{b k(k+1)^2}{4}} = 2.24$$

El valor de la tabla Chi cuadrada con $\alpha = 0.05$ y $gl = 2$ es $X_{(0.05, 2)} = 0,103$ Como el estadístico de la prueba resulta mayor que el valor de tabla se rechaza la H_0 y se concluye que existe suficiente evidencia estadística para aceptar que al menos uno de los tratamientos presenta diferente Sabor.

Como la hipótesis nula es rechazada, se dirá que los tratamientos i y j **no** difieren significativamente.

$$|R_i - R_j| > t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} \sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}}$$

$$t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} = t_{(0.025, 16)} = 2.3$$

$$\sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}} = 3.4$$

$$t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} \sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}}$$

| Tratamientos Comparados | $ R_i - R_j $ | Significancia |
|-------------------------|---------------|---------------|
| T_1 Y T_2 | 5.00 | NS |
| T_1 Y T_3 | 4.00 | NS |
| T_2 Y T_3 | 9.00 | NS |

Como $5,00 < 7,904$ NO EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos
 Como $4,00 < 7,904$ NO EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos
 Como $9,00 > 7,904$ EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos

Ordenar de mayor a menor los totales

| Tratamientos Comparados | R_i | Significancia | |
|-------------------------|-------|---------------|---|
| T_1 | 9.00 | a | |
| T_3 | 5.00 | a | |
| T_2 | 4.00 | | b |

- **Taza limpia**

Evaluación organoléptica del atributo TAZA LIMPIA del café tostado molido en la variedad caturra.

| TRATAMIENTOS | PANELISTAS | | |
|----------------|------------|----|----|
| | P1 | P2 | P3 |
| T ₁ | 5 | 5 | 5 |
| T ₂ | 5 | 4 | 4 |
| T ₃ | 4 | 4 | 4 |

¿Existen diferencias significativas en el atributo TAZA LIMPIA en el café con diferentes tiempos de tostado en diferentes variedades?

H₀: El café con diferentes tiempos de tostado en diferentes variedades presenta el mismo atributo de TAZA LIMPIA

$$H_0 = \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = 0$$

H₁: Al menos uno de los tratamientos es diferente en el atributo TAZA LIMPIA

$$H_1: \text{al menos } t_i \neq 0$$

Solución:

Se asigna 1 a la observación más pequeña, 2 a la segunda y así sucesivamente hasta la más grande de las *k* observaciones. En caso de empate se utiliza la media de los rangos correspondientes.

| TRATAMIENTOS | PANELISTAS | | | R _i |
|----------------|------------|----------|----------|----------------|
| | P1 | P2 | P3 | |
| T ₁ | 2.5 | 3 | 3 | 8.50 |
| T ₂ | 2.5 | 1.5 | 1.5 | 5.50 |
| T ₃ | 1 | 1.5 | 1.5 | 4.00 |
| | <u>6</u> | <u>6</u> | <u>6</u> | |

La suma de cada bloque de panelistas debe ser iguales

$$k = 3 \quad \text{Tratamientos}$$

$$b = 3 \quad \text{Panelistas}$$

$$A = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^b [R(X_{ij})]^2 = 49.5$$

$$B = \frac{1}{b} \sum_{i=1}^k R_i^2 = 39.5$$

$$T = \frac{(k-1) \left[bB - \frac{b^2 k (k+1)^2}{4} \right]}{A - \frac{b k (k+1)^2}{4}} = 1.5555556$$

El valor de la tabla Chi cuadrada con $\alpha = 0.05$ y $gl = 8$ es $X_{(0.05, 2)} = 0,103$ Como el estadístico de la prueba resulta mayor que el valor de tabla se rechaza la H_0 y se concluye que existe suficiente evidencia estadística para aceptar que al menos uno de los tratamientos presenta diferente Taza Limpia.

Como la hipótesis nula es rechazada, se dirá que los tratamientos i y j **no** difieren significativamente.

$$|R_i - R_j| > t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} \sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}}$$

$$t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} = t_{(0.025, 16)} = 2.3$$

$$\sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}} = 3.87298335$$

$$t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} \sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}} = 8.9310996$$

| Tratamientos Comparados | $ R_i - R_j $ | Significancia |
|-------------------------|---------------|---------------|
| T_1 Y T_2 | 3.00 | NS |
| T_1 Y T_3 | 4.50 | NS |
| T_2 Y T_3 | 8.50 | NS |

Como $3,00 < 8.9310996$ NO EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos

Como $4,50 < 8.9310996$ NO EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos

Como $8,50 > 8.9310996$ NO EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos

Ordenar de mayor a menor los totales

| Tratamientos Comparados | R_i | Significancia |
|-------------------------|-------|---------------|
| T_1 | 8.50 | a |
| T_2 | 5.50 | a |
| T_3 | 4.00 | a |

- **Dulzor**

Evaluación organoléptica del atributo DULZOR del café tostado molido en la variedad caturra.

| TRATAMIENTOS | PANELISTAS | | |
|----------------|------------|----|----|
| | P1 | P2 | P3 |
| T ₁ | 5 | 5 | 4 |
| T ₂ | 4 | 3 | 3 |
| T ₃ | 3 | 3 | 4 |

¿Existen diferencias significativas en el atributo DULZOR en el café con diferentes tiempos de tostado en diferentes variedades?

H₀: El Café con diferentes tiempos de tostado en diferentes variedades presenta el mismo atributo de DULZOR

$$H_0 = \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = 0$$

H₁: Al menos uno de los tratamientos es diferente en el atributo DULZOR

H₁: al menos t_i ≠ 0

Solución:

Se asigna 1 a la observación más pequeña, 2 a la segunda y así sucesivamente hasta la más grande de las k observaciones. En caso de empate se utiliza la media de los rangos correspondientes.

| TRATAMIENTOS | PANELISTAS | | | R _i |
|----------------|------------|----------|----------|----------------|
| | P1 | P2 | P3 | |
| T ₁ | 3 | 3 | 2.5 | 8.50 |
| T ₂ | 2 | 1.5 | 1 | 4.50 |
| T ₃ | 1 | 1.5 | 2.5 | 5.00 |
| | <u>6</u> | <u>6</u> | <u>6</u> | |

La suma de cada bloque de panelistas debe ser iguales

$$k = 3 \quad \text{Tratamientos}$$

$$b = 3 \quad \text{Panelistas}$$

$$A = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^b [R(X_{ij})]^2 = 50$$

$$B = \frac{1}{b} \sum_{i=1}^k R_i^2 = 39.1666666667$$

$$T = \frac{(k-1) \left[bB - \frac{b^2 k (k+1)^2}{4} \right]}{A - \frac{b k (k+1)^2}{4}} = 1.357142857$$

El valor de la tabla Chi cuadrada con $\alpha = 0.05$ y $gl = 8$ es $X_{(0.05, 2)} = 0,103$ Como el estadístico de la prueba resulta mayor que el valor de tabla se rechaza la H_0 y se concluye que existe suficiente evidencia estadística para aceptar que al menos uno de los tratamientos presenta diferente Dulzor.

Como la hipótesis nula es rechazada, se dirá que los tratamientos i y j **no** difieren significativamente.

$$|R_i - R_j| > t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} \sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}}$$

$$t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} = t_{(0.025, 16)} = 2.306$$

$$\sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}} = 4.031129$$

$$t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} \sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}} = 9.295783$$

| Tratamientos Comparados | $ R_i - R_j $ | Significancia |
|-------------------------|---------------|---------------|
| T_1 Y T_2 | 4.00 | NS |
| T_1 Y T_3 | 3.50 | NS |
| T_2 Y T_3 | 8.50 | NS |

Como $4,00 < 9,2957832$ NO EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos

Como $3,50 < 9,2957832$ NO EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos

Como $8,50 < 9,2957832$ NO EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos

Ordenar de mayor a menor los totales

| Tratamientos Comparados | R_i | Significancia |
|-------------------------|-------|---------------|
| T_1 | 8.50 | a |
| T_3 | 5.00 | a |
| T_2 | 4.00 | a |

- **Cuerpo**

Evaluación organoléptica del atributo CUERPO del café tostado molido en la variedad caturra.

| TRATAMIENTOS | PANELISTAS | | |
|----------------|------------|----|----|
| | P1 | P2 | P3 |
| T ₁ | 4 | 4 | 4 |
| T ₂ | 4 | 3 | 3 |
| T ₃ | 4 | 3 | 4 |

¿Existen diferencias significativas en el atributo CUERPO en el café con diferentes tiempos de tostado en diferentes variedades?

H₀: El Café con diferentes tiempos de tostado en diferentes variedades presenta el mismo atributo de CUERPO

$$H_0 = \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = 0$$

H₁: Al menos uno de los tratamientos es diferente en el atributo CUERPO

$$H_1: \text{al menos } t_i \neq 0$$

Solución:

Se asigna 1 a la observación más pequeña, 2 a la segunda y así sucesivamente hasta la más grande de las *k* observaciones. En caso de empate se utiliza la media de los rangos correspondientes.

| RATAMIENTOS | PANELISTAS | | | R _i |
|----------------|------------|----------|----------|----------------|
| | P1 | P2 | P3 | |
| T ₁ | 2 | 3 | 2.5 | 7.50 |
| T ₂ | 2 | 1.5 | 1 | 4.50 |
| T ₃ | 2 | 1.5 | 2.5 | 6.00 |
| | <u>6</u> | <u>6</u> | <u>6</u> | |

La suma de cada bloque de panelistas debe ser iguales

$$k = 3 \quad \text{Tratamientos}$$

$$b = 3 \quad \text{Panelistas}$$

$$A = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^b [R(X_{ij})]^2 = 48$$

$$B = \frac{1}{b} \sum_{i=1}^k R_i^2 = 37.5$$

$$T = \frac{(k-1) \left[bB - \frac{b^2 k (k+1)^2}{4} \right]}{A - \frac{b k (k+1)^2}{4}} = 0.75$$

El valor de la tabla Chi cuadrada con $\alpha = 0.05$ y $gl = 8$ es $X_{(0.05, 2)} = 0,103$ Como el estadístico de la prueba resulta mayor que el valor de tabla se rechaza la H_0 y se concluye que existe suficiente evidencia estadística para aceptar que al menos uno de los tratamientos presenta diferente Dulzor.

Como la hipótesis nula es rechazada, se dirá que los tratamientos i y j **no** difieren significativamente.

$$|R_i - R_j| > t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} \sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}}$$

$$t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} = t_{(0.025, 16)} = 2.306$$

$$\sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}} = 3.96863$$

$$t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} \sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}} = 9.15165$$

| Tratamientos Comparados | $ R_i - R_j $ | Significancia |
|-------------------------|---------------|---------------|
| T_1 Y T_2 | 3.00 | NS |
| T_1 Y T_3 | 1.50 | NS |
| T_2 Y T_3 | 7.50 | NS |

Como $4,00 < 9.15165$ NO EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos
 Como $3,50 < 9.15165$ NO EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos
 Como $8,50 < 9.15165$ NO EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos

Ordenar de mayor a menor los totales

| Tratamientos Comparados | R_i | Significancia |
|-------------------------|-------|---------------|
| T_1 | 7.50 | a |
| T_3 | 6.00 | a |
| T_2 | 4.50 | a |

- **Balance**

Evaluación organoléptica del atributo BALANCE del café tostado molido en la variedad caturra.

| TRATAMIENTOS | PANELISTAS | | |
|----------------|------------|----|----|
| | P1 | P2 | P3 |
| T ₁ | 5 | 5 | 5 |
| T ₂ | 5 | 4 | 5 |
| T ₃ | 5 | 3 | 4 |

¿Existen diferencias significativas en el atributo BALANCE en el café con diferentes tiempos de tostado en diferentes variedades?

H₀: El café con diferentes tiempos de tostado en diferentes variedades presenta el mismo atributo de BALANCE

$$H_0 = \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = 0$$

H₁: Al menos uno de los tratamientos es diferente en el atributo BALANCE

H₁: al menos t_i ≠ 0

Solución:

Se asigna 1 a la observación más pequeña, 2 a la segunda y así sucesivamente hasta la más grande de las k observaciones. En caso de empate se utiliza la media de los rangos correspondientes.

| TRATAMIENTOS | PANELISTAS | | | R _i |
|----------------|------------|----------|----------|----------------|
| | P1 | P2 | P3 | |
| T ₁ | 2 | 3 | 2.5 | 7.50 |
| T ₂ | 2 | 2 | 2.5 | 6.50 |
| T ₃ | 2 | 1 | 1 | 4.00 |
| | <u>6</u> | <u>6</u> | <u>6</u> | |

La suma de cada bloque de panelistas debe ser iguales

k = 3 Tratamientos

b = 3 Panelistas

$$A = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^b [R(X_{ij})]^2 = 48.5$$

$$B = \frac{1}{b} \sum_{i=1}^k R_i^2 = 38.16666667$$

$$T = \frac{(k-1) \left[bB - \frac{b^2 k (k+1)^2}{4} \right]}{A - \frac{b k (k+1)^2}{4}} = 1.04$$

El valor de la tabla Chi cuadrada con $\alpha = 0.05$ y $gl = 8$ es $X_{(0.05, 2)} = 0,103$ Como el estadístico de la prueba resulta mayor que el valor de tabla se rechaza la H_0 y se concluye que existe suficiente evidencia estadística para aceptar que al menos uno de los tratamientos presenta diferente Balance.

Como la hipótesis nula es rechazada, se dirá que los tratamientos i y j **no** difieren significativamente.

$$|R_i - R_j| > t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} \sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}}$$

$$t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} = t_{(0.025, 16)} = 2.306$$

$$\sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}} = 3.937004$$

$$t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} \sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}} = 9.078731$$

| Tratamientos Comparados | $ R_i - R_j $ | Significancia |
|-------------------------|---------------|---------------|
| T_1 Y T_2 | 1.00 | NS |
| T_1 Y T_3 | 3.50 | NS |
| T_2 Y T_3 | 7.50 | NS |

Como $1.0 < 9.07873108$ NO EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos
 Como $3.5 < 9.07873108$ NO EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos
 Como $7.5 < 9.07873108$ NO EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos

Ordenar de mayor a menor los totales

| Tratamientos Comparados | R_i | Significancia |
|-------------------------|-------|---------------|
| T_1 | 7.50 | a |
| T_2 | 6.50 | a |
| T_3 | 4.00 | a |

- **Aroma**

Evaluación organoléptica del atributo AROMA del café tostado molido en la variedad caturra.

| TRATAMIENTOS | PANELISTAS | | |
|----------------|------------|----|----|
| | P1 | P2 | P3 |
| T ₁ | 6 | 7 | 7 |
| T ₂ | 6 | 3 | 5 |
| T ₃ | 4 | 5 | 5 |

¿Existen diferencias significativas en el atributo AROMA en el café con diferentes tiempos de tostado en diferentes variedades?

