

Federación Nacional de Cafeteros de Colombia
Centro Nacional de Investigaciones de Café
“Pedro Uribe Mejía”

Cenicafé

24474



Caracterización de Café Tostado a partir de Café Perforado por Broca

José Jaime Castaño Castrillón
Martha Liliana Torres
Programa de Industrialización
Cenicafé, Chinchiná, Caldas

Cenicafé
CENTRO DE DOCUMENTACIÓN

Octubre de 1997

Tabla de Contenido

Introducción	1
Torrefacción	2
Materiales y Métodos	3
Materia Prima	3
Diseño Experimental	4
Procedimiento Experimental	5
Resultados y Discusión	13
Materia Prima	13
Humedad Café Verde	14
Pérdida de Peso y Color	14
Parámetros de Proceso	14
Análisis Sensorial:	15
Impresión Global (IMPREGLO):	16
Intensidad del Aroma:	19
Aroma de la Bebida	22
Cuerpo	24
Acidez Organoléptica (ACIDEZO):	25
Amargo (AMARGO)	28
Comentarios del Panel de Catación	29
Perfiles Sensoriales	30
Acidez (ACIDEZT, PH)	33
Densidad	36
Humedad del Café Tostado y Molido (HUMTOST)	45
Parámetros de Preparación de la Bebida	48
Análisis de Contenido de Azúcar	49
Conclusiones:	49
Agradecimientos:	50
Literatura Citada.	51

RESUMEN

Con el propósito de conocer la utilidad del café brocado, el cual actualmente representa un volumen importante de la producción del café colombiano, y debido a que no se tienen perspectivas inmediatas de exterminio de la plaga, se realizó la presente investigación. El objetivo fue determinar el efecto del brocado sobre las propiedades Organolépticas, Fisicoquímicas y de Preparación del Café Tostado y Molido, primer producto de la industrialización del café. Se clasificó el café brocado en tres categorías GRADO 1, GRADO 2 y GRADO 3, y 9 niveles de infestación (desde 0% hasta 100%). Se concluyó que en promedio no se nota disminución de la Impresión Global del Producto hasta una Infestación del 50% para Brocado GRADO1, 30% GRADO2, y 15% GRADO3. A pesar de que para Infestaciones mayores del 50% existe una disminución en promedio de la Impresión Global para GRADO1, esta es de total rechazo solo para Infestación 100% (=3), y 50% Para GRADO2 y GRADO3. Es importante tener en cuenta que siempre se empleó café fresco.

Caracterización de Café Tostado a partir de Café Perforado por Broca

José Jaime Castaño Castrillón¹
Martha Liliana Torres²

Introducción

En la Brocarta Número 13 de septiembre 1 de 1993 se dice: "La broca del café, *Hypothenemus hampei*, es el insecto más dañino que afecta a los caficultores de Colombia ya que su daño se refleja en la destrucción y en la caída de frutos, además, los frutos brocados que quedan en el árbol no sólo reducen los rendimientos sino que demeritan la calidad del café".

"La broca es un insecto muy adaptado a sobrevivir en los ecosistemas cafeteros y una vez que llega es imposible su erradicación, por tanto, el cafetero debe aprender a convivir con ella".

En otra sección se dice: "Colombia presenta condiciones muy favorables para el desarrollo y diseminación de la broca debido a las condiciones de clima y temperatura favorables que no solo hacen que el café produzca todo el año, sino que la broca no tiene impedimentos para reproducirse permanentemente".

"Además, la alta productividad y la continuidad de la zona cafetera hacen que su capacidad de reproducción sea ilimitada sino se le ponen restricciones."

Actualmente la infestación de los cafetales debida a la broca sigue en aumento, y no se tienen perspectivas de exterminio de la plaga.

Se comprueba así la veracidad de la afirmación que aparece en la brocarta mencionada, sobre la necesidad de convivir con la plaga.

Esta producción continua de café brocado, plantea interrogantes sobre el uso final que se le dará a este café. La investigación presente planea contribuir a responder este interrogante, mediante el estudio de las posibilidades que tiene el café brocado como materia prima industrial. Se plantea en un principio para los procesos de Torrefacción, Extracción, y Crioconcentración, los cuales en su orden dan lugar a café tostado y molido, y extractos concentrados y no concentrados, productos que son comercializados comúnmente.

En otras investigaciones posteriores, se podrá llegar a la evaluación de la producción de café soluble a partir de café brocado. En otra investigación que ya culminó se evaluó la producción de aceite esencial de café, a partir de la misma materia prima.

Las industrias torrefactoras, y de café soluble nacionales están procesando en el momento café brocado. Comúnmente se acepta el límite del 30% para que en la prueba de taza no aparezca el sabor leñoso, característico de este tipo de café.

El presente proyecto se plantea debido a las anteriores circunstancias. Se considera importante estudiar sistemáticamente el efecto

¹ Investigador Científico II, Programa Industrialización, Cenicafé, Chinchiná, Caldas

² Tecnóloga Química en Productos Vegetales, Programa Industrialización, Cenicafé, Chinchiná, Caldas

que el café brocado, y sus diferentes niveles, producen sobre la calidad de los productos en las diferentes etapas de la industrialización del café, comenzando por las etapas de torrefacción, extracción, y concentración planteadas dentro del presente proyecto.

Es el objetivo último de ésta, y otras investigaciones, que se plantearán posteriormente, que la Federación Nacional de Cafeteros sepa de una forma muy precisa el uso posible de este defecto (café brocado), el cual se continuará produciendo, y cual es su real valor.

El presente informe resume los resultados obtenidos en la primera parte de la Investigación la cual consiste en estudiar el comportamiento del Café Brocado en el proceso de Torrefacción; en esta primera parte se dejan constantes los parámetros de tuestión (óptimos para café normal) y se efectúan combinaciones de Niveles de Infestación y Grados de Daño y se estudian sus efectos sobre propiedades Físicoquímicas y Sensoriales del Café Tostado y Molido resultante del proceso.

Torrefacción

Durante el proceso de torrefacción, mediante una serie de transformaciones físico-químicas, el grano obtiene el color y aroma característicos del café tostado que se lleva a consumo directo o se utiliza para la obtención de café soluble.

El proceso de torrefacción del café verde incluye una serie de etapas a saber:

Etapas de Secado. El secado se considera desde el momento de la carga hasta más o menos un 80% del tiempo total de torrefac-

ción. Entre los 125 °C y los 190 °C, el grano verde pierde su agua ligada, que es cerca del 3% de la humedad total. De los 150 °C a los 230 °C el grano pierde su coloración verde, cambiando de verde a amarillo y luego a diversos tonos de marrón, dependiendo esto del tiempo que dure la torrefacción.

Etapas de Pirólisis. Durante esta etapa los compuestos del café empiezan a sufrir una serie de reacciones químicas espontáneas de carácter exotérmico, que son favorecidas por los compuestos minerales que contiene el grano. Estas reacciones son las que producen toda la gama de compuestos volátiles que conforman el aroma y el sabor característicos del café. Esta etapa ocurre en menos de un minuto a temperaturas entre 205 °C y 210 °C. Es también en el transcurso de esta etapa que se presenta en el grano el mayor grado de hinchamiento y se escucha el crepitar.

Etapas de Enfriamiento. La última etapa es el enfriamiento del café una vez se ha alcanzado el grado de tueste deseado. Este enfriamiento debe ser lo más rápido y súbito posible, con el fin de interrumpir las reacciones de pirólisis, y conservar así los compuestos que conforman el aroma y el sabor del café. El enfriamiento puede realizarse de dos maneras; la primera mediante el empleo de aire y la segunda mediante la aspersión de agua. Este último método se conoce como Quenching.

Durante el proceso de torrefacción el café sufre una serie de cambios en su estructura física y química. Se presenta en el grano un aumento de volumen, el grano cambia de coloración; la química del proceso es bastante compleja debido a la gran cantidad de compuestos que intervienen en el desarrollo de las reacciones de pirólisis.

Materiales y Métodos

Materia Prima

La materia prima para este trabajo fue Café Variedad Colombia, recolectado en la granja Naranjal, de propiedad de Cenicafé de un brocado del 10 al 12 % , y proveniente de los diferentes lotes experimentales allí existentes. El café fue recolectado en general aproximadamente una semana antes de la selección. Fue beneficiado mediante desmucilaginado mecánico, empleando la tecnología Becolsub de propiedad intelectual de Cenicafé (1), en el Beneficiadero experimental localizado en la "Granja", y posteriormente trillado en la trilladora de la Cooperativa de Caficultores de Manizales, localizada en Chinchiná; el café resultante aproximadamente 390 Kg por réplica, en cada caso fue transportado a la Planta Piloto de Física Técnica, ubicada en Planalto, Cenicafé, Chinchiná, Caldas, en donde mediante la ayuda de 6 escogedores fue seleccionado de acuerdo al diagrama de flujo que muestra la Figura 1. El proceso de escogencia duró aproximadamente 2 semanas por repetición, al final de las cuales se disponía de café normal, sin defectos, y café de los tres niveles de brocado sin ningún otro defecto. A

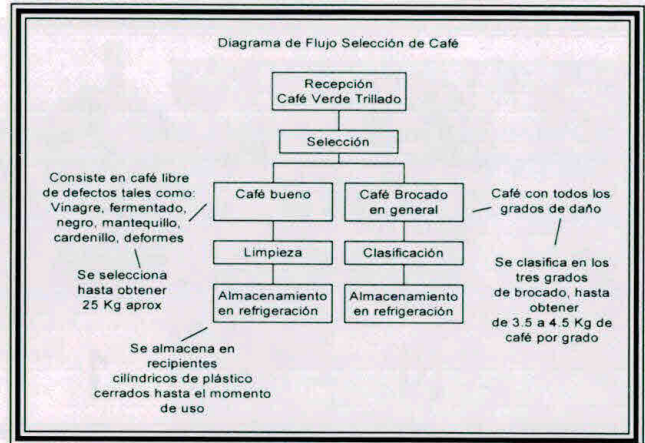


Figura 1. Diagrama de Flujo empleado en la Selección del café usado en la experimentación

partir de estas materias primas se hicieron las mezclas necesarias para efectuar el diseño experimental; en todos los casos se tostó 1 Kg de la mezcla respectiva.

En la Figura 2 se observa la clasificación del café en los diversos grados de brocado, en esta figura N corresponde a normal, y 1, 2, 3 a Grado 1, Grado 2, y Grado 3 de brocado respectivamente, y se pueden definir de la siguiente forma:

- ◆ Grado 1: Un solo agujero, puede ser

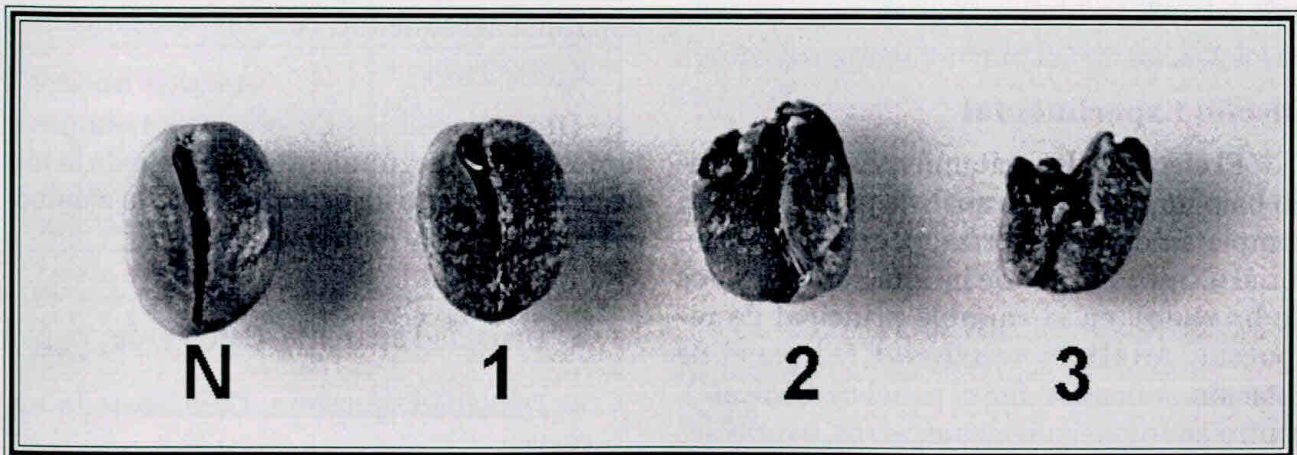


Figura 2. Foto de los tres grados de café brocado, empleados para la clasificación del café verde, comparados con el normal.