H₀: El café con diferentes tiempos de tostado en diferentes variedades presenta el mismo atributo de AROMA

$$H_0 = \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = 0$$

H₁: Al menos uno de los tratamientos es diferente en el atributo AROMA

H₁: al menos t_i ≠ 0

Solución:

Se asigna 1 a la observación más pequeña, 2 a la segunda y así sucesivamente hasta la más grande de las *k* observaciones. En caso de empate se utiliza la media de los rangos correspondientes.

| TRATAMIENTOS | PANELISTAS | | | R _i |
|----------------|------------|----------|----------|----------------|
| | P1 | P2 | P3 | |
| T ₁ | 2.5 | 3 | 3 | 8.50 |
| T ₂ | 2.5 | 1 | 1.5 | 5.0 |
| T ₃ | 1 | 2 | 1.5 | 4.50 |
| | <u>6</u> | <u>6</u> | <u>6</u> | |

La suma de cada bloque de panelistas debe ser iguales

$$k = 3 \text{ Tratamientos}$$

$$b = 3 \text{ Panelistas}$$

$$A = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^b [R(X_{ij})]^2 = 50$$

$$B = \frac{1}{b} \sum_{i=1}^k R_i^2 = 39.16666667$$

$$T = \frac{(k-1) \left[bB - \frac{b^2 k (k+1)^2}{4} \right]}{A - \frac{b k (k+1)^2}{4}} = 1.357142857$$

El valor de la tabla Chi cuadrada con $\alpha = 0.05$ y $gl = 8$ es $X_{(0.05, 2)} = 0,103$ Como el estadístico de la prueba resulta mayor que el valor de tabla se rechaza la H_0 y se concluye que existe suficiente evidencia estadística para aceptar que al menos uno de los tratamientos presenta diferente AROMA.

Como la hipótesis nula es rechazada, se dirá que los tratamientos i y j **no** difieren significativamente.

$$|R_i - R_j| > t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} \sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}}$$

$$t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} = t_{(0.025, 16)} = 2.306$$

$$\sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}} = 4.031129$$

$$t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} \sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}} = 9.295783$$

| Tratamientos Comparados | $ R_i - R_j $ | Significancia |
|-------------------------|---------------|---------------|
| T_1 Y T_2 | 3.50 | NS |
| T_1 Y T_3 | 4.00 | NS |
| T_2 Y T_3 | 8.50 | NS |

Como $3,50 < 9.295783$ NO EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos

Como $4,00 < 9.295783$ NO EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos

Como $8.50 > 9.295783$ NO EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos

Ordenar de mayor a menor los totales

| Tratamientos Comparados | R_i | Significancia |
|-------------------------|-------|---------------|
| T_1 | 8.50 | a |
| T_2 | 5.00 | a |
| T_3 | 4.00 | a |

- **Acidez**

Evaluación organoléptica del atributo ACIDEZ del café tostado molido en la variedad caturra.

| TRATAMIENTOS | PANELISTAS | | |
|----------------|------------|----|----|
| | P1 | P2 | P3 |
| T ₁ | 6 | 6 | 6 |
| T ₂ | 5 | 5 | 6 |
| T ₃ | 6 | 5 | 6 |

¿Existen diferencias significativas en el atributo ACIDEZ en el café con diferentes tiempos de tostado en diferentes variedades?

H₀: El Café con diferentes tiempos de tostado en diferentes variedades presenta el mismo atributo de ACIDEZ

$$H_0 = \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = 0$$

H₁: Al menos uno de los tratamientos es diferente en el atributo ACIDEZ

$$H_1: \text{al menos } t_i \neq 0$$

Solución:

Se asigna 1 a la observación más pequeña, 2 a la segunda y así sucesivamente hasta la más grande de las *k* observaciones. En caso de empate se utiliza la media de los rangos correspondientes.

| TRATAMIENTOS | PANELISTAS | | | R _i |
|----------------|------------|----------|----------|----------------|
| | P1 | P2 | P3 | |
| T ₁ | 2.5 | 3 | 2 | 7.50 |
| T ₂ | 1 | 1.5 | 2 | 4.50 |
| T ₃ | 2.5 | 1.5 | 2 | 6.00 |
| | <u>6</u> | <u>6</u> | <u>6</u> | |

La suma de cada bloque de panelistas debe ser iguales

| | |
|-------|--------------|
| k = 3 | Tratamientos |
| b = 3 | Panelistas |

$$A = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^b [R(X_{ij})]^2 = 45.25$$

$$B = \frac{1}{b} \sum_{i=1}^k R_i^2 = 36.5$$

$$T = \frac{(k-1) \left[bB - \frac{b^2 k (k+1)^2}{4} \right]}{A - \frac{b k (k+1)^2}{4}} = 0.324324324$$

El valor de la tabla Chi cuadrada con $\alpha = 0.05$ y $gl = 2$ es $X_{(0.05, 2)} = 0,103$ Como el estadístico de la prueba resulta mayor que el valor de tabla se rechaza la H_0 y se concluye que existe suficiente evidencia estadística para aceptar que al menos uno de los tratamientos presenta diferente POST GUSTO.

Como la hipótesis nula es rechazada, se dirá que los tratamientos i y j **no** difieren significativamente.

$$|R_i - R_j| > t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} \sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}}$$

$$t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} = t_{(0.025, 16)} = 2.306$$

$$\sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}} = 3.62284419$$

$$t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} \sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}} = 8.35427869$$

| Tratamientos Comparados | $ R_i - R_j $ | Significancia |
|-------------------------|---------------|---------------|
| T_1 Y T_2 | 1.00 | NS |
| T_1 Y T_3 | 1.50 | NS |
| T_2 Y T_3 | 7.00 | NS |

Como $1.0 < 8.35427869$ NO EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos
 Como $3.5 < 8.35427869$ NO EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos
 Como $7.5 < 8.35427869$ NO EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos

Ordenar de mayor a menor los totales

| Tratamientos Comparados | R_i | Significancia |
|-------------------------|-------|---------------|
| T_1 | 7.00 | a |
| T_3 | 6.00 | a |
| T_2 | 4.50 | a |

- **Post gusto**

Evaluación organoléptica del atributo POST GUSTO del café tostado molido en la variedad caturra.

| TRATAMIENTOS | PANELISTAS | | |
|----------------|------------|----|----|
| | P1 | P2 | P3 |
| T ₁ | 4 | 4 | 5 |
| T ₂ | 4 | 4 | 4 |
| T ₃ | 4 | 3 | 5 |

¿Existen diferencias significativas en el atributo POST GUSTO en el café con diferentes tiempos de tostado en diferentes variedades?

H₀: El Café con diferentes tiempos de tostado en diferentes variedades presenta el mismo atributo de POST GUSTO

$$H_0 = \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = 0$$

H₁: Al menos uno de los tratamientos es diferente en el atributo POST GUSTO

$$H_1: \text{al menos } t_i \neq 0$$

Solución:

Se asigna 1 a la observación más pequeña, 2 a la segunda y así sucesivamente hasta la más grande de las *k* observaciones. En caso de empate se utiliza la media de los rangos correspondientes.

| TRATAMIENTOS | PANELISTAS | | | R _i |
|----------------|------------|----------|----------|----------------|
| | P1 | P2 | P3 | |
| T ₁ | 2 | 2.5 | 2.5 | 7.00 |
| T ₂ | 2 | 2.5 | 1 | 5.50 |
| T ₃ | 2 | 1 | 2.5 | 5.50 |
| | <u>6</u> | <u>6</u> | <u>6</u> | |

La suma de cada bloque de panelistas debe ser iguales

k = 3 Tratamientos

b = 3 Panelistas

$$A = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^b [R(X_{ij})]^2 = 45.25$$

$$B = \frac{1}{b} \sum_{i=1}^k R_i^2 = 36.5$$

$$T = \frac{(k-1) \left[bB - \frac{b^2 k (k+1)^2}{4} \right]}{A - \frac{b k (k+1)^2}{4}} = 0.324324324$$

El valor de la tabla Chi cuadrada con $\alpha = 0.05$ y $gl = 2$ es $X_{(0.05, 2)} = 0,103$ Como el estadístico de la prueba resulta mayor que el valor de tabla se rechaza la H_0 y se concluye que existe suficiente evidencia estadística para aceptar que al menos uno de los tratamientos presenta diferente POST GUSTO.

Como la hipótesis nula es rechazada, se dirá que los tratamientos i y j **no** difieren significativamente.

$$|R_i - R_j| > t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} \sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}}$$

$$t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} = t_{(0.025, 16)} = 2.306$$

$$\sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}} = 3.62284419$$

$$t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} \sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}} = 8.35427869$$

| Tratamientos Comparados | $ R_i - R_j $ | Significancia |
|-------------------------|---------------|---------------|
| T_1 Y T_2 | 1.00 | NS |
| T_1 Y T_3 | 1.50 | NS |
| T_2 Y T_3 | 7.00 | NS |

Como $1.0 < 8.35427869$ NO EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos
 Como $3.5 < 8.35427869$ NO EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos
 Como $7.5 < 8.35427869$ NO EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos

Ordenar de mayor a menor los totales

| Tratamientos Comparados | R_i | Significancia |
|-------------------------|-------|---------------|
| T_1 | 7.00 | a |
| T_2 | 5.50 | a |
| T_3 | 5.50 | a |

- **General**

Evaluación organoléptica del atributo GENERAL del café tostado molido en la variedad caturra.

| TRATAMIENTOS | PANELISTAS | | |
|----------------|------------|----|----|
| | P1 | P2 | P3 |
| T ₁ | 5 | 5 | 5 |
| T ₂ | 5 | 4 | 5 |
| T ₃ | 5 | 4 | 5 |

¿Existen diferencias significativas en el atributo GENERAL en el café con diferentes tiempos de tostado en diferentes variedades?

H₀: El Café con diferentes tiempos de tostado en diferentes variedades presenta el mismo atributo de GENERAL

$$H_0 = \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = 0$$

H₁: Al menos uno de los tratamientos es diferente en el atributo GENERAL

$$H_1: \text{al menos } t_i \neq 0$$

Solución:

Se asigna 1 a la observación más pequeña, 2 a la segunda y así sucesivamente hasta la más grande de las *k* observaciones. En caso de empate se utiliza la media de los rangos correspondientes.

| TRATAMIENTOS | PANELISTAS | | | R _i |
|----------------|------------|----------|----------|----------------|
| | P1 | P2 | P3 | |
| T ₁ | 2 | 3 | 2 | 7.00 |
| T ₂ | 2 | 1.5 | 2 | 5.50 |
| T ₃ | 2 | 1.5 | 2 | 5.50 |
| | <u>6</u> | <u>6</u> | <u>6</u> | |

La suma de cada bloque de panelistas debe ser iguales

$$k = 3 \quad \text{Tratamientos}$$

$$b = 3 \quad \text{Panelistas}$$

$$A = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^b [R(X_{ij})]^2 = 46.5$$

$$B = \frac{1}{b} \sum_{i=1}^k R_i^2 = 36.5$$

$$T = \frac{(k-1) \left[bB - \frac{b^2 k(k+1)^2}{4} \right]}{A - \frac{b k(k+1)^2}{4}} = 0.285714286$$

El valor de la tabla Chi cuadrada con $\alpha = 0.05$ y $gl = 2$ es $X_{(0.05, 2)} = 0,103$ Como el estadístico de la prueba resulta mayor que el valor de tabla se rechaza la H_0 y se concluye que existe suficiente evidencia estadística para aceptar que al menos uno de los tratamientos presenta diferente POST GUSTO.

Como la hipótesis nula es rechazada, se dirá que los tratamientos i y j **no** difieren significativamente.

$$|R_i - R_j| > t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} \sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}}$$

$$t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} = t_{(0.025, 16)} = 2.306$$

$$\sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}} = 3.8729833$$

$$t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} \sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}} = 8.9311$$

| Tratamientos Comparados | $ R_i - R_j $ | Significancia |
|-------------------------|---------------|---------------|
| T_1 Y T_2 | 1.50 | NS |
| T_1 Y T_3 | 1.50 | NS |
| T_2 Y T_3 | 7.00 | NS |

Como $1.5 < 8.9311$ NO EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos

Como $1.5 < 8.9311$ NO EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos

Como $7.00 < 8.9311$ NO EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos

Ordenar de mayor a menor los totales

| Tratamientos Comparados | R_i | Significancia |
|-------------------------|-------|---------------|
| T_1 | 7.00 | a |
| T_3 | 5.50 | a |
| T_2 | 5.50 | a |

RESULTADOS DE LA VARIEDAD BOURBÓN

- Sabor

Evaluación organoléptica del atributo SABOR del café tostado molido en la variedad Bourbon.

| TRATAMIENTOS | PANELISTAS | | |
|----------------|------------|----|----|
| | P1 | P2 | P3 |
| T ₄ | 4 | 3 | 5 |
| T ₅ | 5 | 4 | 5 |
| T ₆ | 5 | 4 | 5 |

¿Existen diferencias significativas en el atributo SABOR en el café con diferentes tiempos de tostado en diferentes variedades?

H₀: El Café con diferentes tiempos de tostado en diferentes variedades presenta el mismo atributo de SABOR

$$H_0 = \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = 0$$

H₁: Al menos uno de los tratamientos es diferente en el atributo SABOR

$$H_1: \text{al menos } t_i \neq 0$$

Solución:

Se asigna 1 a la observación más pequeña, 2 a la segunda y así sucesivamente hasta la más grande de las *k* observaciones. En caso de empate se utiliza la media de los rangos correspondientes.

| TRATAMIENTOS | PANELISTAS | | | R _i |
|----------------|------------|----------|----------|----------------|
| | P1 | P2 | P3 | |
| T ₄ | 1.5 | 1 | 2.5 | 5.00 |
| T ₅ | 3 | 3 | 1 | 7.00 |
| T ₆ | 1.5 | 2 | 2.5 | 6.00 |
| | <u>6</u> | <u>6</u> | <u>6</u> | |

La suma de cada bloque de panelistas debe ser iguales

$$k = 3 \quad \text{Tratamientos}$$

$$b = 3 \quad \text{Panelistas}$$

$$A = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^b [R(X_{ij})]^2 = 42$$

$$B = \frac{1}{b} \sum_{i=1}^k R_i^2 = 36.6667$$

$$T = \frac{(k-1) \left[bB - \frac{b^2 k (k+1)^2}{4} \right]}{A - \frac{b k (k+1)^2}{4}} = 0.66667$$

El valor de la tabla Chi cuadrada con $\alpha = 0.05$ y $gl = 2$ es $X_{(0.05, 2)} = 0,103$ Como el estadístico de la prueba resulta mayor que el valor de tabla se rechaza la H_0 y se concluye que existe suficiente evidencia estadística para aceptar que al menos uno de los tratamientos presenta diferente AROMA.