Figura 3. Foto de granos tostados Normal, y con los tres grados de brocado

bastante grande.

- ◆ Grado 2: Varios agujeros, pero menos de un cuarto del grano perdido.
- ◆ Grado 3. Más de un cuarto de grano perdido.

La figura 3 muestra los granos tostados.

La materia prima inicial fue entonces café verde con diferentes porcentajes de broca, a lo que llamamos **Infestación**, y tres grados de daño, clasificados según explicación anterior, a lo que se llamó **grado de brocado**. Los porcentajes de infestación fueron los siguientes: 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 30%, 50%, 75% y 100%.

Diseño Experimental

El efecto de los tratamientos, fue evaluado bajo un modelo de análisis para el diseño completamente aleatorizado, en arreglo factorial 9X3 (9 Indices de infestación, 3 grados de brocado), en la variable principal de respuesta **Análisis sensorial** (El panel de catación evaluador fue el panel de Cenicafé), controlando los siguientes aspectos, o variables exógenas:

- ◆ Temperatura del tostador al cargar el café
- ◆ Velocidad de agitación
- ◆ Cantidad de café cargado
- ◆ Humedad del grano verde
- ◆ Grado de tostación

El número de unidades experimentales por cada tratamiento fue de 4, siendo la unidad experimental 1 Kg de café verde, empleándose un tostador diseñado y construido anteriormente; las figuras 4 y 5 muestran un diagrama del tostador.

Otras variables de respuesta, importantes, para el seguimiento del efecto de la infestación, y grado de brocado sobre la calidad del café tostado y molido fueron:

- ◆ Densidad aparente, Café Verde
- ◆ Densidad aparente, Café Tostado en pepa

- ◆ Densidad aparente, Café Tostado y molido
- ◆ Humedad
- ◆ Color
- ◆ pH
- ◆ Acidez titulable
- ◆ Análisis granulométrico
- ◆ Brix
- ◆ Sólidos solubles
- ◆ Rendimiento
- ◆ Coeficiente de Hinchamiento

A las cuales se les realizó el mismo tratamiento estadístico de la variable principal.

Con el fin de tener condiciones iniciales ho-

Parámetro	Valor
Cantidad café cargado	1 Kg
Porcentaje de Humedad	10.8%
Temperatura al cargar	220°C (210°C después de cargar)
Relación Agua/Café (ml/gr)	80 ml/Kg
Velocidad de Aspersión	8 ml/seg (Presión 8 psi)
Tipo de Agua	De acueducto (Manizales)
Velocidad de Agitación	180 rpm (Aprox)
Tiempo de Tostación	11-14 min
Color	320-350, medido en colorímetro Quantik IR-800

Tabla 1. Condiciones de Operación del Tostador de Café

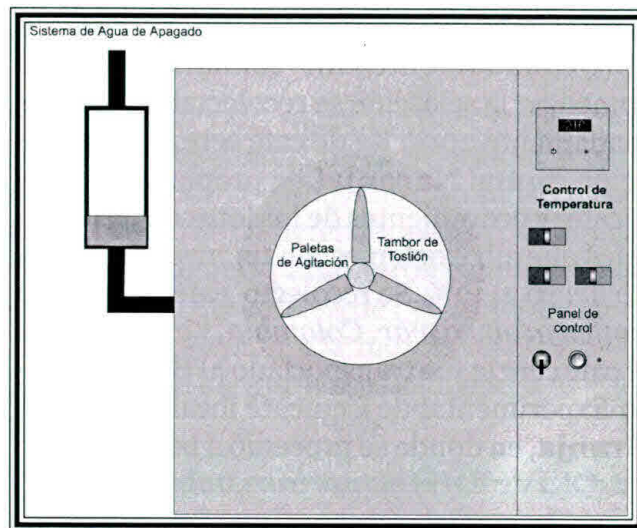


Figura 4. Vista frontal del Tostador usado durante la Experimentación

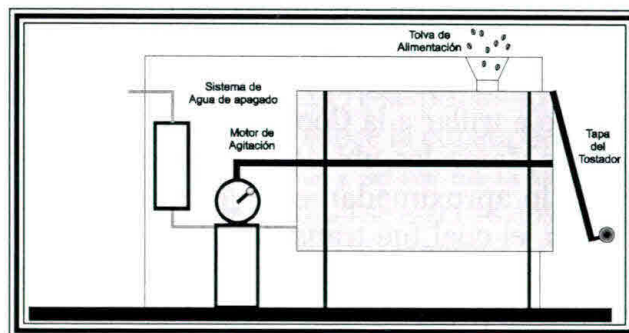


Figura 5. Vista lateral del Tostador usado durante la experimentación

mogéneas, las unidades experimentales (diferentes mezclas de café normal y brocado), tuvieron aproximadamente los mismos valores de:

- ◆ Humedad
- ◆ Análisis físico

Para este caso las condiciones de operación del tostador se observan en la Tabla 1.

Procedimiento Experimental

Como se mencionó se efectuaron cuatro repeticiones independientes. En cada caso y aproximadamente una semana antes de comenzar la selección se recolectaban aproximadamente 2000 Kg de café cereza de la estación central **Naranjal** de propiedad de Cenicafé, y provenientes de los lotes experimentales que allí existen, y con un nivel de brocado del 10 al 12%. Se recolectó café del género *Coffea arabica*, var. *Colombia*, y en cada caso el café cereza fue transportado al Beneficiadero Experimental de Cenicafé localizado en la **Granja**, en donde se procedió a beneficiarlo.

El proceso de beneficio incluyó desmucilaginado mecánico, usando el módulo Becolsub (1), y posteriormente un secado mecánico empleando carbón Coke, se obtuvieron aproximadamente 440 kg de café pergamino seco, enviado a trillar a la Cooperativa de Caficultores de Manizales, ubicada en Chinchiná, obteniendo aproximadamente 350 Kg de café trillado, el cual fue transportado a la planta piloto de Física Técnica, donde, con la ayuda de seis escogedores fue seleccionado de la forma anteriormente descrita, selección que duró, en cada caso aproximadamente dos semanas.

Al final del proceso de selección, se obtuvieron aproximadamente 25 Kg de café verde normal (con todos los defectos extraídos), y 4.5 Kg aproximadamente, de café verde de cada uno de los grados de brocado anteriormente descritos (sin otro defecto), por cada repetición. Esta materia prima, se guardó en condiciones de refrigeración a una temperatura aproximada de 4°C (en un refrigerador Supernórdico modelo SNV50 M) en recipientes de plástico cilíndricos cerrados hasta el momento de uso. Las diversas mezclas, entre infestación y grado de brocado, se efectuaban justo antes de cada tostación. La Tabla 2 muestra las diversas mezclas hechas y la asignación de tratamientos efectuada, en cada caso se

Infestación (%)	Grado de daño	Tratamiento
5	GRADO1	1
5	GRADO2	2
5	GRADO3	3
10	GRADO1	4
10	GRADO2	5
10	GRADO3	6
15	GRADO1	7
15	GRADO2	8
15	GRADO3	9
20	GRADO1	10
20	GRADO2	11
20	GRADO3	12
30	GRADO1	13
30	GRADO2	14
30	GRADO3	15
50	GRADO1	16
50	GRADO2	17
50	GRADO3	18
75	GRADO1	19
75	GRADO2	20
75	GRADO3	21
100	GRADO1	22
100	GRADO2	23
100	GRADO3	24
0	GRADO1	25
0	GRADO2	26
0	GRADO3	27

Tabla 2. Asignación de Tratamientos en la Fase Experimental

tostó 1 Kg de la mezcla. El café 100% normal (testigo) se trató como una mezcla con nivel de Infestación 0, y arbitrariamente, se consideraron tres tratamientos (25, 26, y 27) para cada grado de brocado con Infestación 0. Estos tres corresponden a café normal, y la asignación se hace solo para permitir la entrada del café normal dentro del diseño experimental, encuadrada como nivel de un factor.

Antes de cada repetición y empleando el procedimiento PLAN del lenguaje SAS versión 6.08 (2) se generó un ordenamiento aleatorio de los 27 tratamientos, el cual marcaba el orden en el que se efectuarían las 27 tostaciones. Estas se realizaron durante un período de dos semanas, con el objeto de sincronizar el experimento con la disponibilidad de tiempo del panel de catación de Cenicafé. El panel cató las muestras en 5 sesiones (3 de 5 muestras, durante la primera semana y 2 de 6 durante la segunda). Se efectuaban cinco tostaciones diarias, y entre tostación y tostación, se dejaba un período de una hora con objeto de que el tostador recuperara sus condiciones iniciales,

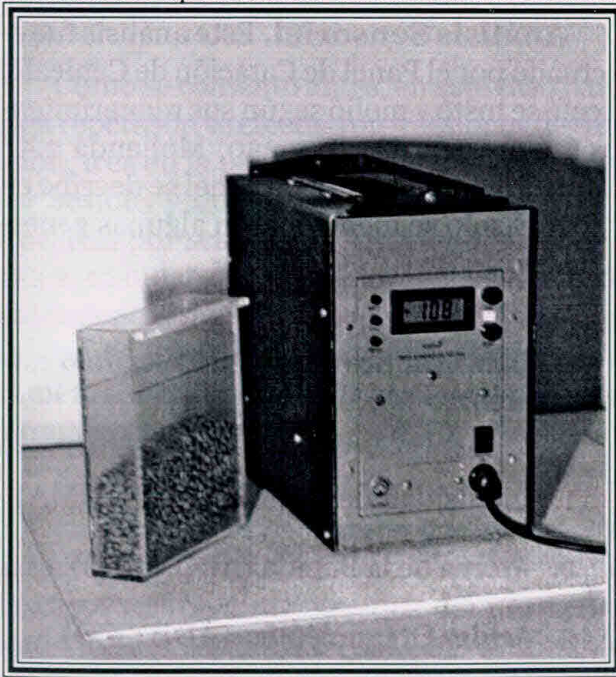


Figura 6. Medidor de Humedad de café verde empleado

garantizando así la independencia de las tostaciones entre si.

Tanto al café verde normal, como a los brocados, resultados de la selección, y para cada repetición se les efectuó un análisis físico, con el objeto de caracterizar el tipo de materia prima, siguiendo parámetros estándares de clasificación del café verde (3). Antes de efectuar cada tostación a la mezcla respectiva se le efectuaron los siguientes análisis:

Humedad café verde (HUMVER). Se efectuó usando un medidor de humedad por el método de constante dieléctrica, KAPPA AK60 B (KAPPA JANES LTD. Shepperton, Middx., England) previamente calibrado, usando el siguiente procedimiento: Se calibra el instrumento (en 0 y 437), se pesan 400 gr de muestra, y se vacían sobre la cubeta del equipo, se toma la lectura y se lee en la tabla de calibración. Esta medida se efectuó dos veces. La Figura 6 es una foto del medidor.

Densidad Aparente Café Verde (DENVER). Debido a la pequeña cantidad de muestra usada, no se emplearon las metodologías estándar para medir densidad aparente en grano, sino que se recurrió a la norma Técnica Colombiana NTC 4084, Café Tostado y Molido. Método para la Determinación de la Densidad por Compactación (4). Esta norma se siguió en todo excepto en que para este caso se fijó el número de golpes en 450. Este mismo método se empleó para la determinación de la Densidad Aparente del Café Tostado en Grano, y del Café Tostado y Molido, para el cual fue específicamente formulada. El equipo empleado fue el Analizador Volumétrico Quantik VU-80 (IPRELENDO LTDA, Santafé de Bogotá, Colombia) que se conforma enteramente a los requerimientos de la norma mencionada, cada medida se efectuó

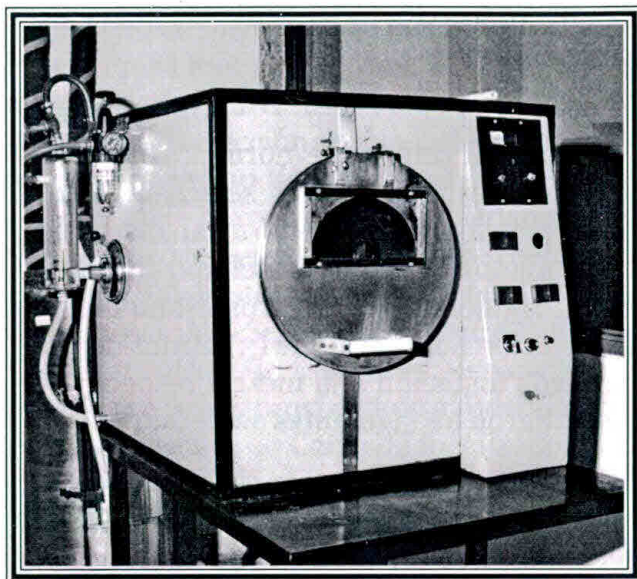


Figura 8. Torrefactor experimental usado dos veces. La figura 7 es una foto de este equipo.

Efectuadas estas medidas se procedió a realizar el proceso de tostado con el equipo en las condiciones mostradas en la Tabla 1. La temperatura del equipo estaba en 220°C, en el momento de cargar, pero inmediatamente después se bajaba esta temperatura a 210°C, el proceso se continuó hasta obtener el color requerido (de 320 a 350 según colorímetro Quantik IR-800). La figura 8 muestra una foto del torrefactor empleado. Después de realizada la tostación, y una vez enfriado el grano, se determina la pérdida de peso (PP) según la siguiente fórmula:

$$\% PP = \frac{(w_i - w_f) * 100}{w_i} \quad (1)$$

Donde:

W_i : Peso inicial café verde

W_f : Peso final café tostado

El café obtenido (900 gr Aprox.), se molía mediante un molino Kenia marca Probat

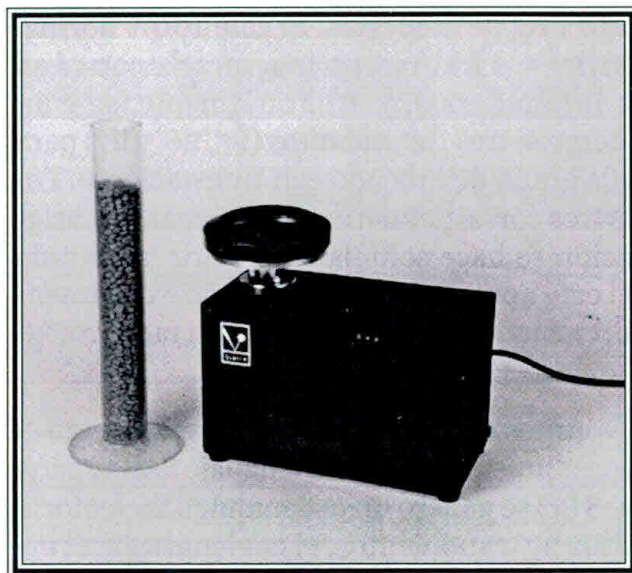


Figura 7. Medidor de Densidad Aparente usado durante la experimentación

(PROBAT-WERKE von Gimborn Maschinenfabrik GmbH, 100752, D-46427 Emmerich, Alemania), graduado en 2.5 (molienda media, adecuada para la técnica de elaboración de extracto empleada por el panel de catación). Posteriormente aproximadamente 120 gr se mandaban a Panel de Catación.

Análisis Sensorial. Este análisis fue efectuado por el Panel de Catación de Cenicafé; el café se tostó y molió según sus requerimientos (colores entre 320 y 350, Molienda 2.5). El funcionamiento de este panel se describe en (5); aquí solo se mencionarán algunas generalidades.

El panel califica el producto según 6 características:

1. Intensidad del Aroma (INTAROMA).
2. Aroma de la Bebida (AROMBEB).
3. Acidez Organoléptica (ADIDEZO).
4. Amargo (AMARGO).

5. Cuerpo (CUERPO).
6. Impresión Global (IMPREGLO).

De estas características la más importante es la Impresión Global (IMPREGLO), puesto que es la calificación global que se le da a la muestra problema, y tiene en cuenta todas las demás características. El panel emplea la siguiente escala en sus calificaciones:

- ◆ 9, 8, 7: Buena Calidad.
- ◆ 6, 5, 4: Regular Calidad.
- ◆ 3, 2, 1: Mala Calidad, total rechazo.

Adicionalmente cada juez puede añadir el comentario, previamente codificado, que considere pertinente, como FTO (Fermento), SUC (Sucio), REP(Reposado), QUE(Quemado), etc. Normalmente son tres los jueces, aunque en algunos casos fueron dos, y siempre cada juez prueba la muestra dos veces durante la sesión.

Como se comentó antes, en este caso para cada repetición se efectuaron 5 sesiones de catación, tres en la primera semana (5 muestras por sesión) y dos en la segunda semana (6 muestras por sesión), en cada caso las muestras se mandaban según el orden aleatorio de tratamientos mencionado, y se marcaban igualmente en forma aleatoria empleando números y letras sin referencia alguna a los tratamientos.

La información generada por el panel se sometió a un pretratamiento estadístico que descarta valores muy alejados del promedio según técnica expuesta en (6). Esta técnica fue implementada en un programa en lenguaje SAS, que repite el proceso sucesivamente hasta

que no efectúa más descartes. Los valores finalmente aceptados son los considerados para efectuar promedios. El programa a su vez, hace un análisis de Varianza de dos vías para efectos principales, para cada característica de panel con Muestra y Juez como factores, aplicando también el test de discriminación de promedios de Tukey. Finalmente calcula los promedios para cada característica y muestra, y los despliega en forma de Tabla y Diagrama de estrella. Estos promedios son los que finalmente se consideraron en el análisis final del diseño experimental.

Densidad Aparente Café Tostado en Grano (DENGRA). Antes de efectuar el molido se medía la densidad aparente del Café Tostado en Grano siguiendo la técnica descrita en (4), que a su vez es la misma usada para determinar la densidad aparente del grano verde.

Coefficiente de Hinchamiento (HINCHA). A partir de la densidad aparente del grano verde y de la densidad aparente del grano tostado, se define el **Coefficiente de Hinchamiento**, de la siguiente manera:

$$HINCHA = \frac{(DENVER * (1 - \frac{PP}{100}) - DENGRA) * 100}{DENGRA} \quad (2)$$

Donde, HINCHA, DENVER, DENGRA, y PP tienen el significado anteriormente mencionado. Este coeficiente da una idea del grado de "Hinchamiento", que experimenta el grano debido al proceso de tosti6n.

Densidad Aparente Café Tostado y Molido (DENTYM). Después de efectuado el molido, y usando la técnica descrita en (4), para lo cual fue específicamente diseñada, se determinó la densidad aparente del café tos-

tado y molido.

Humedad Café Tostado y Molido (HUMTOST). Para determinar la humedad en estufa del café tostado y molido, se efectuó el siguiente procedimiento:

- ◆ Secar en la estufa cajas de petri durante 1 hora, a una temperatura de 105°C.
- ◆ Depositar las cajas de petri en un desecador hasta que alcancen temperatura ambiente, aproximadamente 45 min.
- ◆ Marcar las cajas de petri.
- ◆ Pesar la caja de petri (Pv).
- ◆ Pesar sobre la caja de petri 2.5 g de café, y pesar (Pi).
- ◆ Colocar las cajas de petri destapadas en la estufa durante 4 horas ±10 min a 105°C ±1°C.
- ◆ Transcurrido el tiempo sacar las cajas de petri de la estufa, taparlas y colocarlas dentro de un desecador.

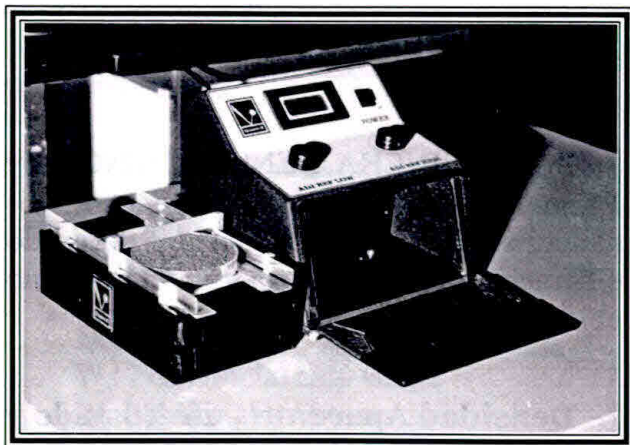


Figura 9. Colorímetro Quantik IR-800, empleado para hacer las medidas de color del café tostado y molido.

- ◆ Después de 45 minutos pesar nuevamente las cajas de petri (Pf).

Para realizar los cálculos del porcentaje de humedad se empleó la siguiente ecuación:

$$HUMTOST = \frac{(P_i - P_f) * 100}{(P_i - P_v)} \quad (3)$$

Donde:

Pi= Peso inicial de la caja más la muestra.

Pf= Peso final de la caja más la muestra.

Pv= Peso de la caja de petri vacía.

Esta medida se efectuó por triplicado.

Color (COLOR). La medida de color se efectuó según (7), excepto en que la granulometría usada para la medida fue la misma que la empleada para realizar el trabajo, se empleó un Colorímetro Quantik IR-800 (IP-RELENZO LTDA, Santafé de Bogotá, Colombia), el cual se empleó según indica su catálogo (9). Como se indicó anteriormente, el color fue el parámetro escogido para definir el grado de tostión, y por exigencia del Panel de Catación de Cenicafé, se fijó entre 320 y 350, correspondiendo a una tostión muy suave (Totalmente fuera de norma). La Figura 9 muestra el colorímetro empleado.

Granulometría. El análisis granulométrico tiene como fin determinar el tamaño promedio de partícula para cada tostión experimental. Como se explicó anteriormente el café se molió siempre en las mismas condiciones (molienda media), se puede suponer que posibles variaciones en la Resistencia Mecánica del Café Tostado, debida a la presencia de

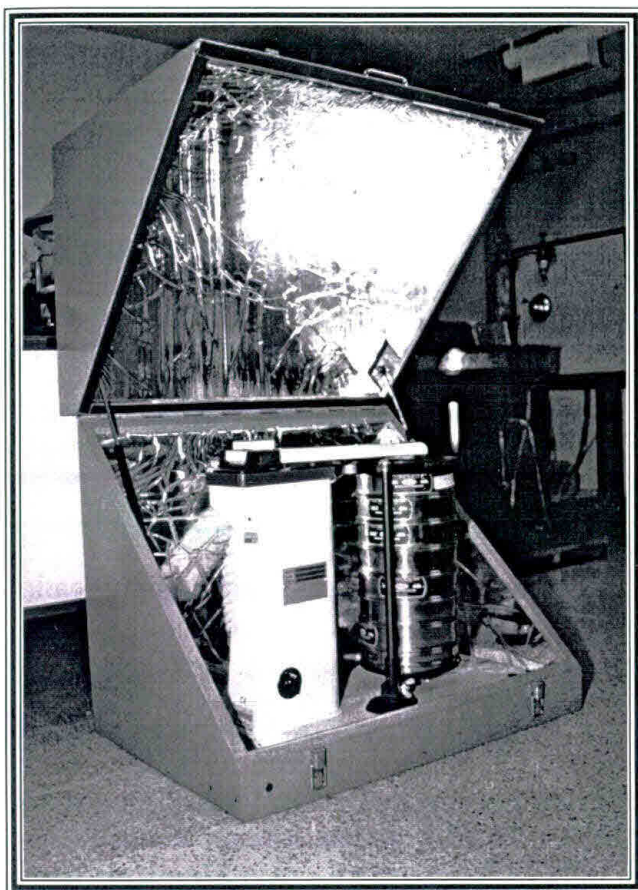


Figura 10. Tamizadora empleada para hacer las determinaciones granulométricas al café luego de ser tostado y molido.

granos brocados, pueden producir parámetros granulométricos diferentes, así se empleen siempre las mismas condiciones de molienda.