Como la hipótesis nula es rechazada, se dirá que los tratamientos i y j **no** difieren significativamente.

$$|R_i - R_j| > t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} \sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}}$$

$$t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} = t_{(0.025, 16)} = 2.3$$

$$\sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}} = 2.8$$

$$t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} \sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}} = 6.5$$

| Tratamientos Comparados | $ R_i - R_j $ | Significancia |
|-------------------------|---------------|---------------|
| T_4 Y T_5 | 2.00 | NS |
| T_4 Y T_6 | 1.00 | NS |
| T_5 Y T_6 | 5.00 | NS |

Como $2.0 < 6.52$ NO EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos

Como $1.0 < 6.5211$ NO EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos

Como $5.00 < 6.52$ NO EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos

Ordenar de mayor a menor los totales

| Tratamientos Comparados | R_i | Significancia |
|-------------------------|-------|---------------|
| T_5 | 7.00 | a |
| T_6 | 6.00 | a |
| T_4 | 5.00 | a |

- Taza limpia

Evaluación organoléptica del atributo TAZA LIMPIA del café tostado molido en la variedad Bourbon.

| TRATAMIENTOS | PANELISTAS | | |
|----------------|------------|----|----|
| | P1 | P2 | P3 |
| T ₄ | 4 | 3 | 5 |
| T ₅ | 5 | 5 | 4 |
| T ₆ | 7 | 5 | 5 |

¿Existen diferencias significativas en el atributo TAZA LIMPIA en el café con diferentes tiempos de tostado en diferentes variedades?

H₀: El Café con diferentes tiempos de tostado en diferentes variedades presenta el mismo atributo de TAZA LIMPIA

$$H_0 = \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = 0$$

H₁: Al menos uno de los tratamientos es diferente en el atributo TAZA LIMPIA

$$H_1: \text{al menos } t_i \neq 0$$

Solución:

Se asigna 1 a la observación más pequeña, 2 a la segunda y así sucesivamente hasta la más grande de las *k* observaciones. En caso de empate se utiliza la media de los rangos correspondientes.

| TRATAMIENTOS | PANELISTAS | | | R _i |
|----------------|------------|----------|----------|----------------|
| | P1 | P2 | P3 | |
| T ₄ | 1 | 1 | 2.5 | 4.50 |
| T ₅ | 2 | 2.5 | 1 | 5.50 |
| T ₆ | 3 | 2.5 | 2.5 | 8.00 |
| | <u>6</u> | <u>6</u> | <u>6</u> | |

La suma de cada bloque de panelistas debe ser iguales

k = 3 Tratamientos

b = 3 Panelistas

$$A = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^b [R(X_{ij})]^2 = 42$$

$$B = \frac{1}{b} \sum_{i=1}^k R_i^2 = 38.16666667$$

$$T = \frac{(k-1) \left[bB - \frac{b^2 k (k+1)^2}{4} \right]}{A - \frac{b k (k+1)^2}{4}} = 2.16666667$$

El valor de la tabla Chi cuadrada con $\alpha = 0.05$ y $gl = 2$ es $X_{(0.05, 2)} = 0,103$ Como el estadístico de la prueba resulta mayor que el valor de tabla se rechaza la H_0 y se concluye que existe suficiente evidencia estadística para aceptar que al menos uno de los tratamientos presenta diferente TAZA LIMPIA.

Como la hipótesis nula es rechazada, se dirá que los tratamientos i y j **no** difieren significativamente.

$$|R_i - R_j| > t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} \sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}}$$

$$t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} = t_{(0.025, 16)} = 2.306$$

$$\sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}} = 2.3979158$$

$$t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} \sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}} = 5.5295937$$

| Tratamientos Comparados | $ R_i - R_j $ | Significancia |
|---------------------------------|---------------|---------------|
| T ₄ Y T ₅ | 1.00 | NS |
| T ₄ Y T ₆ | 3.50 | NS |
| T ₅ Y T ₆ | 4.50 | NS |

Como $1.0 < 5.5295937$ NO EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos

Como $3.5 < 5.5295937$ NO EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos

Como $4.5 < 5.5295937$ NO EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos

Ordenar de mayor a menor los totales

| Tratamientos Comparados | R_i | Significancia |
|-------------------------|-------|---------------|
| T ₆ | 8.00 | a |
| T ₅ | 5.50 | a |
| T ₄ | 4.50 | a |

- **Dulzor**

Evaluación organoléptica del atributo DULZOR del café tostado molido en la variedad Bourbon.

| TRATAMIENTOS | PANELISTAS | | |
|----------------|------------|----|----|
| | P1 | P2 | P3 |
| T ₄ | 5 | 4 | 5 |
| T ₅ | 6 | 5 | 6 |
| T ₆ | 7 | 6 | 6 |

¿Existen diferencias significativas en el atributo DULZOR en el café con diferentes tiempos de tostado en diferentes variedades?

H₀: El Café con diferentes tiempos de tostado en diferentes variedades presenta el mismo atributo de DULZOR

$$H_0 = \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = 0$$

H₁: Al menos uno de los tratamientos es diferente en el atributo DULZOR

$$H_1: \text{al menos } t_i \neq 0$$

Solución:

Se asigna 1 a la observación más pequeña, 2 a la segunda y así sucesivamente hasta la más grande de las *k* observaciones. En caso de empate se utiliza la media de los rangos correspondientes.

| TRATAMIENTOS | PANELISTAS | | | R _i |
|----------------|------------|----------|----------|----------------|
| | P1 | P2 | P3 | |
| T ₄ | 1 | 1 | 1 | 3.00 |
| T ₅ | 2 | 2 | 2.5 | 6.50 |
| T ₆ | 3 | 3 | 2.5 | 8.50 |
| | <u>6</u> | <u>6</u> | <u>6</u> | |

La suma de cada bloque de panelistas debe ser iguales

k = 3 Tratamientos

b = 3 Panelistas

$$A = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^b [R(X_{ij})]^2 = 42.5$$

$$B = \frac{1}{b} \sum_{i=1}^k R_i^2 = 41.16666667$$

$$T = \frac{(k-1) \left[bB - \frac{b^2 k (k+1)^2}{4} \right]}{A - \frac{b k (k+1)^2}{4}} = 4.769230769$$

El valor de la tabla Chi cuadrada con $\alpha = 0.05$ y $gl = 2$ es $X_{(0.05, 2)} = 0,103$ Como el estadístico de la prueba resulta mayor que el valor de tabla se rechaza la H_0 y se concluye que existe suficiente evidencia estadística para aceptar que al menos uno de los tratamientos presenta diferente DULZOR.

Como la hipótesis nula es rechazada, se dirá que los tratamientos i y j **no** difieren significativamente.

$$|R_i - R_j| > t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} \sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}}$$

$$t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} = t_{(0.025, 16)} = 2.306$$

$$\sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}} = 1.414214$$

$$t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} \sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}} = 3.261176$$

| Tratamientos Comparados | $ R_i - R_j $ | Significancia |
|---------------------------------|---------------|---------------|
| T ₄ Y T ₅ | 3.50 | NS |
| T ₄ Y T ₆ | 5.50 | NS |
| T ₅ Y T ₆ | 3.00 | NS |

Como $3.50 < 5.5295937$ NO EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos

Como $5.5 < 5.5295937$ NO EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos

Como $4.5 < 5.5295937$ NO EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos

Ordenar de mayor a menor los totales

| Tratamientos Comparados | R_i | Significancia | |
|-------------------------|-------|---------------|---|
| T ₆ | 8.50 | a | |
| T ₅ | 6.50 | a | |
| T ₄ | 3.00 | a | b |

- **Balance**

Evaluación organoléptica del atributo BALANCE del café tostado molido en la variedad Bourbon.

| TRATAMIENTOS | PANELISTAS | | |
|----------------|------------|----|----|
| | P1 | P2 | P3 |
| T ₄ | 5 | 4 | 5 |
| T ₅ | 4 | 5 | 5 |
| T ₆ | 6 | 5 | 4 |

¿Existen diferencias significativas en el atributo BALANCE en el café con diferentes tiempos de tostado en diferentes variedades?

H₀: El Café con diferentes tiempos de tostado en diferentes variedades presenta el mismo atributo de BALANCE

$$H_0 = \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = 0$$

H₁: Al menos uno de los tratamientos es diferente en el atributo BALANCE

$$H_1: \text{al menos } t_i \neq 0$$

Solución:

Se asigna 1 a la observación más pequeña, 2 a la segunda y así sucesivamente hasta la más grande de las *k* observaciones. En caso de empate se utiliza la media de los rangos correspondientes.

| TRATAMIENTOS | PANELISTAS | | | R _i |
|----------------|------------|----------|----------|----------------|
| | P1 | P2 | P3 | |
| T ₄ | 2 | 1 | 2.5 | 5.50 |
| T ₅ | 1 | 2.5 | 2.5 | 6.00 |
| T ₆ | 3 | 2.5 | 1 | 6.50 |
| | <u>6</u> | <u>6</u> | <u>6</u> | |

La suma de cada bloque de panelistas debe ser iguales

k = 3 Tratamientos

b = 3 Panelistas

$$A = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^b [R(X_{ij})]^2 = 42$$

$$B = \frac{1}{b} \sum_{i=1}^k R_i^2 = 36.16666667$$

$$T = \frac{(k-1) \left[bB - \frac{b^2 k (k+1)^2}{4} \right]}{A - \frac{b k (k+1)^2}{4}} = 0.16666667$$

El valor de la tabla Chi cuadrada con $\alpha = 0.05$ y $gl = 8$ es $X_{(0.05, 2)} = 0,103$ Como el estadístico de la prueba resulta mayor que el valor de tabla se rechaza la H_0 y se concluye que existe suficiente evidencia estadística para aceptar que al menos uno de los tratamientos presenta diferente BALANCE.

Como la hipótesis nula es rechazada, se dirá que los tratamientos i y j **no** difieren significativamente.

$$|R_i - R_j| > t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} \sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}}$$

$$t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} = t_{(0.025, 16)} = 2.306$$

$$\sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}} = 2.9580399$$

$$t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} \sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}} = 6.82124$$

| Tratamientos Comparados | $ R_i - R_j $ | Significancia |
|-------------------------|---------------|---------------|
| T_4 Y T_5 | 0.50 | NS |
| T_4 Y T_6 | 1.00 | NS |
| T_5 Y T_6 | 5.50 | NS |

Como $3.50 < 6.82$ NO EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos

Como $1.00 < 6.82$ NO EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos

Como $5.50 < 6.82$ NO EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos

Ordenar de mayor a menor los totales

| Tratamientos Comparados | R_i | Significancia | |
|-------------------------|-------|---------------|--|
| T_6 | 8.00 | a | |
| T_5 | 5.50 | a | |
| T_4 | 4.50 | a | |

- **Aroma**

Evaluación organoléptica del atributo Aroma del café tostado molido en la variedad Bourbon.

| TRATAMIENTOS | PANELISTAS | | |
|----------------|------------|----|----|
| | P1 | P2 | P3 |
| T ₄ | 5 | 5 | 4 |
| T ₅ | 5 | 5 | 5 |
| T ₆ | 5 | 4 | 5 |

¿Existen diferencias significativas en el atributo AROMA en el café con diferentes tiempos de tostado en diferentes variedades?

H₀: El Café con diferentes tiempos de tostado en diferentes variedades presenta el mismo atributo de AROMA

$$H_0 = \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = 0$$

H₁: Al menos uno de los tratamientos es diferente en el atributo AROMA

$$H_1: \text{al menos } t_i \neq 0$$

Solución:

Se asigna 1 a la observación más pequeña, 2 a la segunda y así sucesivamente hasta la más grande de las *k* observaciones. En caso de empate se utiliza la media de los rangos correspondientes.

| TRATAMIENTOS | PANELISTAS | | | R _i |
|----------------|------------|----------|----------|----------------|
| | P1 | P2 | P3 | |
| T ₄ | 2 | 2.5 | 1 | 5.50 |
| T ₅ | 2 | 2.5 | 2.5 | 7.00 |
| T ₆ | 2 | 1 | 2.5 | 5.50 |
| | <u>6</u> | <u>6</u> | <u>6</u> | |

La suma de cada bloque de panelistas debe ser iguales

| | |
|-------|--------------|
| k = 3 | Tratamientos |
| b = 3 | Panelistas |

$$A = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^b [R(X_{ij})]^2 = 45.25$$

$$B = \frac{1}{b} \sum_{i=1}^k R_i^2 = 36.5$$

$$T = \frac{(k-1) \left[bB - \frac{b^2 k (k+1)^2}{4} \right]}{A - \frac{b k (k+1)^2}{4}} = 0.324324324$$

El valor de la tabla Chi cuadrada con $\alpha = 0.05$ y $gl = 2$ es $X_{(0.05, 2)} = 0,103$ Como el estadístico de la prueba resulta mayor que el valor de tabla se rechaza la H_0 y se concluye que existe suficiente evidencia estadística para aceptar que al menos uno de los tratamientos presenta diferente DULZOR.

Como la hipótesis nula es rechazada, se dirá que los tratamientos i y j **no** difieren significativamente.

$$|R_i - R_j| > t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} \sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}}$$

$$t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} = t_{(0.025, 16)} = 2.306$$

$$\sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}}$$

$$= 3.62284419$$

$$t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} \sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}}$$

$$= 8.35427869$$

| Tratamientos Comparados | $ R_i - R_j $ | Significancia |
|---------------------------------|---------------|---------------|
| T ₄ Y T ₅ | 1.50 | NS |
| T ₄ Y T ₆ | 0.00 | NS |
| T ₅ Y T ₆ | 5.50 | NS |

Como $1.50 < 8.35$ NO EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos

Como $0.0 < 8.35$ NO EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos

Como $5.5 < 8.35$ NO EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos

Ordenar de mayor a menor los totales

| Tratamientos Comparados | R_i | Significancia |
|-------------------------|-------|---------------|
| T ₅ | 7.00 | a |
| T ₆ | 5.50 | a |
| T ₄ | 5.50 | a |

- **Acidez**

Evaluación organoléptica del atributo ACIDEZ del café tostado molido en la variedad Bourbon.

| TRATAMIENTOS | PANELISTAS | | |
|----------------|------------|----|----|
| | P1 | P2 | P3 |
| T ₄ | 5 | 4 | 4 |
| T ₅ | 5 | 5 | 5 |
| T ₆ | 3 | 4 | 4 |

¿Existen diferencias significativas en el atributo ACIDEZ en el café con diferentes tiempos de tostado en diferentes variedades?