Este análisis se efectuó según (8), excepto en que para nuestro caso se usaron los Tamices 12, 16, 20, 30, 45, 60, 80, y FONDO según denominación A.S.T.M.E.-11, y no el juego de Tamices que sugiere la norma que es 20, 30, 40, 50, 70, y FONDO, según la misma especificación, por lo demás se siguió enteramente el procedimiento descrito en la norma.

El equipo usado fue una máquina tamizadora del tipo RoTap, modelo RX-29 (W.S. TYLER, 8570 Tyler Blvd, Mentor USA), provista de tamices de altura completa, fabrica-

dos en acero inoxidable por W.S. TYLER, adaptados a la especificación A.S.T.M.E.-11. La Figura 10 es una foto de la tamizadora.

Empleando las técnicas de cálculo matemático indicadas en la norma se encontró para cada experimento el "Tamaño promedio de partícula" (**DIAM50**), el "Índice de Uniformidad" (**DISPERSI**), adicionalmente se calculó el "Diámetro Rossin-Rammler" (**DIAM36**), que se define como el diámetro para una retención de $(100/e)$ que es aproximadamente 36.8%. También se analizaron las retenciones parciales en cada tamiz que se denominaron de la siguiente forma:

- RET12: Retenido en malla 12.
- RET16: Retenido en malla 16.
- RET20: Retenido en malla 20.
- RET30: Retenido en malla 30.
- RET45: Retenido en malla 45.
- RET60: Retenido en malla 60.
- RET80: Retenido en malla 80.
- RETFONDO: Retenido en FONDO.

Parámetros medidos sobre extracto de café. Los parámetros que se mencionarán más adelante requieren de una extracción sólido-líquido para poderse realizar. Esta extracción se efectúa de la siguiente manera:



Figura 11. Refractómetro Digital usado para efectuar la medida de °Brix

Cafetera de goteo marca Shimasu (Ince-
lt, Santafé de Bogotá, Colombia).

Filtro melitta # 4.

Probeta de 250 ml.

Beacker.

Café tostado y molido.

Agua destilada.

El extracto se obtiene así: Pesar 12 g de café tostado y molido sobre el filtro melitta #4. Medir en la probeta 200 ml de agua destilada, la cual es depositada en el tanque de la cafetera. Accionar el interruptor de encendido de la cafetera, dejar enfriar el extracto obtenido hasta que alcance la temperatura ambiente, luego pesar la bebida obtenida. El peso de la bebida obtenida se utilizará posteriormente para obtener el rendimiento de la extracción.

A partir de este extracto se efectúan las siguientes medidas:

°Brix (BRIX): Esta medida se realizó con un refractómetro digital Palette PR-100, (Atago Co, ltd, 32-10 Honcho, Itabashi-Ku Tokyo 173, Japón), el cual fue necesario calibrar inicialmente con agua destilada. Se procede así: Adicionar 1ml de agua destilada sobre el portamuestras, oprimir el botón "start" y observar si la lectura es cero, si no es así entonces oprimir el botón de calibración "zero". Para tomar el % de °brix, poner la muestra y llevar a cabo la lectura con "start". La figura 11 muestra el refractómetro usado. A partir de esta medida y usando una ecuación proporcionada por (10) se deduce un valor para Sólidos Solubles (SOLISOLB), esta ecuación es la siguiente:

$$SS = 0.829 * BRIX - 0.0471$$

$$Si: \quad 0 \leq BRIX \leq 30$$

$$SS = 0.8297 * BRIX - 1.9418$$

$$Si: \quad BRIX > 30 \quad (4)$$

Sólidos Solubles (por estufa)(SOLISOL): Por este método los sólidos solubles se determinaron con un proceso similar al de la determinación de humedad, varía en la muestra a medir, en este caso se adicionan sobre las cajas 10.00 g de extracto de café. Esta medida se tomó por triplicado, aplicando la siguiente fórmula:

$$SS = \frac{(Pf - Pv) * 100}{(Pi - Pv)} \quad (5)$$

Donde las P's tienen el mismo significado que en (3). Con los resultados obtenidos se intentó confirmar la ecuación 4.

pH (PH): Para efectuar esta medida se utilizó un pH-metro digital, Mettler Toledo 340 (Mettler-Toledo Ltd, 64 Boston Road, Beaumont Leys, Leicester LE4 1AW, England), (calibrado anticipadamente con los respectivos Buffer según manual), se agitó la muestra manualmente o con plancha de agitación y se observó la lectura.

Acidez (ACIDEZT): La acidez se midió titulando una muestra diluida de café, (10 ml de extracto con 150 ml de agua destilada), con NaOH 0.1N hasta obtener un pH de 7.0. La acidez del café se expresa como los ml de NaOH necesarios para neutralizar la muestra diluida.

Rendimiento (RENDIM). El rendimiento de la extracción se calculó a partir del peso del extracto, la fracción de sólidos solubles y la cantidad de café cargado, por medio de la siguiente ecuación:

Variable	Promedio	Mínimo	Máximo	Rango	Des. Estan.	CV	Skewness	Kurtosis
HUMVER (%)	10.8	9.63	11.6	1.97	0.63	5.83	-0.71	-1.07
PP (%)	12.1	10.14	13.85	3.71	0.76	6.32	0.17	-0.39
COLOR (u.r.)	337.64	289	379	90	16.36	4.84	-0.09	0.05

Tabla 3. Estadísticas descriptivas Generales, para las Variables que se intentó mantener constantes durante la experimentación

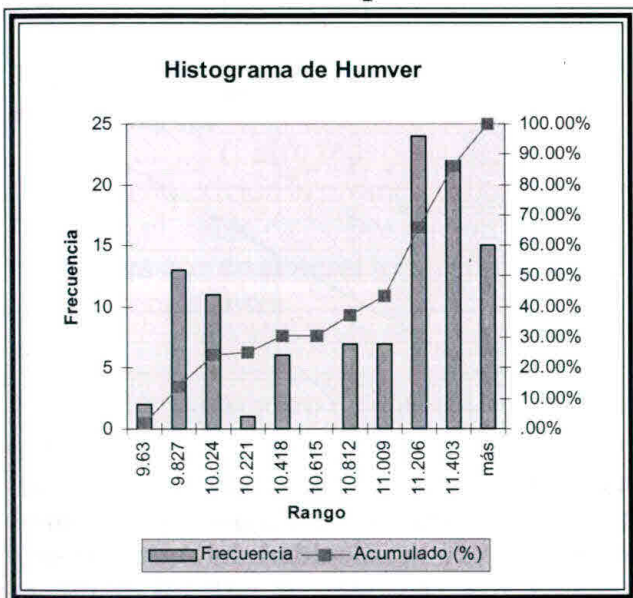


Figura 13. Diagrama de Frecuencia de la Humedad Inicial del Café Verde empleado en todas las tostaciones efectuadas.

$$RENDIM = \frac{P_{ext} * SOLISOL * 100}{P_c} \quad (6)$$

Donde:

RENDIM=Rendimiento

P_{ext}=Peso extracto obtenido

SOLISOL= Sólidos Solubles medidos por el método de estufa.

P_c=Peso de café cargado para efectuar la extracción.

Las medidas efectuadas de Rendimiento,

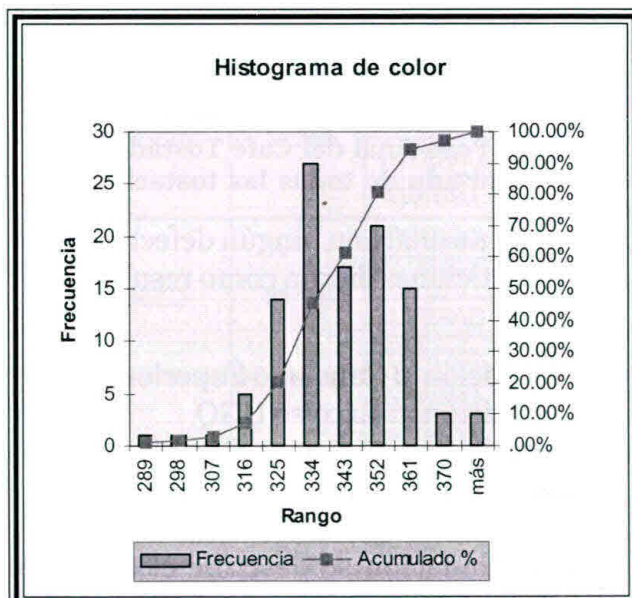


Figura 14. Diagrama de Frecuencia del Color final del Café Tostado y Molido resultado de todas las tostaciones efectuadas.

Sólidos Solubles, y Granulometría tienden a comprobar la Influencia del Nivel de Infestación y el Grado de Brocado en los parámetros que definen la preparación de la bebida.

Resultados y Discusión

Materia Prima

Tal como se afirmó en la sección de Materiales y Métodos en total se efectuaron 4 repeticiones. Los resultados del análisis físico

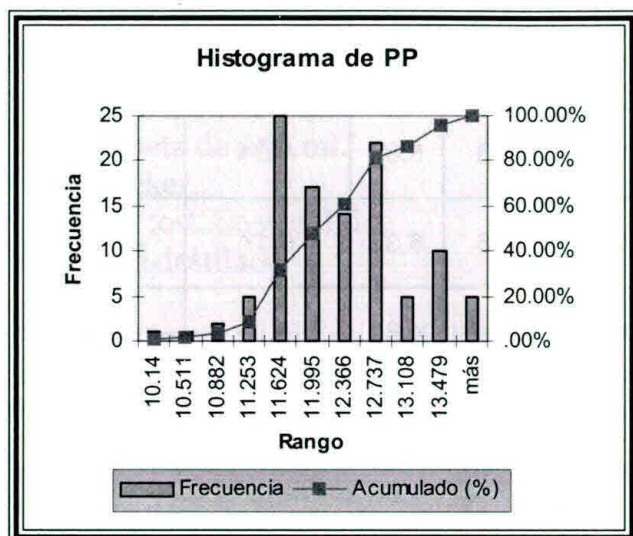


Figura 15. Diagrama de Frecuencia de la Pérdida de Peso final del Café Tostado y Molido resultado de todas las tostaciones efectuadas. para el café normal (sin ningún defecto) de las cuatro repeticiones dieron como resultado:

- Repetición 1: Consumo Superior
- Repetición 2: Excelso UGQ
- Repetición 3: Consumo Superior
- Repetición 4. Excelso UGQ

A continuación se describe el comportamiento de las variables cuyos valores se intentó mantener fijos a lo largo de todas las torrefacciones experimentales efectuadas, la Ta-

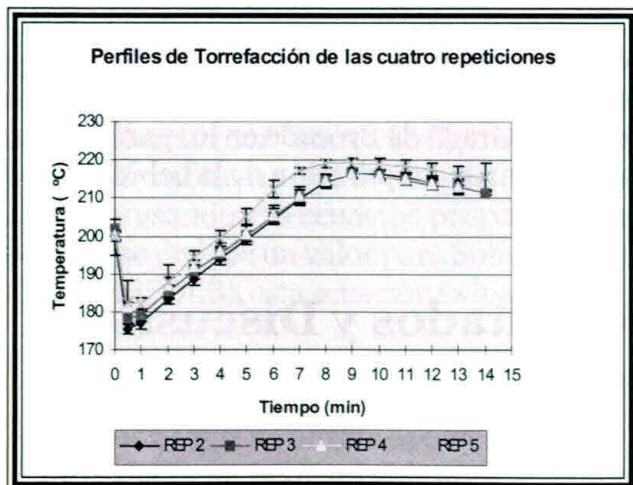


Figura 16. Perfiles de Temperatura de Torrefacción para las cuatro repeticiones

bla 3 resume este comportamiento.

Humedad Café Verde

Los parámetros generales de la distribución se observan en la Tabla 3. La figura 13 muestra un Histograma de la distribución, allí se observa un sesgo a la derecha.

Pérdida de Peso y Color

Como se anotó en Materiales y Métodos el criterio adoptado para finalizar cada tostión

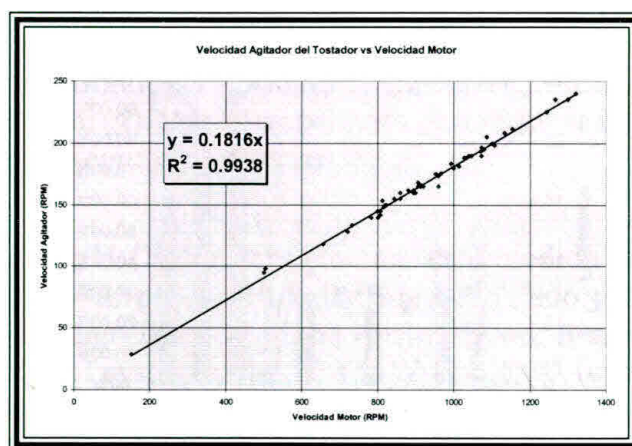


Figura 16A. Relación calculada experimentalmente entre la velocidad del Agitador del Tostador y la Velocidad de giro del motor impulsor.

fue el color desarrollado, que trató de mantenerse, por requerimiento del panel de catación entre 320-350. La figura 14. muestra un histograma del color medido en todas las tostaciones, se observa menos asimétrica y un poco más centrada, aunque sigue siendo bastante asimétrica. La figura 15 muestra el Histograma de la Pérdida de Peso donde valen las mismas consideraciones que para el caso del color.

Parámetros de Proceso

Como se mencionó anteriormente los parámetros de proceso se mantuvieron constantes en lo posible en todos los experimentos. La Figura 16 muestra los perfiles de tem-

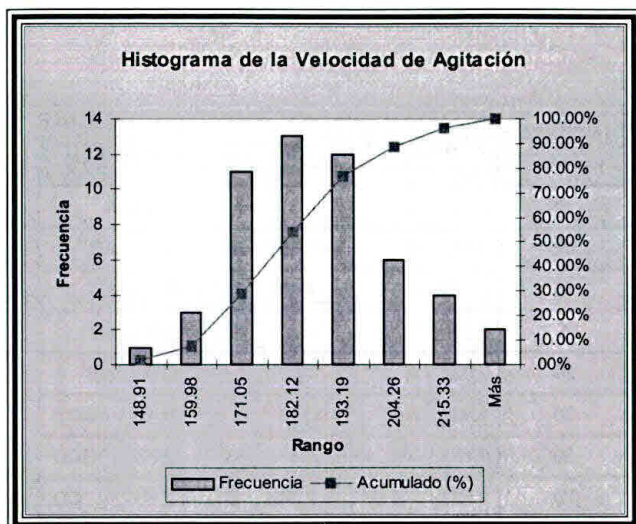


Figura 17. Histograma de la Velocidad de Agitación Calculado a partir de la ecuación de la Figura 16.

peratura de las cuatro repeticiones; se grafica para cada repetición el promedio, con una barra que es el doble de la Desviación estándar. Se observa que en general los perfiles se mantuvieron constantes.

El otro parámetro de control importante es la velocidad de agitación, la cual se mantenía visualmente constante, debido a la falta de un control adecuado. Se empleó para medir la un estroboscopio, mediante la técnica de encontrar primero una relación entre la velocidad de giro de las aspas y la del motor, estando el equipo sin carga. Durante la tostación es imposible medir la velocidad de giro de las aspas, por lo que se mide la velocidad de giro del motor y mediante la relación hallada anteriormente se calcula la velocidad de giro de las aspas.

La Figura 16A muestra esta relación, allí se observa la ecuación hallada y el Coeficiente de Correlación calculado (R^2). Empleando esta ecuación se calculó la Velocidad del Agitador durante el proceso de tostación, y la Figura 17 muestra la distribución obtenida. Las características de esta distribución son: Promedio: 182.96 RPM, Desviación Estándar: 16.513

Variable	CV	Factor	Probabilidad
(IMPREGLO) ^{1/2}	18.495	GRABRO	0.0068
		INFESTA	0.0000
		INTERAC	0.2982
		TRATAM	0.0000
(INTARQMA) ²	27.638	GRABRO	0.0000
		INFESTA	0.0000
		INTERAC	0.0088
		TRATAM	0.0000
(AROMBEB) ²	27.935	GRABRO	0.0002
		INFESTA	0.0000
		INTERAC	0.0003
		TRATAM	0.0000
(AMARGO) ^{1/2}	12.264	GRABRO	0.0004
		INFESTA	0.0000
		INTERAC	0.0012
		TRATAM	0.0000
ACIDEZO	28.129	GRABRO	0.0249
		INFESTA	0.0000
		INTERAC	0.0526
		TRATAM	0.0000
CUERPO	28.462	GRABRO	0.0036
		INFESTA	0.0000
		INTERAC	0.0419
		TRATAM	0.0000

Tabla 4. Resultados del Análisis estadístico para las Variables correspondientes al análisis sensorial

RPM, Kurtosis: 0.077, Skewness: 0.327, Rango: 77.48 RPM.

Otras variables de proceso como las concernientes al Quenching, disponían de medidores lo suficientemente precisos como para garantizar una satisfactoria reproducibilidad entre experimentos.

Análisis Sensorial:

La Tabla 4 muestra los resultados obtenidos correspondientes al análisis sensorial. Estos resultados como se mencionó en Materi-

GRABRO	(IMPREGLO) ^{1/2}	IMPREGLO	ACIDEZO
GRADO1	2.051 A	4.209 A	4.684 A
GRADO2	1.949 AB	3.799 AB	4.344 AB
GRADO3	1.78 B	3.169 B	3.96 B

Tabla 5. Promedios para IMPREGLO, y ACIDEZO, por cada grado de brocado. Con el 95% de confianza promedios con diferente letra son significativamente diferentes según prueba de discriminación de Tukey.

ales y Métodos fueron obtenidos usando la aplicación SAS_LAB del lenguaje SAS versión 6.11 para Windows95 (11), se siguieron en todo las sugerencias dadas por la aplicación (12). En general se utilizó el siguiente procedimiento para reportar resultados, en los casos en los cuales la variable presenta una interacción significativa a un nivel de confianza del 95% (probabilidad < 0.05) se efectúa un análisis para Infestación dejando constante el Grado de Brocado, cuando la interacción no resultó ser significativa se analizaron los factores principales, en todos los casos se analizó la variable contra tratamiento (TRATAM) estando la variable tratamiento definida en la Tabla 2.

Teniendo en cuenta que fueron muchos los casos en los que se encontró interacción, y que en varios casos sin interacción (al 95% de probabilidad) se encontró falta de uniformidad (como en el caso de IMPREGLO) de la respuesta de la variable con relación al Grado de Brocado, se decidió para todos los casos hacer una análisis diferente para cada grado de brocado, o sea en vez de un análisis de varianza de dos vías, siempre se efectuaron tres análisis de una vía (uno por cada grado de broca-

INFESTA (%)	(IMPREGLO) ^{1/2}	IMPREGLO	ACIDEZO
0	2.193 A	4.810 A	5.412 A
10	2.142 A	4.587 A	5.033 AB
15	2.112 A	4.461 A	4.938 AB
5	2.11 A	4.454 A	4.639 AB
20	2.026 A	4.103 A	5.06 AB
30	1.998 A	3.99 A	4.472 ABC
50	1.761 AB	3.1 AB	3.736 BCD
75	1.531 B	2.343 B	2.956 CD
100	1.47 B	2.162 B	2.719 D

Tabla 6. Promedios para IMPREGLO, y ACIDEZO, por cada infestación. Con el 95% de confianza promedios con diferente letra son significativamente diferentes según

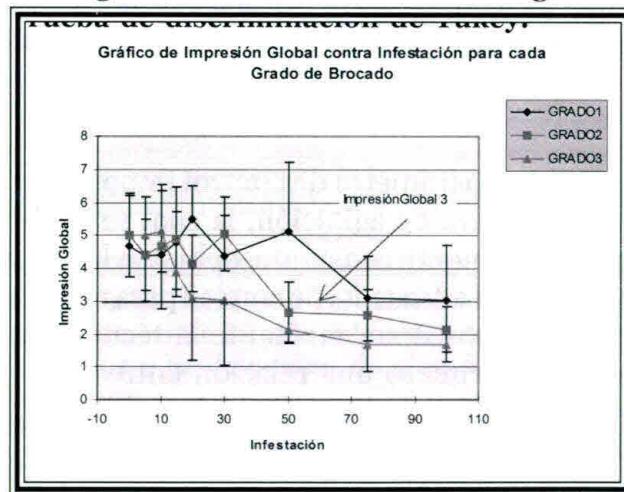


Figura 18. Gráfico de Impresión Global vs Infestación para cada Grado de Brocado

do).

Impresión Global (IMPREGLO):

Las Tablas 5 y 6 muestran los resultados para IMPREGLO, con relación al Grado de Brocado y a la Infestación respectivamente, se presenta tanto el valor de la variable transformada, como sin transformar, a la derecha se presenta el agrupamiento Tukey correspondiente, en ambos casos este agrupamien-

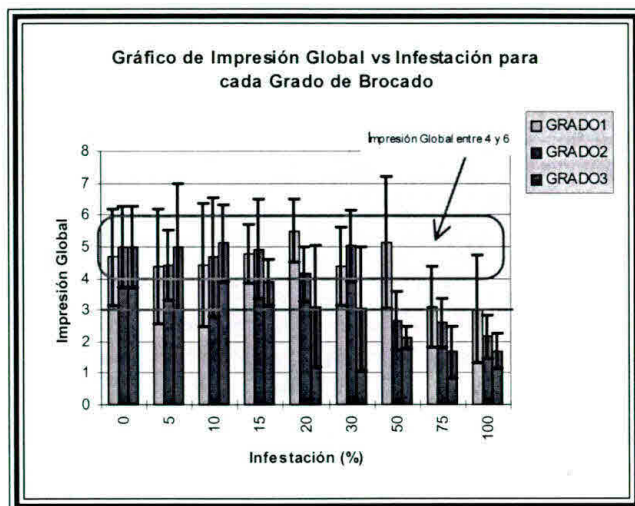


Figura 19. Gráfico de barras de Impresión Global vs Infestación para cada Grado de Brocado

to se puede interpretar diciendo que hay diferencia significativa entre algunos pares de promedios, pero no hay conjuntos de promedios significativamente diferentes. En particular en lo que a Grado de Brocado se refiere se observa que existe una diferencia significativa (con el 95% de confianza) entre el GRADO1 y el GRADO3 de brocado, aunque ningún grado tiene menos de 3 de calificación (de rechazo). En lo que a Infestación se refiere se observa que no hay diferencia significativa entre las infestaciones de la 0% (normal) a la 50%, pero si existe diferencia significativa entre la infestación 0% (normal) y 75%, y 100%. Se observa también que solo las infestaciones de 75% y 100% muestran calificaciones menores de 3 (rechazo, según la escala de calificación del panel). Las Figuras 18 y 19 son gráficos de la Impresión Global contra la Infestación para cada Grado de Brocado, la Figura 18 es un gráfico de dispersión en el cual la Infestación se despliega como variable numérica; la Figura 19 es un diagrama de barras en el cual la infestación se despliega como variable alfanumérica. Ambas figuras ilustran la variación de la Impresión Global con la Infestación y el Grado de Brocado, y se grafica el prome-

IMPREGLO	GRADO3	GRADO2	GRADO1
PROB	0.0023 SOBRE LOG10(IMPREGLO)	0.0163	0.4217
INFESTA (%)	PROMEDIO IMPREGLO		
10	5.0049 A	4.668 AB	4.418 A
0	4.8643 A	5 A	4.665 A
5	4.559 A	4.408 AB	4.365 A
15	3.8223 AB	4.915 AB	4.783 A
20	2.778 AB	4.148 AB	5.5 A
30	2.677 AB	5.03 A	4.375 A
50	2.1026 AB	2.658 AB	5.125 A
75	1.5201 B	2.595 AB	3.105 A
100	1.6154 B	2.145 B	3.023 A

Tabla 7. Discriminación de Promedios con relación a la Infestación para Impresión Global por cada grado de brocado.