H₀: El Café con diferentes tiempos de tostado en diferentes variedades presenta el mismo atributo de ACIDEZ

$$H_0 = \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = 0$$

H₁: Al menos uno de los tratamientos es diferente en el atributo ACIDEZ

$$H_1: \text{al menos } t_i \neq 0$$

Solución:

Se asigna 1 a la observación más pequeña, 2 a la segunda y así sucesivamente hasta la más grande de las *k* observaciones. En caso de empate se utiliza la media de los rangos correspondientes.

| TRATAMIENTOS | PANELISTAS | | | R _i |
|----------------|------------|----------|----------|----------------|
| | P1 | P2 | P3 | |
| T ₄ | 2.5 | 1.5 | 1.5 | 5.50 |
| T ₅ | 2.5 | 3 | 3 | 8.50 |
| T ₆ | 1 | 1.5 | 1.5 | 4.00 |
| | <u>6</u> | <u>6</u> | <u>6</u> | |

La suma de cada bloque de panelistas debe ser iguales

| | |
|-------|--------------|
| k = 3 | Tratamientos |
| b = 3 | Panelistas |

$$A = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^b [R(X_{ij})]^2 = 42.75$$

$$B = \frac{1}{b} \sum_{i=1}^k R_i^2 = 39.5$$

$$T = \frac{(k-1) \left[bB - \frac{b^2 k(k+1)^2}{4} \right]}{A - \frac{b k(k+1)^2}{4}} = 3.111111111$$

El valor de la tabla Chi cuadrada con $\alpha = 0.05$ y $gl = 2$ es $X_{(0.05, 2)} = 0,103$ Como el estadístico de la prueba resulta mayor que el valor de tabla se rechaza la H_0 y se concluye que existe suficiente evidencia estadística para aceptar que al menos uno de los tratamientos presenta diferente AROMA.

Como la hipótesis nula es rechazada, se dirá que los tratamientos i y j **no** difieren significativamente.

$$|R_i - R_j| > t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} \sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}}$$

$$t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} = t_{(0.025, 16)} = 2.306$$

$$\sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}} = 2.2079402$$

$$t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} \sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}} = 5.0915101$$

| Tratamientos Comparados | $ R_i - R_j $ | Significancia |
|---------------------------------|---------------|---------------|
| T ₄ Y T ₅ | 2.00 | NS |
| T ₄ Y T ₆ | 1.00 | NS |
| T ₅ Y T ₆ | 5.00 | NS |

Como $2.00 < 6.52$ NO EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos
 Como $1.00 < 6.52$ NO EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos
 Como $5.00 < 6.52$ NO EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos

Ordenar de mayor a menor los totales

| Tratamientos Comparados | R_i | Significancia |
|-------------------------|-------|---------------|
| T ₅ | 8.50 | a |
| T ₄ | 5.50 | a |
| T ₆ | 4.00 | a |

- **Post gusto**

Evaluación organoléptica del atributo POST GUSTO del café tostado molido en la variedad Bourbon.

| TRATAMIENTOS | PANELISTAS | | |
|----------------|------------|----|----|
| | P1 | P2 | P3 |
| T ₄ | 4 | 4 | 4 |
| T ₅ | 5 | 4 | 5 |
| T ₆ | 4 | 4 | 4 |

¿Existen diferencias significativas en el atributo POST GUSTO en el café con diferentes tiempos de tostado en diferentes variedades?

H₀: El Café con diferentes tiempos de tostado en diferentes variedades presenta el mismo atributo de POST GUSTO

$$H_0 = \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = 0$$

H₁: Al menos uno de los tratamientos es diferente en el atributo POST GUSTO

$$H_1: \text{al menos } t_i \neq 0$$

Solución:

Se asigna 1 a la observación más pequeña, 2 a la segunda y así sucesivamente hasta la más grande de las *k* observaciones. En caso de empate se utiliza la media de los rangos correspondientes.

| TRATAMIENTOS | PANELISTAS | | | R _i |
|----------------|------------|----------|----------|----------------|
| | P1 | P2 | P3 | |
| T ₄ | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 5.00 |
| T ₅ | 3 | 2 | 3 | 8.00 |
| T ₆ | 1.5 | 2 | 1.5 | 5.00 |
| | <u>6</u> | <u>6</u> | <u>6</u> | |

La suma de cada bloque de panelistas debe ser iguales

k = 3 Tratamientos

b = 3 Panelistas

$$A = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^b [R(X_{ij})]^2 = 43$$

$$B = \frac{1}{b} \sum_{i=1}^k R_i^2 = 38$$

$$T = \frac{(k-1) \left[bB - \frac{b^2 k (k+1)^2}{4} \right]}{A - \frac{b k (k+1)^2}{4}} = 1.714285714$$

El valor de la tabla Chi cuadrada con $\alpha = 0.05$ y $gl = 2$ es $X_{(0.05, 2)} = 0,103$ Como el estadístico de la prueba resulta mayor que el valor de tabla se rechaza la H_0 y se concluye que existe suficiente evidencia estadística para aceptar que al menos uno de los tratamientos presenta diferente AROMA.

Como la hipótesis nula es rechazada, se dirá que los tratamientos i y j **no** difieren significativamente.

$$|R_i - R_j| > t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} \sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}}$$

$$t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} = t_{(0.025, 16)} = 2.306$$

$$\sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}} = 2.73861279$$

$$t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} \sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}} = 6.31524109$$

| Tratamientos Comparados | $ R_i - R_j $ | Significancia |
|-------------------------|---------------|---------------|
| T_4 Y T_5 | 3.00 | NS |
| T_4 Y T_6 | 0.00 | NS |
| T_5 Y T_6 | 5.00 | NS |

Como $3.0 < 6.31$ NO EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos

Como $0.0 < 6.31$ NO EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos

Como $5.00 < 6.31$ NO EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos

Ordenar de mayor a menor los totales

| Tratamientos Comparados | R_i | Significancia |
|-------------------------|-------|---------------|
| T_5 | 8.00 | a |
| T_4 | 5.00 | a |
| T_6 | 5.00 | a |

- **Cuerpo**

Evaluación organoléptica del atributo CUERPO del café tostado molido en la variedad Bourbon.

| TRATAMIENTOS | PANELISTAS | | |
|----------------|------------|----|----|
| | P1 | P2 | P3 |
| T ₄ | 3 | 3 | 5 |
| T ₅ | 4 | 5 | 4 |
| T ₆ | 6 | 5 | 4 |

¿Existen diferencias significativas en el atributo CUERPO en el café con diferentes tiempos de tostado en diferentes variedades?

H₀: El Café con diferentes tiempos de tostado en diferentes variedades presenta el mismo atributo de CUERPO

$$H_0 = \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = 0$$

H₁: Al menos uno de los tratamientos es diferente en el atributo CUERPO

$$H_1: \text{al menos } t_i \neq 0$$

Solución:

Se asigna 1 a la observación más pequeña, 2 a la segunda y así sucesivamente hasta la más grande de las *k* observaciones. En caso de empate se utiliza la media de los rangos correspondientes.

| TRATAMIENTOS | PANELISTAS | | | R _i |
|----------------|------------|----------|----------|----------------|
| | P1 | P2 | P3 | |
| T ₄ | 1 | 1 | 3 | 5.00 |
| T ₅ | 2 | 2.5 | 1.5 | 6.00 |
| T ₆ | 3 | 2.5 | 1.5 | 7.00 |
| | <u>6</u> | <u>6</u> | <u>6</u> | |

La suma de cada bloque de panelistas debe ser iguales

k = 3 Tratamientos

b = 3 Panelistas

$$A = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^b [R(X_{ij})]^2 = 42$$

$$B = \frac{1}{b} \sum_{i=1}^k R_i^2 = 36.6666667$$

$$T = \frac{(k-1) \left[bB - \frac{b^2 k (k+1)^2}{4} \right]}{A - \frac{b k (k+1)^2}{4}} = 0.6666667$$

El valor de la tabla Chi cuadrada con $\alpha = 0.05$ y $gl = 2$ es $X_{(0.05, 2)} = 0,103$ Como el estadístico de la prueba resulta mayor que el valor de tabla se rechaza la H_0 y se concluye que existe suficiente evidencia estadística para aceptar que al menos uno de los tratamientos presenta diferente CUERPO.

Como la hipótesis nula es rechazada, se dirá que los tratamientos i y j **no** difieren significativamente.

$$|R_i - R_j| > t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} \sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}}$$

$$t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} = t_{(0.025, 16)} = 2.306$$

$$\sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}}$$

$$= 2.82842712$$

$$t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} \sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}}$$

$$= 6.52235295$$

| Tratamientos Comparados | $ R_i - R_j $ | Significancia |
|-------------------------|---------------|---------------|
| T_4 Y T_5 | 1.00 | NS |
| T_4 Y T_6 | 2.00 | NS |
| T_5 Y T_6 | 5.00 | NS |

Como $2.0 < 6.52$ NO EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos

Como $1.0 < 6.52$ NO EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos

Como $5.00 < 6.52$ NO EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos

Ordenar de mayor a menor los totales

| Tratamientos Comparados | R_i | Significancia |
|-------------------------|-------|---------------|
| T_6 | 7.00 | a |
| T_5 | 6.00 | a |
| T_4 | 5.00 | a |

- **General**

Evaluación organoléptica del atributo GENERAL del café tostado molido en la variedad Bourbon.

| TRATAMIENTOS | PANELISTAS | | |
|----------------|------------|----|----|
| | P1 | P2 | P3 |
| T ₄ | 5 | 4 | 5 |
| T ₅ | 5 | 5 | 5 |
| T ₆ | 5 | 6 | 5 |

¿Existen diferencias significativas en el atributo GENERAL en el café con diferentes tiempos de tostado en diferentes variedades?

H₀: El Café con diferentes tiempos de tostado en diferentes variedades presenta el mismo atributo de GENERAL

$$H_0 = \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = 0$$

H₁: Al menos uno de los tratamientos es diferente en el atributo GENERAL

$$H_1: \text{al menos } t_i \neq 0$$

Solución:

Se asigna 1 a la observación más pequeña, 2 a la segunda y así sucesivamente hasta la más grande de las *k* observaciones. En caso de empate se utiliza la media de los rangos correspondientes.

| TRATAMIENTOS | PANELISTAS | | | R _i |
|----------------|------------|----------|----------|----------------|
| | P1 | P2 | P3 | |
| T ₄ | 2 | 1 | 2 | 5.00 |
| T ₅ | 2 | 2 | 2 | 6.00 |
| T ₆ | 2 | 3 | 2 | 7.00 |
| | <u>6</u> | <u>6</u> | <u>6</u> | |

La suma de cada bloque de panelistas debe ser iguales

k = 3 Tratamientos

b = 3 Panelistas

$$A = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^b [R(X_{ij})]^2 = 39$$

$$B = \frac{1}{b} \sum_{i=1}^k R_i^2 = 36.6666667$$

$$T = \frac{(k-1) \left[bB - \frac{b^2 k (k+1)^2}{4} \right]}{A - \frac{b k (k+1)^2}{4}} = 1.33333333$$

El valor de la tabla Chi cuadrada con $\alpha = 0.05$ y $gl = 2$ es $X_{(0.05, 2)} = 0,103$ Como el estadístico de la prueba resulta mayor que el valor de tabla se rechaza la H_0 y se concluye que existe suficiente evidencia estadística para aceptar que al menos uno de los tratamientos presenta diferente GENERAL.

Como la hipótesis nula es rechazada, se dirá que los tratamientos i y j **no** difieren significativamente.

$$|R_i - R_j| > t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} \sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}}$$

$$t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} = t_{(0.025, 16)} = 2.306$$

$$\sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}} = 1.8708287$$

$$t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} \sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}} = 4.314131$$

| Tratamientos Comparados | $ R_i - R_j $ | Significancia |
|-------------------------|---------------|---------------|
| T_4 Y T_5 | 1.00 | NS |
| T_4 Y T_6 | 2.00 | NS |
| T_5 Y T_6 | 5.00 | NS |

Como $2.0 < 4.31$ NO EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos

Como $2.0 < 4.31$ NO EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos

Como $5.00 < 4.31$ NO EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos

Ordenar de mayor a menor los totales

| Tratamientos Comparados | R_i | Significancia | |
|-------------------------|-------|---------------|----|
| T_6 | 7.00 | a | |
| T_5 | 6.00 | | b |
| T_4 | 5.00 | | ab |

RESULTADOS DE LA VARIEDAD CATIMOR

- Sabor

Evaluación organoléptica del atributo SABOR del café tostado molido en la variedad Catimor.

| TRATAMIENTOS | PANELISTAS | | |
|----------------|------------|----|----|
| | P1 | P2 | P3 |
| T ₇ | 5 | 4 | 5 |
| T ₈ | 4 | 4 | 4 |
| T ₉ | 4 | 5 | 6 |

¿Existen diferencias significativas en el atributo SABOR en el café con diferentes tiempos de tostado en diferentes variedades?

H₀: El Café con diferentes tiempos de tostado en diferentes variedades presenta el mismo atributo de SABOR

$$H_0 = \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = 0$$

H₁: Al menos uno de los tratamientos es diferente en el atributo SABOR

$$H_1: \text{al menos } t_i \neq 0$$

Solución:

Se asigna 1 a la observación más pequeña, 2 a la segunda y así sucesivamente hasta la más grande de las *k* observaciones. En caso de empate se utiliza la media de los rangos correspondientes.

| TRATAMIENTOS | PANELISTAS | | | R _i |
|----------------|------------|----------|----------|----------------|
| | P1 | P2 | P3 | |
| T ₇ | 3 | 1.5 | 2 | 6.50 |
| T ₈ | 1.5 | 1.5 | 1 | 4.00 |
| T ₉ | 1.5 | 3 | 3 | 7.50 |
| | <u>6</u> | <u>6</u> | <u>6</u> | |

La suma de cada bloque de panelistas debe ser iguales

k = 3 Tratamientos
b = 3 Panelistas

$$A = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^b [R(X_{ij})]^2 = 43.25$$

$$B = \frac{1}{b} \sum_{i=1}^k R_i^2 = 38.16666667$$

$$T = \frac{(k-1) \left[bB - \frac{b^2 k (k+1)^2}{4} \right]}{A - \frac{b k (k+1)^2}{4}} = 1.79310345$$

El valor de la tabla Chi cuadrada con $\alpha = 0.05$ y $gl = 2$ es $X_{(0.05, 2)} = 0,103$ Como el estadístico de la prueba resulta mayor que el valor de tabla se rechaza la H_0 y se concluye que existe suficiente evidencia estadística para aceptar que al menos uno de los tratamientos presenta diferente GENERAL.

Como la hipótesis nula es rechazada, se dirá que los tratamientos i y j **no** difieren significativamente.

$$|R_i - R_j| > t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} \sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}}$$

$$t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} = t_{(0.025, 16)} = 2.31$$

$$\sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}} = 2.76$$

$$t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} \sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}} = 6.37$$

| Tratamientos Comparados | $ R_i - R_j $ | Significancia |
|-------------------------|---------------|---------------|
| T_7 Y T_8 | 2.50 | NS |
| T_7 Y T_9 | 1.00 | NS |
| T_{58} Y T_9 | 6.50 | NS |

Como $2.5 < 6.37$ NO EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos
Como $1.0 < 6.37$ NO EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos
Como $6.50 < 6.37$ NO EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos

Ordenar de mayor a menor los totales

| Tratamientos Comparados | R_i | Significancia | |
|-------------------------|-------|---------------|---|
| T_9 | 7.50 | a | |
| T_7 | 6.50 | a | |
| T_8 | 4.00 | | b |

- **Taza Limpia**

Evaluación organoléptica del atributo TAZA LIMPIA del café tostado molido en la variedad Catimor.

| TRATAMIENTOS | PANELISTAS | | |
|----------------|------------|----|----|
| | P1 | P2 | P3 |
| T ₇ | 5 | 4 | 5 |
| T ₈ | 4 | 5 | 4 |
| T ₉ | 6 | 5 | 5 |

¿Existen diferencias significativas en el atributo TAZA LIMPIA en el café con diferentes tiempos de tostado en diferentes variedades?