dio para cada caso, junto con una barra cuya magnitud es el doble de la Desviación Estándar respectiva. En las Figuras se ve como en general la Impresión Global disminuye a medida que aumenta la infestación, encontrándose las curvas para GRADO3, más bajas que para GRADO2, y GRADO1. En la Figura 18 se observa que los promedios correspondientes a la línea de GRADO1 siempre están por encima de 3 (rechazo), incluso para el caso de infestación 100%; la línea para GRADO2 cae bajo 3 desde 50% en adelante y la de GRADO3 desde 30% en adelante. En la figura 19 se ve que para GRADO1 los promedios se mantienen entre 4 y 6 hasta una infestación del 50%, para GRADO2 hasta 30%, y para GRADO3 hasta 10%, esta última Figura es más apropiada para resaltar el comportamiento del Grado de Brocado a Infestación constante, es notorio el hecho de que a bajas infestaciones (<30%), prácticamente el Grado de Brocado no tiene influencia en IMPREGLO, pero a partir de este valor en 50, 75, y 100%, el Grado de Brocado GRADO3, comienza a ser sistemáticamente el peor calificado de los 3. El análisis de la Figura 18 conlleva a pensar que el comportamiento de la Impresión Global con relación a la Infes-

Probabilidad 0.0000 para (IMPREGLO) ^{1/2}			
INFESTACION (%)	Grado de daño	TRATAM	IMPREGLO
20	GRADO1	10	5.4621 A
10	GRADO3	6	5.0599 AB
30	GRADO2	14	4.9814 AB
0	NORMAL	26	4.9338 ABC
0	NORMAL	27	4.9338 ABC
50	GRADO1	16	4.9092 ABC
15	GRADO2	8	4.819 ABC
5	GRADO3	3	4.799 ABC
15	GRADO1	7	4.75 ABC
0	NORMAL	25	4.5674 ABC
10	GRADO2	5	4.4883 ABC
5	GRADO2	2	4.3603 ABC
30	GRADO1	13	4.3086 ABC
10	GRADO1	4	4.2322 ABC
5	GRADO1	1	4.2128 ABC
20	GRADO2	11	4.1099 ABC
15	GRADO3	9	3.8486 ABC
75	GRADO1	19	3.0033 ABC
20	GRADO3	12	2.9323 ABC
30	GRADO3	15	2.8399 ABC
100	GRADO1	22	2.8082 ABC
50	GRADO2	17	2.6003 ABC
75	GRADO2	20	2.5506 ABC
50	GRADO3	18	2.1135 ABC
100	GRADO2	23	2.1022 ABC
100	GRADO3	24	1.6522 BC
75	GRADO3	21	1.5928 C

Tabla 8. Discriminación de Promedios con relación a los Tratamientos para Impresión Global. Promedios con la misma letra con el 95% de confianza no son significativamente diferentes.

tación depende del grado de brocado, contrariamente a lo que sugiere el valor de la probabilidad encontrado para la interacción, por lo cual se decidió efectuar un análisis de la Impresión Global por Grado de Brocado. La Ta-

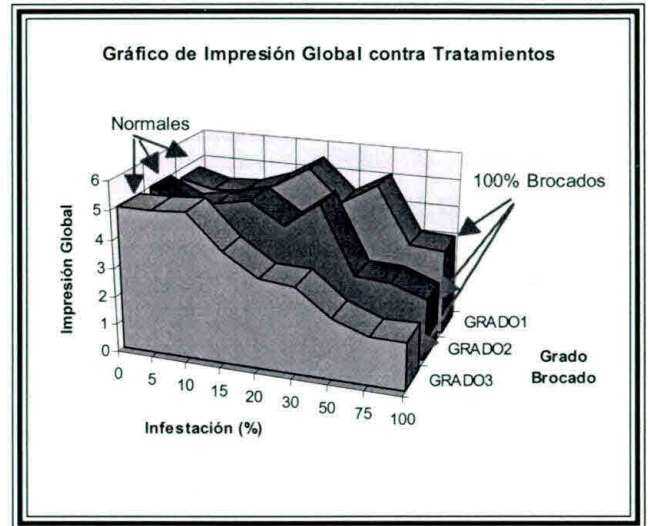


Figura 20. Gráfico de la Impresión Global contra los Tratamientos

bla 7 muestra los resultados de este análisis, allí se observa según el valor de la probabilidad que para GRABRO = GRADO1, no hay influencia significativa de la Infestación, e IMPREGLO siempre se mantiene mayor que 3 como se observa en la gráfica. Para GRADO2 y GRADO3 si hay influencia significativa de la Infestación, pero en general se puede decir que hay diferencia significativa (al 95% de confianza) entre algunos pares de promedios pero no hay grupos de promedios significativamente diferentes, y se confirman las observaciones hechas en las Figuras 18 y 19.

La Tabla 8 muestra los resultados del análisis contra Tratamientos; en este caso el SAS recomendó transformar la variable a (IMPREGLO)^{1/2}, y el análisis dio como resultado una diferencia significativa para tratamientos, el resultado mostrado se puede interpretar diciendo que hay diferencia significativa entre algunos pares de promedios, por no hay conjuntos de promedios significativamente diferentes. En la Tabla se listan los promedios para tratamientos en orden decreciente en cuanto al valor de la Impresión Global, y es notoria la

gran dispersión de este valor, pues en el grupo **A** se agrupan promedios desde 5.46 a 2.10, indicando una diferencia mínima significativa de por lo menos 3.3. Es notable el hecho de que los productos normales (Tratamientos 25, 26 y 27) prácticamente son significativamente iguales a todos los otros tratamientos, y adicionalmente no son los mejor calificados. La Figura 20 es un gráfico del promedio de la Impresión Global contra los Tratamientos, se observan allí las características generales mencionadas, o sea la disminución progresiva de la Impresión Global a medida que aumenta el porcentaje de infestación, descenso más pronunciado a medida que el Grado de Brocado aumenta. A Infestación constante se observa también una disminución de la Impresión Global a medida que el Grado de Brocado aumenta, descenso más pronunciado a medida que el porcentaje de Infestación aumenta.

Intensidad del Aroma:

Otra de las características importantes que califica el panel de catación es la Intensidad del Aroma, que es una calificación dada por el catador a la Intensidad del Aroma percibida en seco, antes de preparar la infusión, en este caso también valores inferiores a tres son de rechazo. En los análisis iniciales efectuados se detectó interacción entre GRABRO e INFESTA, por lo que se decidió efectuar el análisis estadístico por nivel de GRABRO. La Tabla 9 muestra los resultados de este análisis, tanto para el caso de GRADO2 como de GRADO1 fue necesario transformar la variable a $(INTAROMA)^3$, para poder efectuar el análisis. Se tienen en este caso conclusiones análogas al caso de IMPREGLO, para GRADO1, se acepta la Hipótesis Nula, o sea con el 95% de confianza la Infestación no está afectando la Intensidad del Aroma. Para GRADO1 y GRADO2, se rechaza la Hipótesis nula. La Tabla 9

INTAROMA	GRADO3	GRADO2	GRADO1
PROB	0.0000	0.0009 SOBRE (INTAROMA) ³	0.2358 SOBRE (INTAROMA) ³
INFESTA (%)	PROMEDIO INTAROMA		
10	5.8330 A	5.8063 AB	5.3783 A
15	5.7500 A	5.3004 ABC	5.8829 A
5	5.5430 A	5.8521 AB	5.5866 A
0	5.3980 A	5.5581 ABC	5.7119 A
30	4.9500 A	5.8814 AB	5.5498 A
20	4.9080 AB	5.9584 A	6.0859 A
100	3.0650 ABC	3.4083 C	5.5525 A
50	3.0400 C	4.9864 ABC	6.0571 A
75	3.0000 C	4.134 BC	4.7763 A

Tabla 9. Discriminación de Promedios con relación a la Infestación para Intensidad de Aroma por cada grado de brocado.

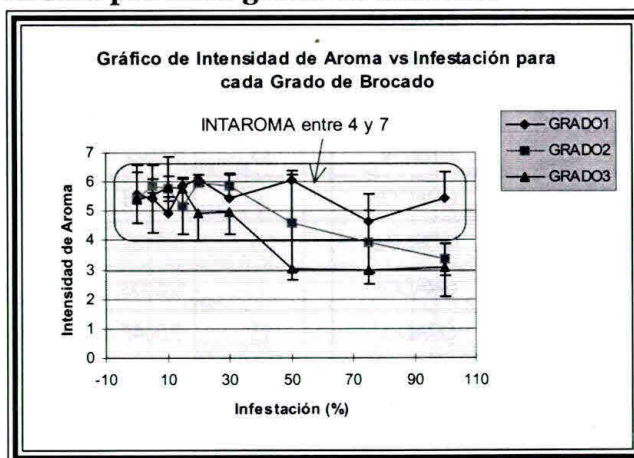


Figura 21. Gráfico de Intensidad de Aroma vs Infestación para cada Grado de Brocado

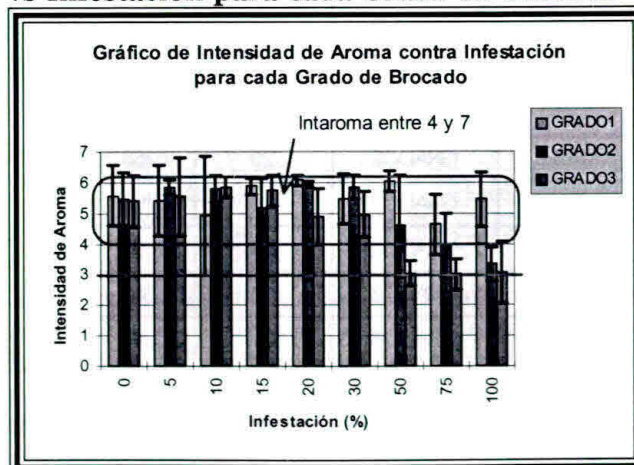


Figura 22. Gráfico de barras de Intensidad de Aroma vs Infestación para cada Grado de Brocado

muestra la discriminación de promedios para estos casos, la cual puede interpretarse diciendo que existe diferencia significativa entre al-

PROB 0.0000 para (INTAROMA) ²			
INFESTACION (%)	Grado de daño	TRATAM	INTAROMA
20	GRADO1	10	6.0842 A
50	GRADO1	16	6.0498 AB
20	GRADO2	11	5.958 AB
10	GRADO1	4	5.8921 AB
15	GRADO1	7	5.879 AB
30	GRADO2	14	5.8722 AB
5	GRADO2	2	5.8486 AB
10	GRADO3	6	5.8397 AB
10	GRADO2	5	5.7948 AB
15	GRADO3	9	5.7663 AB
0	NIRMAL	25	5.6522 AB
5	GRADO3	3	5.6506 AB
0	NORMAL	26	5.5122 ABC
5	GRADO1	1	5.5106 ABC
30	GRADO1	13	5.5047 ABC
100	GRADO1	22	5.5047 ABC
0	NORMAL	27	5.4452 ABCD
15	GRADO2	8	5.2354 ABCD
30	GRADO3	15	4.9926 ABCD
20	GRADO3	12	4.9708 ABCD
50	GRADO2	17	4.7981 ABCD
75	GRADO1	19	4.7042 ABCD
75	GRADO2	20	4.0358 BCD
100	GRADO2	23	3.3704 CD
100	GRADO3	24	3.1853 CD
50	GRADO3	18	3.0589 D
75	GRADO3	21	3.0298 D

Tabla 10. Discriminación de Promedios con relación a los Tratamientos para Intensidad de Aroma. Promedios con la misma letra con el 95% de confianza no son significativamente diferentes.