H₀: El Café con diferentes tiempos de tostado en diferentes variedades presenta el mismo atributo de TAZA LIMPIA

$$H_0 = \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = 0$$

H₁: Al menos uno de los tratamientos es diferente en el atributo TAZA LIMPIA

$$H_1: \text{al menos } t_i \neq 0$$

Solución:

Se asigna 1 a la observación más pequeña, 2 a la segunda y así sucesivamente hasta la más grande de las **k** observaciones. En caso de empate se utiliza la media de los rangos correspondientes.

| TRATAMIENTOS | PANELISTAS | | | R _i |
|----------------|------------|----------|----------|----------------|
| | P1 | P2 | P3 | |
| T ₇ | 2 | 1 | 2.5 | 5.50 |
| T ₈ | 1 | 2.5 | 1 | 4.50 |
| T ₉ | 3 | 2.5 | 2.5 | 8.00 |
| | <u>6</u> | <u>6</u> | <u>6</u> | |

La suma de cada bloque de panelistas debe ser iguales

k = 3 Tratamientos
b = 3 Panelistas

$$A = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^b [R(X_{ij})]^2 = 42$$

$$B = \frac{1}{b} \sum_{i=1}^k R_i^2 = 38.16666667$$

$$T = \frac{(k-1) \left[bB - \frac{b^2 k (k+1)^2}{4} \right]}{A - \frac{b k (k+1)^2}{4}} = 2.16666667$$

El valor de la tabla Chi cuadrada con $\alpha = 0.05$ y $gl = 2$ es $X_{(0.05, 2)} = 0,103$ Como el estadístico de la prueba resulta mayor que el valor de tabla se rechaza la H_0 y se concluye que existe suficiente evidencia estadística para aceptar que al menos uno de los tratamientos presenta diferente TAZA LIMPIA.

Como la hipótesis nula es rechazada, se dirá que los tratamientos i y j **no** difieren significativamente.

$$|R_i - R_j| > t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} \sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}}$$

$$t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} = t_{(0.025, 16)} = 2.306$$

$$\sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}} = 2.3979158$$

$$t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} \sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}} = 5.5295937$$

| Tratamientos Comparados | $ R_i - R_j $ | Significancia |
|-------------------------|---------------|---------------|
| T_7 Y T_8 | 1.00 | NS |
| T_7 Y T_9 | 2.50 | NS |
| T_8 Y T_9 | 5.50 | NS |

Como $1.0 < 5.52$ NO EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos

Como $1.0 < 5.52$ NO EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos

Como $6.50 < 5.52$ NO EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos

Ordenar de mayor a menor los totales

| Tratamientos Comparados | R_i | Significancia |
|-------------------------|-------|---------------|
| T_9 | 8.00 | a |
| T_7 | 5.50 | a |
| T_8 | 4.50 | a |

- **Dulzor**

Evaluación organoléptica del atributo DULZOR del café tostado molido en la variedad Catimor.

| TRATAMIENTOS | PANELISTAS | | |
|----------------|------------|----|----|
| | P1 | P2 | P3 |
| T ₇ | 4 | 5 | 4 |
| T ₈ | 6 | 6 | 6 |
| T ₉ | 4 | 5 | 5 |

¿Existen diferencias significativas en el atributo DULZOR en el café con diferentes tiempos de tostado en diferentes variedades?

H₀: El Café con diferentes tiempos de tostado en diferentes variedades presenta el mismo atributo de DULZOR

$$H_0 = \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = 0$$

H₁: Al menos uno de los tratamientos es diferente en el atributo DULZOR

$$H_1: \text{al menos } t_i \neq 0$$

Solución:

Se asigna 1 a la observación más pequeña, 2 a la segunda y así sucesivamente hasta la más grande de las **k** observaciones. En caso de empate se utiliza la media de los rangos correspondientes.

| TRATAMIENTOS | PANELISTAS | | | R _i |
|----------------|------------|----------|----------|----------------|
| | P1 | P2 | P3 | |
| T ₇ | 1 | 2 | 1 | 4.00 |
| T ₈ | 3 | 3 | 3 | 9.00 |
| T ₉ | 2 | 1 | 2 | 5.00 |
| | <u>6</u> | <u>6</u> | <u>6</u> | |

La suma de cada bloque de panelistas debe ser iguales

| | | |
|-----|---|--------------|
| k = | 3 | Tratamientos |
| b = | 3 | Panelistas |

$$A = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^b [R(X_{ij})]^2 = 46$$

$$B = \frac{1}{b} \sum_{i=1}^k R_i^2 = 40.6666667$$

$$T = \frac{(k-1) \left[bB - \frac{b^2 k (k+1)^2}{4} \right]}{A - \frac{b k (k+1)^2}{4}} = 2.8$$

El valor de la tabla Chi cuadrada con $\alpha = 0.05$ y $gl = 2$ es $X_{(0.05, 2)} = 5.991$. Como el estadístico de la prueba resulta mayor que el valor de tabla se rechaza la H_0 y se concluye que existe suficiente evidencia estadística para aceptar que al menos uno de los tratamientos presenta diferente DULZOR.

Como la hipótesis nula es rechazada, se dirá que los tratamientos i y j **no** difieren significativamente.

$$|R_i - R_j| > t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} \sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}}$$

$$t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} = t_{(0.025, 16)} = 2.306$$

$$\sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}} = 2.82842712$$

$$t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} \sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}} = 6.52235295$$

| Tratamientos Comparados | $ R_i - R_j $ | Significancia |
|---------------------------------|---------------|---------------|
| T ₇ Y T ₈ | 5.00 | NS |
| T ₇ Y T ₉ | 1.00 | NS |
| T ₈ Y T ₉ | 4.00 | NS |

Como $5.0 < 6.52$ NO EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos

Como $1.0 < 6.52$ NO EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos

Como $4.0 < 6.52$ NO EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos

Ordenar de mayor a menor los totales

| Tratamientos Comparados | R_i | Significancia |
|-------------------------|-------|---------------|
| T ₈ | 9.00 | a |
| T ₉ | 5.00 | a |
| T ₇ | 4.00 | a |

- **Balance**

Evaluación organoléptica del atributo BALANCE del café tostado molido en la variedad CATIMOR.

| TRATAMIENTOS | PANELISTAS | | |
|----------------|------------|----|----|
| | P1 | P2 | P3 |
| T ₇ | 5 | 4 | 5 |
| T ₈ | 4 | 4 | 4 |
| T ₉ | 4 | 5 | 6 |

¿Existen diferencias significativas en el atributo BALANCE en el café con diferentes tiempos de tostado en diferentes variedades?

H₀: El Café con diferentes tiempos de tostado en diferentes variedades presenta el mismo atributo de Balance

$$H_0 = \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = 0$$

H₁: Al menos uno de los tratamientos es diferente en el atributo BALANCE

$$H_1: \text{al menos } t_i \neq 0$$

Solución:

Se asigna 1 a la observación más pequeña, 2 a la segunda y así sucesivamente hasta la más grande de las **k** observaciones. En caso de empate se utiliza la media de los rangos correspondientes.

| TRATAMIENTOS | PANELISTAS | | | R _i |
|----------------|------------|----------|----------|----------------|
| | P1 | P2 | P3 | |
| T ₇ | 2.5 | 2 | 2.5 | 7.00 |
| T ₈ | 2.5 | 2 | 2.5 | 7.00 |
| T ₉ | 1 | 2 | 1 | 4.00 |
| | <u>6</u> | <u>6</u> | <u>6</u> | |

La suma de cada bloque de panelistas debe ser iguales

k = 3 Tratamientos
b = 3 Panelistas

$$A = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^b [R(X_{ij})]^2 = 43$$

$$B = \frac{1}{b} \sum_{i=1}^k R_i^2 = 38$$

$$T = \frac{(k-1) \left[bB - \frac{b^2 k (k+1)^2}{4} \right]}{A - \frac{b k (k+1)^2}{4}} = 1.714285714$$

El valor de la tabla Chi cuadrada con $\alpha = 0.05$ y $gl = 2$ es $X_{(0.05, 2)} = 0,103$ Como el estadístico de la prueba resulta mayor que el valor de tabla se rechaza la H_0 y se concluye que existe suficiente evidencia estadística para aceptar que al menos uno de los tratamientos presenta diferente BALANCE.

Como la hipótesis nula es rechazada, se dirá que los tratamientos i y j **no** difieren significativamente.

$$|R_i - R_j| > t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} \sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}}$$

$$t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} = t_{(0.025, 16)} = 2.306$$

$$\sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}} = 2.7386128$$

$$t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} \sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}} = 6.3152411$$

| Tratamientos Comparados | $ R_i - R_j $ | Significancia |
|-------------------------|---------------|---------------|
| T_7 Y T_8 | 0.00 | NS |
| T_7 Y T_9 | 3.00 | NS |
| T_{58} Y T_9 | 7.00 | NS |

Como $0.0 < 6.31$ NO EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos

Como $3.0 < 6.31$ NO EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos

Como $7.0 > 6.31$ EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos

Ordenar de mayor a menor los totales

| Tratamientos Comparados | R_i | Significancia | |
|-------------------------|-------|---------------|----|
| T_8 | 7.00 | a | |
| T_7 | 7.00 | | ab |
| T_9 | 4.00 | | b |

- **Aroma**

Evaluación organoléptica del atributo AROMA del café tostado molido en la variedad Catimor.

| TRATAMIENTOS | PANELISTAS | | |
|----------------|------------|----|----|
| | P1 | P2 | P3 |
| T ₇ | 7 | 5 | 4 |
| T ₈ | 5 | 6 | 6 |
| T ₉ | 5 | 6 | 5 |

¿Existen diferencias significativas en el atributo AROMA en el café con diferentes tiempos de tostado en diferentes variedades?

H₀: El Café con diferentes tiempos de tostado en diferentes variedades presenta el mismo atributo de AROMA

$$H_0 = \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = 0$$

H₁: Al menos uno de los tratamientos es diferente en el atributo AROMA

$$H_1: \text{al menos } t_i \neq 0$$

Solución:

Se asigna 1 a la observación más pequeña, 2 a la segunda y así sucesivamente hasta la más grande de las **k** observaciones. En caso de empate se utiliza la media de los rangos correspondientes.

| TRATAMIENTOS | PANELISTAS | | | R _i |
|----------------|------------|----------|----------|----------------|
| | P1 | P2 | P3 | |
| T ₇ | 3 | 1 | 1 | 5.00 |
| T ₈ | 1.5 | 2.5 | 3 | 7.00 |
| T ₉ | 1.5 | 2.5 | 2 | 6.00 |
| | <u>6</u> | <u>6</u> | <u>6</u> | |

La suma de cada bloque de panelistas debe ser iguales

k = 3 Tratamientos

b = 3 Panelistas

$$A = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^b [R(X_{ij})]^2 = 42$$

$$B = \frac{1}{b} \sum_{i=1}^k R_i^2 = 36.66666667$$

$$T = \frac{(k-1) \left[bB - \frac{b^2 k (k+1)^2}{4} \right]}{A - \frac{b k (k+1)^2}{4}} = 24.20221169$$

El valor de la tabla Chi cuadrada con $\alpha = 0.05$ y $gl = 2$ es $X_{(0.05, 2)} = 0,103$ Como el estadístico de la prueba resulta mayor que el valor de tabla se rechaza la H_0 y se concluye que existe suficiente evidencia estadística para aceptar que al menos uno de los tratamientos presenta diferente AROMA.

Como la hipótesis nula es rechazada, se dirá que los tratamientos i y j **no** difieren significativamente.

$$|R_i - R_j| > t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} \sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}}$$

$$t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} = t_{(0.025, 16)} = 2.306$$

$$\sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}} = 1.41421356$$

$$t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} \sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}} = 3.26117647$$

| Tratamientos Comparados | $ R_i - R_j $ | Significancia |
|-------------------------|---------------|---------------|
| T_7 Y T_8 | 2.00 | NS |
| T_7 Y T_9 | 1.00 | NS |
| T_8 Y T_9 | 5.00 | NS |

Como $2.00 < 3.26$ NO EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos

Como $1.00 < 3.26$ NO EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos

Como $5.00 > 3.26$ EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos

Ordenar de mayor a menor los totales

| Tratamientos Comparados | R_i | Significancia | |
|-------------------------|-------|---------------|----|
| T_8 | 7.00 | a | |
| T_9 | 6.00 | | b |
| T_7 | 5.00 | | ab |

- **Acidez**

Evaluación organoléptica del atributo ACIDEZ del café tostado molido en la variedad CATIMOR.

| TRATAMIENTOS | PANELISTAS | | |
|----------------|------------|----|----|
| | P1 | P2 | P3 |
| T ₇ | 4 | 4 | 5 |
| T ₈ | 6 | 5 | 5 |
| T ₉ | 5 | 4 | 4 |

¿Existen diferencias significativas en el atributo ACIDEZ en el café con diferentes tiempos de tostado en diferentes variedades?

H₀: El Café con diferentes tiempos de tostado en diferentes variedades presenta el mismo atributo de ACIDEZ

$$H_0 = \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = 0$$

H₁: Al menos uno de los tratamientos es diferente en el atributo ACIDEZ

$$H_1: \text{al menos } t_i \neq 0$$

Solución:

Se asigna 1 a la observación más pequeña, 2 a la segunda y así sucesivamente hasta la más grande de las **k** observaciones. En caso de empate se utiliza la media de los rangos correspondientes.

| TRATAMIENTOS | PANELISTAS | | | R _i |
|----------------|------------|----------|----------|----------------|
| | P1 | P2 | P3 | |
| T ₇ | 1 | 1.5 | 2.5 | 5.00 |
| T ₈ | 3 | 3 | 2.5 | 8.50 |
| T ₉ | 2 | 1.5 | 1 | 4.50 |
| | <u>6</u> | <u>6</u> | <u>6</u> | |

La suma de cada bloque de panelistas debe ser iguales

k = 3 Tratamientos
b = 3 Panelistas

$$A = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^b [R(X_{ij})]^2 = 43.25$$

$$B = \frac{1}{b} \sum_{i=1}^k R_i^2 = 39.16666667$$

$$T = \frac{(k-1) \left[bB - \frac{b^2 k (k+1)^2}{4} \right]}{A - \frac{b k (k+1)^2}{4}} = 2.620689655$$

El valor de la tabla Chi cuadrada con $\alpha = 0.05$ y $gl = 2$ es $X_{(0.05, 2)} = 0,103$ Como el estadístico de la prueba resulta mayor que el valor de tabla se rechaza la H_0 y se concluye que existe suficiente evidencia estadística para aceptar que al menos uno de los tratamientos presenta diferente ACIDEZ.