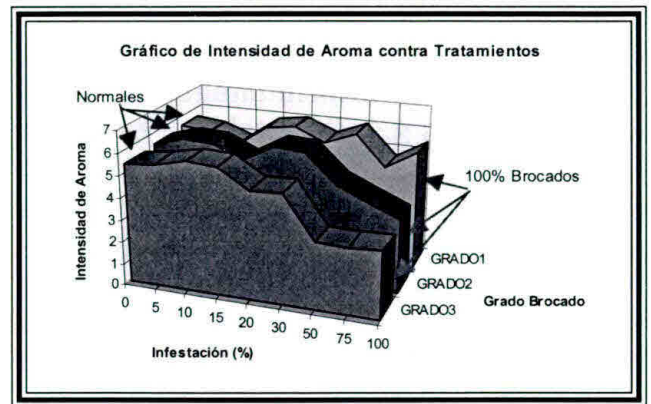


Figura 23. Gráfico de la Intensidad del Aroma contra los Tratamientos

gunos pares de promedios, pero no hay conjuntos de promedios significativamente diferentes. Se nota igualmente que la discriminación para GRADO3 es mayor que para GRADO2. Las Figuras 21 y 22 muestran gráficamente las dependencias mencionadas y para ellas son válidas las mismas convenciones que para las Figuras 18, y 19. En estas figuras se observa la poca variación de la Intensidad de Aroma con respecto a la Infestación para GRADO1, su valor siempre estuvo entre 4 y 7. Es notorio también el hecho de que en ningún caso el valor promedio de INTAROMA bajó de 3 (Rechazo); la Figura 22 es apropiada para resaltar el efecto del Grado de Brocado a Infestación constante, resalta allí el hecho de que hasta Infestación 30%, prácticamente no existe influencia del Grado de Brocado, el cual tiene más influencia en 50, 75 y 100%. La Tabla 10 muestra la discriminación de tukey con relación a los Tratamientos. Se lista para cada Tratamiento sus parámetros y el promedio de Intensidad de Aroma en orden descendente, lo más notorio es que los productos normales en general no son los mejor calificados en valor absoluto, aunque son significativamente iguales a todos los tratamientos, menos al 18 y 21. Es notorio acá también el hecho de que ningún tratamiento es calificado con un valor

AROMBEB	GRADO3	GRADO2	GRADO1
PROB	0.0000	0.0000	0.0349 sobre (AROMBEB) ^{a,b}
INFESTA(%)	PROMEDIO DE AROMBEB		
0	5.938 A	5.918 A	6.0372 A
10	5.625 A	5.293 ABC	4.9509 A
15	5.543 A	5.000 ABC	5.9236 A
5	5.293 AB	5.798 A	5.4089 A
30	5.000 AB	5.583 AB	5.5582 A
20	4.770 AB	5.855 A	5.9522 A
50	3.5 BC	3.898 CD	5.979 A
75	2.793 C	4.010 BCD	4.9782 A
100	2.322 C	2.792 D	5.2475 A

Tabla 11. Discriminación de Promedios con relación a la Infestación para Aroma de la bebida por cada grado de brocado.

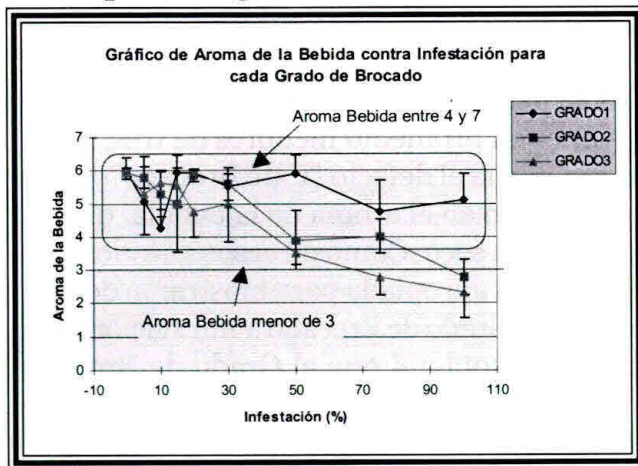


Figura 24. Gráfico del Aroma de la bebida vs Infestación para cada Grado de Brocado

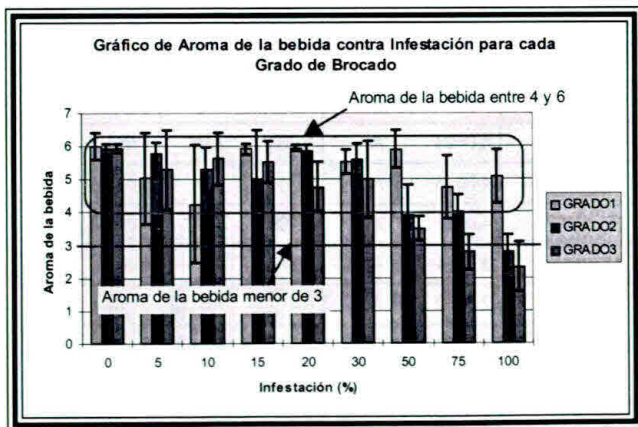


Figura 25. Gráfico de barras del Aroma de la bebida vs Infestación para cada Grado de Brocado

PROB 0.0000 PARA (AROMBEB) ^{a,2}			
INFESTA	GRABRO	TRATAM	AROMBEB
0	GRADO1	25	6.0104 A
20	GRADO1	10	5.9506 AB
50	GRADO1	16	5.9302 AB
15	GRADO1	7	5.9192 AB
0	GRADO3	27	5.9178 AB
0	GRADO2	26	5.8921 AB
20	GRADO2	11	5.8569 AB
5	GRADO2	2	5.8041 AB
10	GRADO3	6	5.6672 ABC
30	GRADO2	14	5.5993 ABC
15	GRADO3	9	5.5691 ABC
30	GRADO1	13	5.5347 ABC
5	GRADO3	3	5.3944 ABC
10	GRADO2	5	5.3244 ABC
5	GRADO1	1	5.1817 ABCD
15	GRADO2	8	5.1599 ABCD
100	GRADO1	22	5.1295 ABCD
30	GRADO3	15	5.099 ABCD
75	GRADO1	19	4.8227 ABCDE
20	GRADO3	12	4.8158 ABCDE
10	GRADO1	4	4.5212 ABCDE
75	GRADO2	20	4.034 ABCDE
50	GRADO2	17	3.9765 BCDE
50	GRADO3	18	3.5138 CDE
75	GRADO3	21	2.8306 DE
100	GRADO2	23	2.8306 DE
100	GRADO3	24	2.4131 E

Tabla 12. Discriminación de Promedios con relación a los Tratamientos para Aroma de la bebida. Promedios con la misma letra con el 95% de confianza no son significativamente diferentes.

menor de tres (rechazo). La Figura 23 es un gráfico de la Intensidad del Aroma contra los tratamientos, resalta allí el hecho de que prác-

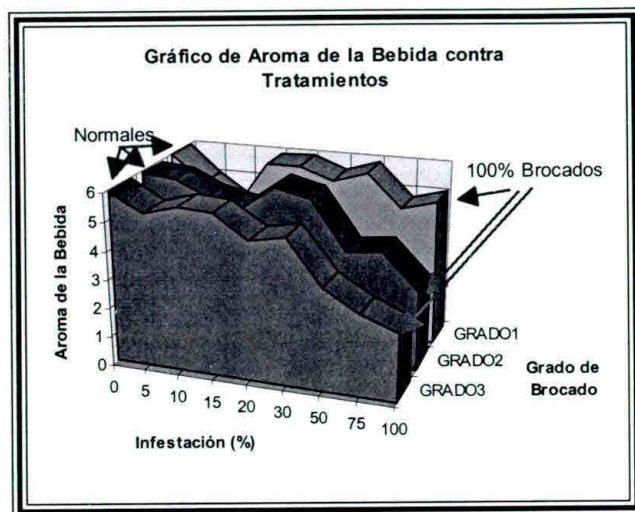


Figura 26. Gráfico del Aroma de la bebida contra los Tratamientos

ticamente para GRADO1 no varía el valor de INTAROMA, con relación al porcentaje de infestación, mientras que para GRADO2, y GRADO3, si se nota un descenso, sobre todo a partir de una Infestación del 30%.

Aroma de la Bebida

A diferencia de la Intensidad de Aroma, que se mide sobre el producto molido, sin efectuar la infusión, la medida del Aroma de la Bebida se efectúa sobre la infusión recién elaborada. Como lo muestra la Tabla 4 en este caso el análisis estadístico mostró una interacción entre INFESTACION y GRABRO, por lo que se efectuó un análisis por nivel de GRABRO. La Tabla 11 muestra los resultados de este análisis, allí se observa que para el caso de GRABRO=GRADO1, fue necesario efectuar una transformación para poder realizar el análisis, para este caso la probabilidad es menor de 0.05, indicando una influencia significativa del Nivel de Infestación, sin embargo al aplicar la prueba de discriminación de promedios de Tukey no arrojó ningún par de promedios significativamente diferentes entre si, ni al 90%, ni al 95% de significancia. Para

GRABRO=GRADO2, y GRADO3 la prueba de Tukey si arrojó diferencias significativas entre algunos pares de promedios, pero no conjuntos de promedios significativamente diferentes. Las Figuras 24 y 25 despliegan gráficamente los resultados de la Tabla 11, allí es notoria la constancia del aroma de la bebida para el caso de GRADO1, observándose que para este caso ningún producto fue calificado con una nota menor de 4. Para GRADO2, y GRADO3, sí se nota una disminución del Aroma de la Bebida a medida que aumenta el nivel de Infestación, más pronunciada para el caso de GRADO3. Solo para GRADO3, Y GRADO2, 100% y GRADO3, 75% se obtienen en promedio notas menores de 3 (rechazo). Lo anterior contrasta con el caso de la Intensidad del Aroma para el cual nunca se obtuvieron calificaciones en promedio menores de tres, parecería como si el defecto "Café Brocado", fuera más notorio en el aroma de la bebida, que en el aroma en seco. Como en casos anteriores la figura 25 es apropiada para mostrar la dependencia del Grado de Brocado a Infestación constante, se nota allí que el Grado de Brocado comienza a tener influencia significativa solo a partir de la Infestación 50%. La Tabla 12

CUERPO	GRADO3	GRADO2	GRADO1
PROB	0.0000 SOBRE (CUERPO) ^{1/2}	0.0012	0.0648
INFESTA (%)	PROMEDIO DE CUERPO		
5	5.177 A	4.793 ABC	4.532 A
0	4.8493 A	5.083 ABC	4.665 A
10	4.5678 A	5.168 AB	3.833 A
15	4.4619 AB	4.708 ABC	4.845 A
30	3.3154 ABC	5.365 A	4.665 A
20	2.9639 ABC	4.418 ABCD	5.668 A
50	2.1228 BC	2.75 CD	5.125 A
100	1.7315 C	2.293 D	3.035 A
75	1.5928 C	2.77 BCD	2.977 A

Tabla 13. Discriminación de Promedios con relación a la Infestación para Cuerpo por cada grado de brocado.

muestra la discriminación de promedios con relación a los tratamientos, se observa que existe diferencia significativa entre algunos pares de promedios, pero no hay grupos de promedios significativamente diferentes. En particular son notorias diferencias significativas entre los productos normales y los 100% brocados GRADO2, y GRADO3; se observa una buena calificación del producto 100% brocado GRADO1, se observa igualmente que los únicos tratamientos de rechazo para el Aroma de la Bebida son el 75%, y 100% GRADO3, y el 100% GRADO2. La Figura 26 es un gráfico del Aroma de la Bebida, contra los tratamientos, es notorio allí que para GRADO1, en gen-

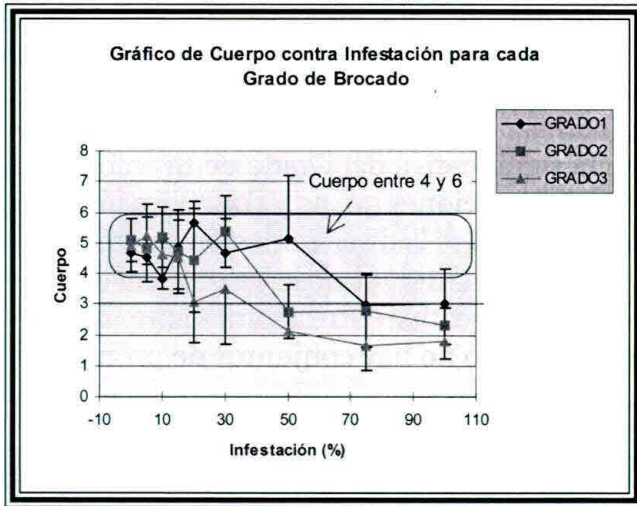


Figura 27. Gráfico del Cuerpo de la bebida vs Infestación para cada Grado de Brocado