Como la hipótesis nula es rechazada, se dirá que los tratamientos i y j **no** difieren significativamente.

$$|R_i - R_j| > t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} \sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}}$$

$$t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} = t_{(0.025, 16)} = 2.306$$

$$\sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}} = 2.347487373$$

$$t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} \sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}} = 5.70705883$$

| Tratamientos Comparados | $ R_i - R_j $ | Significancia |
|-------------------------|---------------|---------------|
| T_7 Y T_8 | 3.50 | NS |
| T_7 Y T_9 | 0.50 | NS |
| T_8 Y T_9 | 5.00 | NS |

Como $3.5 < 5.70$ NO EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos

Como $0.5 < 5.70$ NO EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos

Como $5.00 < 5.70$ NO EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos

Ordenar de mayor a menor los totales

| Tratamientos Comparados | R_i | Significancia |
|-------------------------|-------|---------------|
| T_8 | 8.50 | a |
| T_7 | 5.00 | a |
| T_9 | 4.50 | a |

- **Post gusto**

Evaluación organoléptica del atributo POST GUSTO del café tostado molido en la variedad Catimor.

| TRATAMIENTOS | PANELISTAS | | |
|----------------|------------|----|----|
| | P1 | P2 | P3 |
| T ₇ | 5 | 5 | 4 |
| T ₈ | 5 | 4 | 6 |
| T ₉ | 5 | 6 | 6 |

¿Existen diferencias significativas en el atributo POST GUSTO en el café con diferentes tiempos de tostado en diferentes variedades?

H₀: El Café con diferentes tiempos de tostado en diferentes variedades presenta el mismo atributo de POST GUSTO

$$H_0 = \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = 0$$

H₁: Al menos uno de los tratamientos es diferente en el atributo POST GUSTO

$$H_1: \text{al menos } t_i \neq 0$$

Solución:

Se asigna 1 a la observación más pequeña, 2 a la segunda y así sucesivamente hasta la más grande de las *k* observaciones. En caso de empate se utiliza la media de los rangos correspondientes.

| TRATAMIENTOS | PANELISTAS | | | R _i |
|----------------|------------|----------|----------|----------------|
| | P1 | P2 | P3 | |
| T ₇ | 2 | 2 | 1 | 5.00 |
| T ₈ | 2 | 1 | 2.5 | 5.50 |
| T ₉ | 2 | 3 | 2.5 | 7.50 |
| | <u>6</u> | <u>6</u> | <u>6</u> | |

La suma de cada bloque de panelistas debe ser iguales

k = 3 Tratamientos

b = 3 Panelistas

$$A = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^b [R(X_{ij})]^2 = 43.5$$

$$B = \frac{1}{b} \sum_{i=1}^k R_i^2 = 37.16666667$$

$$T = \frac{(k-1) \left[bB - \frac{b^2 k(k+1)^2}{4} \right]}{A - \frac{b k(k+1)^2}{4}} = 0.9333333333$$

El valor de la tabla Chi cuadrada con $\alpha = 0.05$ y $gl = 2$ es $X_{(0.05, 2)} = 0,103$ Como el estadístico de la prueba resulta mayor que el valor de tabla se rechaza la H_0 y se concluye que existe suficiente evidencia estadística para aceptar que al menos uno de los tratamientos presenta diferente GENERAL.

Como la hipótesis nula es rechazada, se dirá que los tratamientos i y j **no** difieren significativamente.

$$|R_i - R_j| > t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} \sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}}$$

$$t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} = t_{(0.025, 16)} = 2.306$$

$$\sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}} = 3.082207$$

$$t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} \sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}} = 7.10756935$$

| Tratamientos Comparados | $ R_i - R_j $ | Significancia |
|-------------------------|---------------|---------------|
| T_7 Y T_8 | 0.50 | NS |
| T_7 Y T_9 | 2.50 | NS |
| T_8 Y T_9 | 5.00 | NS |

Como $0.5 < 7.10$ NO EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos

Como $2.50 < 7.10$ NO EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos

Como $5.00 < 7.10$ NO EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos

Ordenar de mayor a menor los totales

| Tratamientos Comparados | R_i | Significancia |
|-------------------------|-------|---------------|
| T_9 | 7.50 | a |
| T_8 | 5.50 | a |
| T_7 | 5.00 | a |

- **Cuerpo**

Evaluación organoléptica del atributo CUERPO del café tostado molido en la variedad Catimor.

| TRATAMIENTOS | PANELISTAS | | |
|----------------|------------|----|----|
| | P1 | P2 | P3 |
| T ₇ | 4 | 3 | 3 |
| T ₈ | 4 | 4 | 5 |
| T ₉ | 5 | 5 | 5 |

¿Existen diferencias significativas en el atributo CUERPO en el café con diferentes tiempos de tostado en diferentes variedades?

H₀: El Café con diferentes tiempos de tostado en diferentes variedades presenta el mismo atributo de CUERPO

$$H_0 = \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = 0$$

H₁: Al menos uno de los tratamientos es diferente en el atributo CUERPO

$$H_1: \text{al menos } t_i \neq 0$$

Solución:

Se asigna 1 a la observación más pequeña, 2 a la segunda y así sucesivamente hasta la más grande de las *k* observaciones. En caso de empate se utiliza la media de los rangos correspondientes.

| TRATAMIENTOS | PANELISTAS | | | R _i |
|----------------|------------|----------|----------|----------------|
| | P1 | P2 | P3 | |
| T ₇ | 1.5 | 1 | 1 | 3.50 |
| T ₈ | 1.5 | 2 | 2.5 | 6.00 |
| T ₉ | 3 | 3 | 2.5 | 8.50 |
| | <u>6</u> | <u>6</u> | <u>6</u> | |

La suma de cada bloque de panelistas debe ser iguales

| | |
|-------|--------------|
| k = 3 | Tratamientos |
| b = 3 | Panelistas |

$$A = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^b [R(X_{ij})]^2 = 42$$

$$B = \frac{1}{b} \sum_{i=1}^k R_i^2 = 40.16666667$$

$$T = \frac{(k-1) \left[bB - \frac{b^2 k(k+1)^2}{4} \right]}{A - \frac{b k(k+1)^2}{4}} = 4.16666667$$

El valor de la tabla Chi cuadrada con $\alpha = 0.05$ y $gl = 2$ es $X_{(0.05, 2)} = 0,103$ Como el estadístico de la prueba resulta mayor que el valor de tabla se rechaza la H_0 y se concluye que existe suficiente evidencia estadística para aceptar que al menos uno de los tratamientos presenta diferente CUERPO.

Como la hipótesis nula es rechazada, se dirá que los tratamientos i y j **no** difieren significativamente.

$$|R_i - R_j| > t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} \sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}}$$

$$t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} = t_{(0.025, 16)} = 2.306$$

$$\sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}} = 1.6583124$$

$$t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} \sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}} = 3.82406838$$

| Tratamientos Comparados | $ R_i - R_j $ | Significancia |
|-------------------------|---------------|---------------|
| T_7 Y T_8 | 2.50 | NS |
| T_7 Y T_9 | 5.00 | NS |
| T_{58} Y T_9 | 3.50 | NS |

Como $2.5 < 3.82$ NO EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos
 Como $5.0 < 3.82$ NO EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos
 Como $3.50 < 3.82$ NO EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos

Ordenar de mayor a menor los totales

| Tratamientos Comparados | R_i | Significancia | |
|-------------------------|-------|---------------|----|
| T_9 | 8.00 | a | |
| T_8 | 6.00 | | b |
| T_7 | 3.50 | | ab |

- **General**

Evaluación organoléptica del atributo GENERAL del café tostado molido en la variedad Catimor.

| TRATAMIENTOS | PANELISTAS | | |
|----------------|------------|----|----|
| | P1 | P2 | P3 |
| T ₇ | 6 | 5 | 5 |
| T ₈ | 6 | 6 | 6 |
| T ₉ | 6 | 6 | 6 |

¿Existen diferencias significativas en el atributo GENERAL en el café con diferentes tiempos de tostado en diferentes variedades?

H₀: El Café con diferentes tiempos de tostado en diferentes variedades presenta el mismo atributo de GENERAL

$$H_0 = \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = 0$$

H₁: Al menos uno de los tratamientos es diferente en el atributo GENERAL

$$H_1: \text{al menos } t_i \neq 0$$

Solución:

Se asigna 1 a la observación más pequeña, 2 a la segunda y así sucesivamente hasta la más grande de las *k* observaciones. En caso de empate se utiliza la media de los rangos correspondientes.

| TRATAMIENTOS | PANELISTAS | | | R _i |
|----------------|------------|----------|----------|----------------|
| | P1 | P2 | P3 | |
| T ₇ | 2 | 1 | 1 | 4.00 |
| T ₈ | 2 | 2.5 | 2.5 | 7.00 |
| T ₉ | 2 | 2.5 | 2.5 | 7.00 |
| | <u>6</u> | <u>6</u> | <u>6</u> | |

La suma de cada bloque de panelistas debe ser iguales

k = 3 Tratamientos

b = 3 Panelistas

$$A = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^b [R(X_{ij})]^2 = 40$$

$$B = \frac{1}{b} \sum_{i=1}^k R_i^2 = 38$$

$$T = \frac{(k-1) \left[bB - \frac{b^2 k (k+1)^2}{4} \right]}{A - \frac{b k (k+1)^2}{4}} = 3$$

El valor de la tabla Chi cuadrada con $\alpha = 0.05$ y $gl = 2$ es $X_{(0.05, 2)} = 0,103$ Como el estadístico de la prueba resulta mayor que el valor de tabla se rechaza la H_0 y se concluye que existe suficiente evidencia estadística para aceptar que al menos uno de los tratamientos presenta diferente GENERAL.

Como la hipótesis nula es rechazada, se dirá que los tratamientos i y j **no** difieren significativamente.

$$|R_i - R_j| > t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} \sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}}$$

$$t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} = t_{(0.025, 16)} = 2.306$$

$$\sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}} = 1.732051$$

$$t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} \sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}} = 3.994109$$

| Tratamientos Comparados | $ R_i - R_j $ | Significancia |
|-------------------------|---------------|---------------|
| T_7 Y T_8 | 3.00 | NS |
| T_7 Y T_9 | 3.00 | NS |
| T_{58} Y T_9 | 4.00 | NS |

Como $3.00 < 3.99$ NO EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos

Como $3.00 < 3.99$ NO EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos

Como $4.00 > 3.99$ EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos

Ordenar de mayor a menor los totales

| Tratamientos Comparados | R_i | Significancia | |
|-------------------------|-------|---------------|----|
| T_8 | 7.00 | a | |
| T_9 | 7.00 | | b |
| T_7 | 4.00 | | ab |

PRUEBA DE FRIEDMAN DE LA MEJOR VARIEDAD

- Sabor**

Evaluación organoléptica del atributo SABOR del café tostado molido entre las 3 variedades.

| TRATAMIENTOS | PANELISTAS | | |
|----------------|------------|----|----|
| | P1 | P2 | P3 |
| T ₁ | 5 | 5 | 5 |
| T ₆ | 5 | 6 | 5 |
| T ₈ | 6 | 6 | 6 |

¿Existen diferencias significativas en el atributo SABOR en el café con diferentes tiempos de tostado en diferentes variedades?

H₀: El Café con diferentes tiempos de tostado en diferentes variedades presenta el mismo atributo de SABOR

$$H_0 = \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = 0$$

H₁: Al menos uno de los tratamientos es diferente en el atributo GENERAL

$$H_1: \text{al menos } t_i \neq 0$$

Solución:

Se asigna 1 a la observación más pequeña, 2 a la segunda y así sucesivamente hasta la más grande de las **k** observaciones. En caso de empate se utiliza la media de los rangos correspondientes.

| TRATAMIENTOS | PANELISTAS | | | R _i |
|----------------|------------|----------|----------|----------------|
| | P1 | P2 | P3 | |
| T ₁ | 3 | 3 | 3 | 9.00 |
| T ₆ | 1.5 | 1.5 | 2 | 5.00 |
| T ₈ | 1.5 | 1.5 | 1 | 4.00 |
| | <u>6</u> | <u>6</u> | <u>6</u> | |

La suma de cada bloque de panelistas debe ser iguales

| | | |
|-----|---|--------------|
| k = | 3 | Tratamientos |
| b = | 3 | Panelistas |

$$A = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^b [R(X_{ij})]^2 = 50$$

$$B = \frac{1}{b} \sum_{i=1}^k R_i^2 = 40.6667$$

$$T = \frac{(k-1) \left[bB - \frac{b^2 k(k+1)^2}{4} \right]}{A - \frac{b k(k+1)^2}{4}} = 2$$

El valor de la tabla Chi cuadrada con $\alpha = 0.05$ y $gl = 2$ es $X_{(0.05, 2)} = 0,103$ Como el estadístico de la prueba resulta mayor que el valor de tabla se rechaza la H_0 y se concluye que existe suficiente evidencia estadística para aceptar que al menos uno de los tratamientos presenta diferente SABOR.

Como la hipótesis nula es rechazada, se dirá que los tratamientos i y j **no** difieren significativamente.

$$|R_i - R_j| > t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} \sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}}$$

$$t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} = t_{(0.025, 16)} = 2.31$$

$$\sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}}$$

3.74

$$t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} \sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}}$$

8.63

| Tratamientos Comparados | $ R_i - R_j $ | Significancia |
|-------------------------|---------------|---------------|
| T_1 Y T_6 | 4.00 | NS |
| T_1 Y T_8 | 1.00 | NS |
| T_6 Y T_8 | 4.00 | NS |

Como $3.00 < 3.99$ NO EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos

Como $3.00 < 3.90$ EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos

Como $4.00 > 3.99$ NO EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos

Ordenar de mayor a menor los totales

| Tratamientos Comparados | R_i | Significancia | |
|-------------------------|-------|---------------|---|
| T_1 | 9.00 | a | |
| T_6 | 5.00 | a | |
| T_8 | 4.00 | | b |

- **Taza limpia**

Evaluación organoléptica del atributo TAZA LIMPIA del café tostado molido entre las 3 variedades.

| TRATAMIENTOS | PANELISTAS | | |
|----------------|------------|----|----|
| | P1 | P2 | P3 |
| T ₁ | 5 | 5 | 5 |
| T ₆ | 4 | 5 | 5 |
| T ₈ | 4 | 5 | 4 |

¿Existen diferencias significativas en el atributo TAZA LIMPIA en el café con diferentes tiempos de tostado en diferentes variedades?

H₀: El Café con diferentes tiempos de tostado en diferentes variedades presenta el mismo atributo de TAZA LIMPIA

$$H_0 = \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = 0$$

H₁: Al menos uno de los tratamientos es diferente en el atributo TAZA LIMPIA

$$H_1: \text{al menos } t_i \neq 0$$

Solución:

Se asigna 1 a la observación más pequeña, 2 a la segunda y así sucesivamente hasta la más grande de las *k* observaciones. En caso de empate se utiliza la media de los rangos correspondientes.

| TRATAMIENTOS | PANELISTAS | | | R _i |
|----------------|------------|----------|----------|----------------|
| | P1 | P2 | P3 | |
| T ₁ | 3 | 2 | 2.5 | 9.00 |
| T ₆ | 1.5 | 2 | 2.5 | 5.00 |
| T ₈ | 1.5 | 2 | 1 | 4.00 |
| | <u>6</u> | <u>6</u> | <u>6</u> | |

La suma de cada bloque de panelistas debe ser iguales

k = 3 Tratamientos

b = 3 Panelistas

$$A = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^b [R(X_{ij})]^2 = 43$$

$$B = \frac{1}{b} \sum_{i=1}^k R_i^2 = 37.5$$

$$T = \frac{(k-1) \left[bB - \frac{b^2 k(k+1)^2}{4} \right]}{A - \frac{b k(k+1)^2}{4}} = 1.285714286$$

El valor de la tabla Chi cuadrada con $\alpha = 0.05$ y $gl = 2$ es $X_{(0.05, 2)} = 0,103$ Como el estadístico de la prueba resulta mayor que el valor de tabla se rechaza la H_0 y se concluye que existe suficiente evidencia estadística para aceptar que al menos uno de los tratamientos presenta diferente TAZA LIMPIA.

Como la hipótesis nula es rechazada, se dirá que los tratamientos i y j **no** difieren significativamente.

$$|R_i - R_j| > t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} \sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}}$$

$$t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} = t_{(0.025, 16)} = 2.306$$

$$\sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}}$$

2.87228132

$$t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} \sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}}$$

6.62348073

| Tratamientos Comparados | $ R_i - R_j $ | Significancia |
|-------------------------|---------------|---------------|
| T_1 Y T_6 | 1.50 | NS |
| T_1 Y T_8 | 3.00 | NS |
| T_6 Y T_8 | 7.50 | NS |

Como $3.00 < 3.99$ NO EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos

Como $3.00 < 3.99$ NO EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos

Como $4.00 > 3.99$ NO EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos

Ordenar de mayor a menor los totales

| Tratamientos Comparados | R_i | Significancia | |
|-------------------------|-------|---------------|---|
| T_1 | 7.50 | a | |
| T_6 | 6.00 | a | |
| T_8 | 4.50 | | b |

- **Dulzor**

Evaluación organoléptica del atributo DULZOR del café tostado molido entre las 3 variedades.

| TRATAMIENTOS | PANELISTAS | | |
|----------------|------------|----|----|
| | P1 | P2 | P3 |
| T ₁ | 5 | 5 | 4 |
| T ₆ | 7 | 6 | 6 |
| T ₉ | 6 | 6 | 6 |

¿Existen diferencias significativas en el atributo DULZOR en el café con diferentes tiempos de tostado en diferentes variedades?

H₀: El Café con diferentes tiempos de tostado en diferentes variedades presenta el mismo atributo de TAZA LIMPIA

$$H_0 = \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = 0$$

H₁: Al menos uno de los tratamientos es diferente en el atributo DULZOR

$$H_1: \text{al menos } t_i \neq 0$$

Solución:

Se asigna 1 a la observación más pequeña, 2 a la segunda y así sucesivamente hasta la más grande de las *k* observaciones. En caso de empate se utiliza la media de los rangos correspondientes.

| TRATAMIENTOS | PANELISTAS | | | R _i |
|----------------|------------|----------|----------|----------------|
| | P1 | P2 | P3 | |
| T ₁ | 1 | 1 | 1 | 3.00 |
| T ₆ | 3 | 2.5 | 2.5 | 8.00 |
| T ₈ | 2 | 2.5 | 2.5 | 7.00 |
| | <u>6</u> | <u>6</u> | <u>6</u> | |

La suma de cada bloque de panelistas debe ser iguales

k = 3 Tratamientos

b = 3 Panelistas

$$A = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^b [R(X_{ij})]^2 = 42$$

$$B = \frac{1}{b} \sum_{i=1}^k R_i^2 = 40.66666667$$

$$T = \frac{(k-1) \left[bB - \frac{b^2 k(k+1)^2}{4} \right]}{A - \frac{b k(k+1)^2}{4}} = 4.666666667$$

El valor de la tabla Chi cuadrada con $\alpha = 0.05$ y $gl = 2$ es $X_{(0.05, 2)} = 5.991$. Como el estadístico de la prueba resulta mayor que el valor de tabla se rechaza la H_0 y se concluye que existe suficiente evidencia estadística para aceptar que al menos uno de los tratamientos presenta diferente DULZOR.

Como la hipótesis nula es rechazada, se dirá que los tratamientos i y j **no** difieren significativamente.

$$|R_i - R_j| > t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} \sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}}$$

$$t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} = t_{(0.025, 16)} = 2.306$$

$$\sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}}$$

1.41421356

$$t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} \sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}}$$

3.26117647

| Tratamientos Comparados | $ R_i - R_j $ | Significancia |
|-------------------------|---------------|---------------|
| T_1 Y T_6 | 5.00 | NS |
| T_1 Y T_8 | 4.00 | NS |
| T_6 Y T_8 | 3.00 | NS |

Como $5.00 < 3.26$ EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos

Como $4.00 < 3.26$ EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos

Como $3.00 > 3.26$ NO EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos

Ordenar de mayor a menor los totales

| Tratamientos Comparados | R_i | Significancia | |
|-------------------------|-------|---------------|---|
| T_6 | 8.00 | a | |
| T_8 | 7.00 | a | |
| T_1 | 3.00 | | b |

- **Balance**

Evaluación organoléptica del atributo BALANCE del café tostado molido entre las 3 variedades.

| TRATAMIENTOS | PANELISTAS | | |
|----------------|------------|----|----|
| | P1 | P2 | P3 |
| T ₁ | 5 | 5 | 5 |
| T ₆ | 6 | 5 | 4 |
| T ₈ | 6 | 5 | 5 |

¿Existen diferencias significativas en el atributo BALANCE en el café con diferentes tiempos de tostado en diferentes variedades?

H₀: El Café con diferentes tiempos de tostado en diferentes variedades presenta el mismo atributo de BALANCE

$$H_0 = \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = 0$$

H₁: Al menos uno de los tratamientos es diferente en el atributo BALANCE

$$H_1: \text{al menos } t_i \neq 0$$

Solución:

Se asigna 1 a la observación más pequeña, 2 a la segunda y así sucesivamente hasta la más grande de las *k* observaciones. En caso de empate se utiliza la media de los rangos correspondientes.

| TRATAMIENTOS | PANELISTAS | | | R _i |
|----------------|------------|----------|----------|----------------|
| | P1 | P2 | P3 | |
| T ₁ | 1 | 2 | 2.5 | 5.50 |
| T ₆ | 2.5 | 2 | 1 | 5.50 |
| T ₈ | 2.5 | 2 | 2.5 | 7.00 |
| | <u>6</u> | <u>6</u> | <u>6</u> | |

La suma de cada bloque de panelistas debe ser iguales

k = 3 Tratamientos

b = 3 Panelistas

$$A = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^b [R(X_{ij})]^2 = 43$$

$$B = \frac{1}{b} \sum_{i=1}^k R_i^2 = 36.5$$

$$T = \frac{(k-1) \left[bB - \frac{b^2 k (k+1)^2}{4} \right]}{A - \frac{b k (k+1)^2}{4}} = 0.428571429$$

El valor de la tabla Chi cuadrada con $\alpha = 0.05$ y $gl = 2$ es $X_{(0.05, 2)} = 0,103$ Como el estadístico de la prueba resulta mayor que el valor de tabla se rechaza la H_0 y se concluye que existe suficiente evidencia estadística para aceptar que al menos uno de los tratamientos presenta diferente BALANCE.

Como la hipótesis nula es rechazada, se dirá que los tratamientos i y j **no** difieren significativamente.

$$|R_i - R_j| > t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} \sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}}$$

$$t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} = t_{(0.025, 16)} = 2.306$$

$$\sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}}$$

3.122499

$$t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} \sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}}$$

7.20048269

| Tratamientos Comparados | $ R_i - R_j $ | Significancia |
|-------------------------|---------------|---------------|
| T_1 Y T_6 | 0.00 | NS |
| T_1 Y T_8 | 1.50 | NS |
| T_6 Y T_8 | 5.50 | NS |

Como $0.00 < 7.20$ NO EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos

Como $1.50 < 7.20$ NO EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos

Como $5.50 < 7.20$ NO EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos

Ordenar de mayor a menor los totales

| Tratamientos Comparados | R_i | Significancia |
|-------------------------|-------|---------------|
| T_8 | 7.00 | a |
| T_1 | 5.50 | a |
| T_6 | 5.50 | a |

- **Aroma**

Evaluación organoléptica del atributo AROMA del café tostado molido entre las 3 variedades.

| TRATAMIENTOS | PANELISTAS | | |
|----------------|------------|----|----|
| | P1 | P2 | P3 |
| T ₁ | 6 | 7 | 7 |
| T ₆ | 5 | 4 | 5 |
| T ₈ | 5 | 6 | 6 |

¿Existen diferencias significativas en el atributo AROMA en el café con diferentes tiempos de tostado en diferentes variedades?

H₀: El Café con diferentes tiempos de tostado en diferentes variedades presenta el mismo atributo de AROMA

$$H_0 = \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = 0$$

H₁: Al menos uno de los tratamientos es diferente en el atributo AROMA

$$H_1: \text{al menos } t_i \neq 0$$

Solución:

Se asigna 1 a la observación más pequeña, 2 a la segunda y así sucesivamente hasta la más grande de las *k* observaciones. En caso de empate se utiliza la media de los rangos correspondientes.

| TRATAMIENTOS | PANELISTAS | | | R _i |
|----------------|------------|----------|----------|----------------|
| | P1 | P2 | P3 | |
| T ₁ | 3 | 3 | 3 | 9.00 |
| T ₆ | 1.5 | 2 | 1 | 4.50 |
| T ₈ | 1.5 | 1 | 2 | 4.50 |
| | <u>6</u> | <u>6</u> | <u>6</u> | |

La suma de cada bloque de panelistas debe ser iguales

| | |
|-------|--------------|
| k = 3 | Tratamientos |
| b = 3 | Panelistas |

$$A = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^b [R(X_{ij})]^2 = 50.5$$

$$B = \frac{1}{b} \sum_{i=1}^k R_i^2 = 40.5$$

$$T = \frac{(k-1) \left[bB - \frac{b^2 k(k+1)^2}{4} \right]}{A - \frac{b k(k+1)^2}{4}} = 1.862068966$$

El valor de la tabla Chi cuadrada con $\alpha = 0.05$ y $gl = 2$ es $X_{(0.05, 2)} = 0,103$ Como el estadístico de la prueba resulta mayor que el valor de tabla se rechaza la H_0 y se concluye que existe suficiente evidencia estadística para aceptar que al menos uno de los tratamientos presenta diferente AROMA.

Como la hipótesis nula es rechazada, se dirá que los tratamientos i y j **no** difieren significativamente.

$$|R_i - R_j| > t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} \sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}}$$

$$t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} = t_{(0.025, 16)} = 2.306$$

$$\sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}}$$

3.87298335

$$t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} \sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}}$$

8.9310996

| Tratamientos Comparados | $ R_i - R_j $ | Significancia |
|-------------------------|---------------|---------------|
| T_1 Y T_6 | 4.50 | NS |
| T_1 Y T_8 | 4.50 | NS |
| T_6 Y T_8 | 9.00 | NS |

Como $4.50 < 8.93$ EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos

Como $4.50 < 8.93$ EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos

Como $9.00 < 8.93$ EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos

Ordenar de mayor a menor los totales

| Tratamientos Comparados | R_i | Significancia |
|-------------------------|-------|---------------|
| T_1 | 9.00 | ab |
| T_6 | 4.50 | a |
| T_8 | 4.50 | b |

- **Acidez**

Evaluación organoléptica del atributo ACIDEZ del café tostado molido entre las 3 variedades.

| TRATAMIENTOS | PANELISTAS | | |
|----------------|------------|----|----|
| | P1 | P2 | P3 |
| T ₁ | 6 | 6 | 6 |
| T ₆ | 3 | 4 | 4 |
| T ₉ | 6 | 5 | 5 |

¿Existen diferencias significativas en el atributo ACIDEZ en el café con diferentes tiempos de tostado en diferentes variedades?

H₀: El Café con diferentes tiempos de tostado en diferentes variedades presenta el mismo atributo de ACIDEZ

$$H_0 = \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = 0$$

H₁: Al menos uno de los tratamientos es diferente en el atributo ACIDEZ

$$H_1: \text{al menos } t_i \neq 0$$

Solución:

Se asigna 1 a la observación más pequeña, 2 a la segunda y así sucesivamente hasta la más grande de las *k* observaciones. En caso de empate se utiliza la media de los rangos correspondientes.

| TRATAMIENTOS | PANELISTAS | | | R _i |
|----------------|------------|----------|----------|----------------|
| | P1 | P2 | P3 | |
| T ₁ | 2.5 | 3 | 3 | 8.50 |
| T ₆ | 1 | 1 | 1 | 3.00 |
| T ₈ | 2.5 | 2 | 2 | 6.50 |
| | <u>6</u> | <u>6</u> | <u>6</u> | |

La suma de cada bloque de panelistas debe ser iguales

k = 3 Tratamientos

b = 3 Panelistas

$$A = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^b [R(X_{ij})]^2 = 50.5$$

$$B = \frac{1}{b} \sum_{i=1}^k R_i^2 = 41.16666667$$

$$T = \frac{(k-1) \left[bB - \frac{b^2 k (k+1)^2}{4} \right]}{A - \frac{b k (k+1)^2}{4}} = 2.137931034$$

El valor de la tabla Chi cuadrada con $\alpha = 0.05$ y $gl = 2$ es $X_{(0.05, 2)} = 0,103$ Como el estadístico de la prueba resulta mayor que el valor de tabla se rechaza la H_0 y se concluye que existe suficiente evidencia estadística para aceptar que al menos uno de los tratamientos presenta diferente AROMA.

Como la hipótesis nula es rechazada, se dirá que los tratamientos i y j **no** difieren significativamente.

$$|R_i - R_j| > t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} \sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}}$$

$$t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} = t_{(0.025, 16)} = 2.306$$

$$\sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}}$$

3.74165739

$$t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} \sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}}$$

8.62826193

| Tratamientos Comparados | $ R_i - R_j $ | Significancia |
|-------------------------|---------------|---------------|
| T_1 Y T_6 | 5.50 | NS |
| T_1 Y T_8 | 2.00 | NS |
| T_6 Y T_8 | 8.50 | NS |

Como $5.50 < 8.62$ NO EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos

Como $2.00 < 8.62$ NO EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos

Como $8.50 < 8.62$ NO EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos

Ordenar de mayor a menor los totales

| Tratamientos Comparados | R_i | Significancia |
|-------------------------|-------|---------------|
| T_1 | 9.00 | a |
| T_8 | 6.50 | a |
| T_6 | 3.00 | a |

- **Post gusto**

Evaluación organoléptica del atributo POST GUSTO del café tostado molido entre las 3 variedades.

| TRATAMIENTOS | PANELISTAS | | |
|----------------|------------|----|----|
| | P1 | P2 | P3 |
| T ₁ | 4 | 4 | 5 |
| T ₆ | 4 | 4 | 4 |
| T ₈ | 5 | 4 | 6 |

¿Existen diferencias significativas en el atributo POST GUSTO en el café con diferentes tiempos de tostado en diferentes variedades?

H₀: El Café con diferentes tiempos de tostado en diferentes variedades presenta el mismo atributo de POST GUSTO

$$H_0 = \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = 0$$

H₁: Al menos uno de los tratamientos es diferente en el atributo POST GUSTO

$$H_1: \text{al menos } t_i \neq 0$$

Solución:

Se asigna 1 a la observación más pequeña, 2 a la segunda y así sucesivamente hasta la más grande de las *k* observaciones. En caso de empate se utiliza la media de los rangos correspondientes.

| TRATAMIENTOS | PANELISTAS | | | R _i |
|----------------|------------|----------|----------|----------------|
| | P1 | P2 | P3 | |
| T ₁ | 1.5 | 2 | 2 | 5.50 |
| T ₆ | 1.5 | 2 | 1 | 4.50 |
| T ₈ | 3 | 2 | 3 | 8.00 |
| | <u>6</u> | <u>6</u> | <u>6</u> | |

La suma de cada bloque de panelistas debe ser iguales

k = 3 Tratamientos

b = 3 Panelistas

$$A = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^b [R(X_{ij})]^2 = 43.5$$

$$B = \frac{1}{b} \sum_{i=1}^k R_i^2 = 38.16666667$$

$$T = \frac{(k-1) \left[bB - \frac{b^2 k(k+1)^2}{4} \right]}{A - \frac{b k(k+1)^2}{4}} = 1.733333333$$

El valor de la tabla Chi cuadrada con $\alpha = 0.05$ y $gl = 2$ es $X_{(0.05, 2)} = 0,103$ Como el estadístico de la prueba resulta mayor que el valor de tabla se rechaza la H_0 y se concluye que existe suficiente evidencia estadística para aceptar que al menos uno de los tratamientos presenta diferente POST GUSTO.

Como la hipótesis nula es rechazada, se dirá que los tratamientos i y j **no** difieren significativamente.

$$|R_i - R_j| > t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} \sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}}$$

$$t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} = t_{(0.025, 16)} = 2.306$$

$$\sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}}$$

2.82842712

$$t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} \sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}}$$

6.52235295

| Tratamientos Comparados | $ R_i - R_j $ | Significancia |
|-------------------------|---------------|---------------|
| T_1 Y T_6 | 1.00 | NS |
| T_1 Y T_8 | 2.50 | NS |
| T_6 Y T_8 | 5.50 | NS |

Como $1.00 < 6.52$ NO EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos

Como $2.50 < 6.52$ NO EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos

Como $5.50 < 6.52$ NO EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos

Ordenar de mayor a menor los totales

| Tratamientos Comparados | R_i | Significancia |
|-------------------------|-------|---------------|
| T_8 | 7.00 | a |
| T_1 | 5.50 | a |
| T_6 | 4.50 | a |

- **Cuerpo**

Evaluación organoléptica del atributo CUERPO del café tostado molido entre las 3 variedades.

| TRATAMIENTOS | PANELISTAS | | |
|----------------|------------|----|----|
| | P1 | P2 | P3 |
| T ₁ | 4 | 4 | 4 |
| T ₈ | 6 | 5 | 6 |
| T ₉ | 4 | 4 | 5 |

¿Existen diferencias significativas en el atributo CUERPO en el café con diferentes tiempos de tostado en diferentes variedades?

H₀: El Café con diferentes tiempos de tostado en diferentes variedades presenta el mismo atributo de CUERPO

$$H_0 = \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = 0$$

H₁: Al menos uno de los tratamientos es diferente en el atributo CUERPO

$$H_1: \text{al menos } t_i \neq 0$$

Solución:

Se asigna 1 a la observación más pequeña, 2 a la segunda y así sucesivamente hasta la más grande de las *k* observaciones. En caso de empate se utiliza la media de los rangos correspondientes.

| TRATAMIENTOS | PANELISTAS | | | R _i |
|----------------|------------|----------|----------|----------------|
| | P1 | P2 | P3 | |
| T ₁ | 1.5 | 1.5 | 1 | 4.00 |
| T ₆ | 3 | 3 | 3 | 9.00 |
| T ₈ | 1.5 | 1.5 | 2 | 5.00 |
| | <u>6</u> | <u>6</u> | <u>6</u> | |

La suma de cada bloque de panelistas debe ser iguales

k = 3 Tratamientos

b = 3 Panelistas

$$A = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^b [R(X_{ij})]^2 = 43.25$$

$$B = \frac{1}{b} \sum_{i=1}^k R_i^2 = 40.66666667$$

$$T = \frac{(k-1) \left[bB - \frac{b^2 k(k+1)^2}{4} \right]}{A - \frac{b k(k+1)^2}{4}} = 3.862068966$$

El valor de la tabla Chi cuadrada con $\alpha = 0.05$ y $gl = 2$ es $X_{(0.05, 2)} = 0,103$ Como el estadístico de la prueba resulta mayor que el valor de tabla se rechaza la H_0 y se concluye que existe suficiente evidencia estadística para aceptar que al menos uno de los tratamientos presenta diferente CUERPO.

Como la hipótesis nula es rechazada, se dirá que los tratamientos i y j **no** difieren significativamente.

$$|R_i - R_j| > t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} \sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}}$$

$$t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} = t_{(0.025, 16)} = 2.306$$

$$\sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}}$$

1.96850197

$$t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} \sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}}$$

4.53936554

| Tratamientos Comparados | $ R_i - R_j $ | Significancia |
|-------------------------|---------------|---------------|
| T_1 Y T_6 | 5.00 | NS |
| T_1 Y T_8 | 1.00 | NS |
| T_6 Y T_8 | 4.00 | NS |

Como $5.00 > 4.53$ EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos

Como $1.00 < 4.53$ NO EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos

Como $4.00 < 4.53$ NO EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos

Ordenar de mayor a menor los totales

| Tratamientos Comparados | R_i | Significancia |
|-------------------------|-------|---------------|
| T_6 | 9.00 | a |
| T_8 | 5.00 | ab |
| T_1 | 4.00 | b |

- **General**

Evaluación organoléptica del atributo GENERAL del café tostado molido entre las 3 variedades.

| TRATAMIENTOS | PANELISTAS | | |
|----------------|------------|----|----|
| | P1 | P2 | P3 |
| T ₁ | 5 | 5 | 5 |
| T ₈ | 5 | 6 | 5 |
| T ₉ | 6 | 6 | 6 |

¿Existen diferencias significativas en el atributo GENERAL en el café con diferentes tiempos de tostado en diferentes variedades?

H₀: El Café con diferentes tiempos de tostado en diferentes variedades presenta el mismo atributo de GENERAL

$$H_0 = \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = 0$$

H₁: Al menos uno de los tratamientos es diferente en el atributo GENERAL

$$H_1 : \text{al menos } t_i \neq 0$$

Solución:

Se asigna 1 a la observación más pequeña, 2 a la segunda y así sucesivamente hasta la más grande de las *k* observaciones. En caso de empate se utiliza la media de los rangos correspondientes.

| TRATAMIENTOS | PANELISTAS | | | R _i |
|----------------|------------|----------|----------|----------------|
| | P1 | P2 | P3 | |
| T ₁ | 1.5 | 1 | 1.5 | 4.00 |
| T ₆ | 1.5 | 2.5 | 1.5 | 5.50 |
| T ₈ | 3 | 2.5 | 3 | 8.50 |
| | <u>6</u> | <u>6</u> | <u>6</u> | |

La suma de cada bloque de panelistas debe ser iguales

$$k = 3 \quad \text{Tratamientos}$$

$$b = 3 \quad \text{Panelistas}$$

$$A = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^b [R(X_{ij})]^2 = 41.5$$

$$B = \frac{1}{b} \sum_{i=1}^k R_i^2 = 39.5$$

$$T = \frac{(k-1) \left[bB - \frac{b^2 k (k+1)^2}{4} \right]}{A - \frac{b k (k+1)^2}{4}} = 3.818181818$$

El valor de la tabla Chi cuadrada con $\alpha = 0.05$ y $gl = 2$ es $X_{(0.05, 2)} = 0,103$ Como el estadístico de la prueba resulta mayor que el valor de tabla se rechaza la H_0 y se concluye que existe suficiente evidencia estadística para aceptar que al menos uno de los tratamientos presenta diferente GENERAL.

Como la hipótesis nula es rechazada, se dirá que los tratamientos i y j **no** difieren significativamente.

$$|R_i - R_j| > t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} \sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}}$$

$$t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} = t_{(0.025, 16)} = 2.306$$

$$\sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}}$$

1.73205081

$$t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} \sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}}$$

3.99410916

| Tratamientos Comparados | $ R_i - R_j $ | Significancia |
|-------------------------|---------------|---------------|
| T_1 Y T_6 | 1.50 | NS |
| T_1 Y T_8 | 4.50 | NS |
| T_6 Y T_8 | 4.00 | NS |

Como $1.50 > 3.99$ EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos

Como $4.50 < 3.99$ EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos

Como $4.00 < 3.99$ EXISTE diferencias significativas entre estos dos tratamientos

Ordenar de mayor a menor los totales

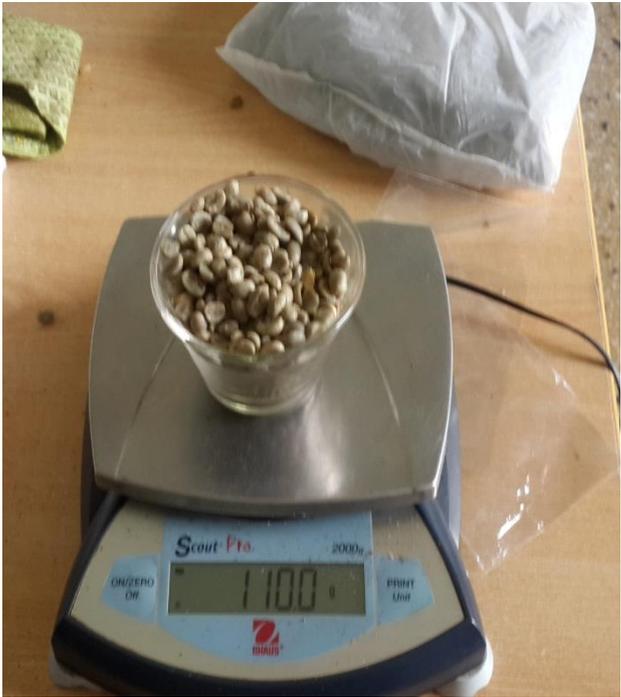
| Tratamientos Comparados | R_i | Significancia |
|-------------------------|-------|---------------|
| T_8 | 8.50 | a |
| T_6 | 5.50 | b |
| T_1 | 4.00 | b |

ANEXO 05 FOTOS

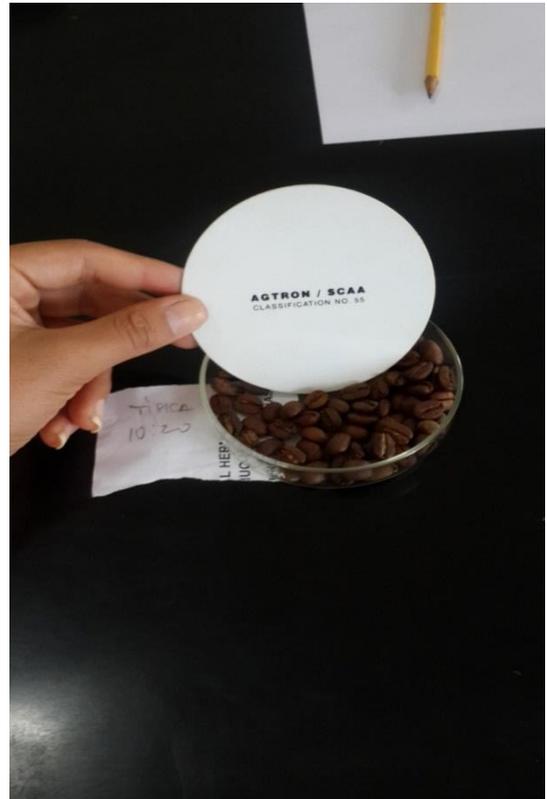
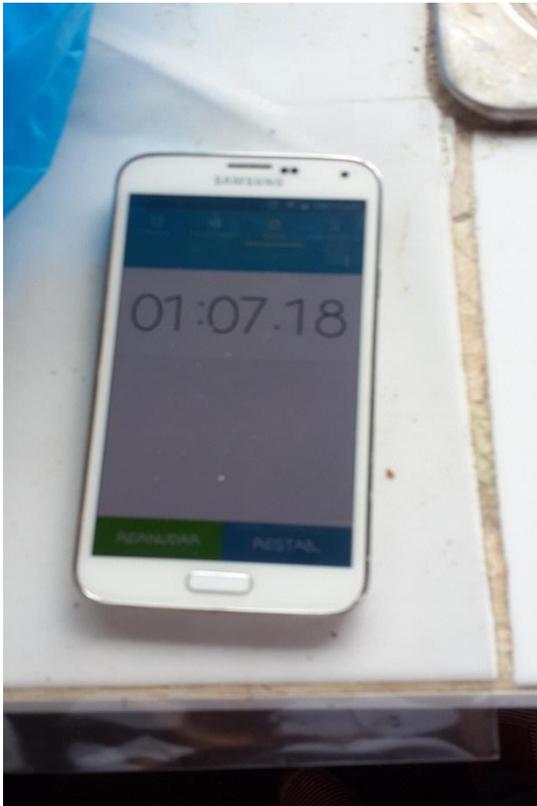
TRILLADO Y SELECCIÓN



SELECCIÓN Y PESADO



TOSTADO Y COMPARACIÓN CON TABLA AGTRON



MOLIENDA Y EVALUACIÓN



CATACION