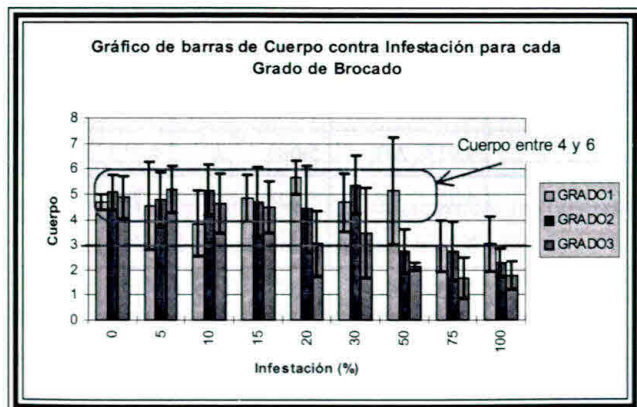


Figura 28. Gráfico de barras del Cuerpo de la bebida vs Infestación para cada Grado de Brocado

PROB 0.0000 PARA CUERPO			
INFESTA	GRABRO	TRATAM	CUERPO PROMEDIO
20	GRADO1	10	5.668 A
30	GRADO2	14	5.365 AB
5	GRADO3	3	5.208 ABC
10	GRADO2	5	5.168 ABC
50	GRADO1	16	5.125 ABC
0	NORMAL	26	5.083 ABC
0	NORMAL	27	4.875 ABC
15	GRADO1	7	4.845 ABCD
5	GRADO2	2	4.793 ABCD
15	GRADO2	8	4.708 ABCDE
30	GRADO1	13	4.665 ABCDE
0	NORMAL	25	4.665 ABCDE
10	GRADO3	6	4.625 ABCDE
5	GRADO1	1	4.533 ABCDE
15	GRADO3	9	4.503 ABCDE
20	GRADO2	11	4.418 ABCDE
10	GRADO1	4	3.833 ABCDE
30	GRADO3	15	3.47 ABCDE
20	GRADO3	12	3.053 ABCDE
100	GRADO1	22	3.035 ABCDE
75	GRADO1	19	2.978 ABCDE
75	GRADO2	20	2.77 ABCDE
50	GRADO2	17	2.75 ABCDE
100	GRADO2	23	2.293 BCDE
50	GRADO3	18	2.125 CDE
100	GRADO3	24	1.77 DE
75	GRADO3	21	1.668 E

Tabla 14. Discriminación de Promedios con relación a los Tratamientos para Cuerpo de la bebida. Promedios con la misma letra con el 95% de confianza no son significativamente diferentes.

eral el nivel de Infestación no influye sobre la calificación del Aroma, mientras que para GRADO2, y GRADO3, si, siendo mayor la in-

fluencia para GRADO3. Es notoria igualmente la considerable diferencia entre los 100% brocados, cuando se comparan los grados de brocado entre si.

Cuerpo

El Cuerpo es otra característica importante de un buen café, en general el café colombiano tiene tendencia a mostrar un bajo cuerpo, cuando se le compara con otras variedades. La Tabla 13 resume los resultados encontrados. También en este caso se encontró interacción entre INFESTACION y GRABRO, por lo que se realizó un análisis por Grado de Brocado. La Tabla muestra que, debido al valor de la probabilidad (>0.05) se acepta la hipótesis nula para GRABRO=GRADO1, o sea en este caso la Infestación no está influyendo en el valor del Cuerpo, tal y como ha sucedido con todas las otras características sensoriales estudiadas. Para GRABRO=GRADO2 y GRADO3, si se presenta una influencia significativa de la Infestación, y existe diferencia significativa entre algunos pares de promedios, pero no hay conjuntos de promedios significativamente diferentes. También como ha sucedido con las otras características en este caso el efecto es más notorio para GRADO3. Las figuras 27 y 28 muestran estos

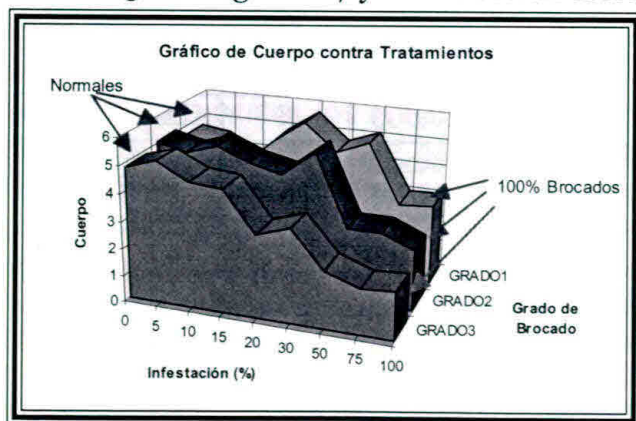


Figura 29. Gráfico del Cuerpo de la bebida contra los Tratamientos

resultados gráficamente. En ellas se observan las afirmaciones anteriores, pero también es notoria una considerable caída del valor del Cuerpo para Infestaciones por encima del 50%, para GRADO1, por encima del 30% para GRADO2, y del 15% para GRADO3. En general según se infiere de estas gráficas el Cuerpo es más sensible que las otras características sensoriales analizadas hasta ahora, tanto al Grado de Brocado como al Nivel de Infestación. Como se observa en las gráficas, solo hasta los niveles de Infestación mencionados, para cada Grado de Brocado, se mantienen los valores de Cuerpo entre 4 y 6; en general para Infestaciones de 75 y 100%, para el caso de GRADO1, para infestaciones de 50, 75 y 100%, para GRADO2, y de 15% en adelante para GRADO3, el Cuerpo cae a valores menores de 3 (rechazo). La Figura 28 muestra una influencia significativa del Grado de Brocado solo para Infestaciones 50, 75 y 100%. En la Tabla 14 se encuentra la discriminación con relación a los tratamientos, se observa que existe diferencia significativa entre algunos pares de promedios, pero no hay conjuntos de promedios

ACIDEZO	GRADO3	GRADO2 90%	GRADO1
PROB	0,0000	0,0048	0,7589
INFESTA	Promedio de Acidez		
10	5,668 A	5,013 AB	4,412 A
5	5,293 AB	4 AB	4,625 A
0	5,115 AB	5,165 A	4,750 A
15	4,918 AB	5,083 A	4,813 A
20	4,22 AB	5,228 A	5,733 A
30	3,5 ABC	5,248 A	4,668 A
50	2,958 BC	3,075 AB	5,175 A
100	1,708 C	2,582 B	3,868 A
75	1,668 C	3,095 AB	4,105 A

Tabla 15. Discriminación de Promedios con relación a la Infestación para la Acidez Organoléptica por cada grado de brocado.

Gráfico de Acidez Organoléptica contra Infestación para cada Grado de Brocado

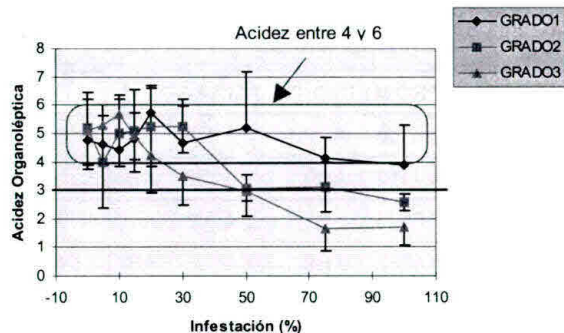


Figura 30. Gráfico de la Acidez Organoléptica vs Infestación para cada Grado de Brocado

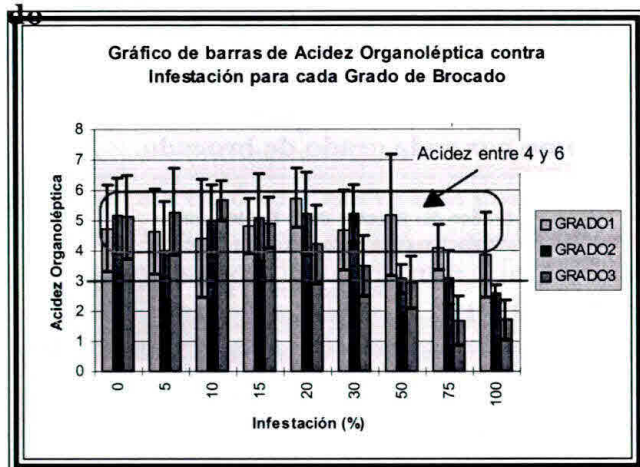


Figura 31. Gráfico de barras de la Acidez Organoléptica vs Infestación para cada Grado de Brocado

significativamente diferentes. Observando el Grupo A se nota una diferencia de 2.918 entre los promedios mayor y menor, o sea que ese es el valor aproximado de la diferencia mínima significativa, confirmándose una enorme dispersión en la calificación de los tratamientos. Solo dos de los tratamientos normales, presentan diferencia significativa con los brocados GRADO3 75 y 100%. La Figura 29 muestra el promedio de la calificación del Cuerpo de la Bebida contra los tratamientos, se observa allí la caída del valor del Cuerpo de la Bebida a altos valores de Infestación y Grado de Brocado.

PROB: 0.0000 PARA ACIDEZ

INFESTA (%)	GRABRO	TRATAM	CUERPO PROMEDIO	
0	NORMAL	26	5.777	A
20	GRADO1	10	5.733	A
0	NORMAL	27	5.71	A
10	GRADO3	6	5.668	A
5	GRADO3	3	5.293	A
30	GRADO2	14	5.248	A
20	GRADO2	11	5.228	A
50	GRADO1	16	5.175	A
15	GRADO2	8	5.083	A
10	GRADO2	5	5.013	A
15	GRADO3	9	4.918	A
15	GRADO1	7	4.813	AB
0	NORMAL	25	4.75	AB
30	GRADO1	13	4.668	AB
5	GRADO1	1	4.625	AB
10	GRADO1	4	4.418	AB
20	GRADO3	12	4.22	AB
75	GRADO1	19	4.105	AB
5	GRADO2	2	4	AB
100	GRADO1	22	3.868	AB
30	GRADO3	15	3.5	AB
75	GRADO2	20	3.095	AB
50	GRADO2	17	3.075	AB
50	GRADO3	18	2.958	AB
100	GRADO2	23	2.583	AB
100	GRADO3	24	1.708	B
75	GRADO3	21	1.668	B

Tabla 16. Discriminación de Promedios con relación a los Tratamientos para Acidez de la bebida. Promedios con la misma letra con el 95% de confianza no son significativamente diferentes.

Acidez Organoléptica (ACIDEZO):

Otra característica importante de un café es su acidez; en este trabajo se efectuaron tres medidas de Acidez, la acá descrita que es la

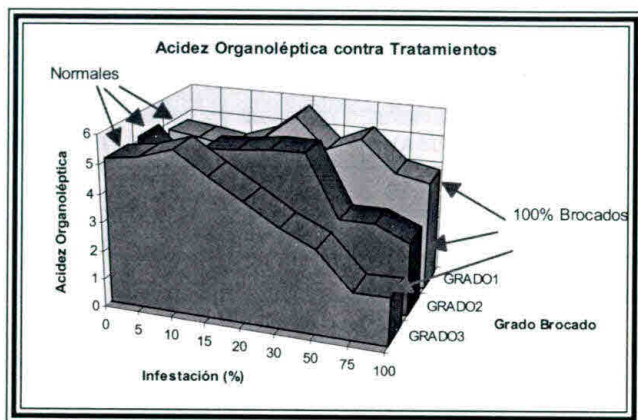


Figura 32. Gráfico de la Acidez de la bebida contra los Tratamientos

Acidez Organoléptica (ACIDEZO), la Acidez Titulable (ACIDEZT), y una medida del pH de la bebida, como se sabe el pH tiene en cierta forma correlación con la Acidez; las últimas dos medidas son instrumentales, mientras que la acá descrita es una calificación sensorial. La Tabla 15 resume los resultados obtenidos. Para GRABRO=GRADO1, no se observó efecto significativo del nivel de infestación (prob = 0.7589), a pesar de la diferencia de 2.5 aproximadamente habida entre el valor mayor y menor de acidez, dando una idea de la gran dispersión de las medidas encontrada. Para GRADO2 y GRADO3, si se detectaron diferencias significativas entre algunos pares de promedios, no habiendo conjuntos de promedios significativamente diferentes, las diferencias fueron más pronunciadas en el caso de GRABRO=GRADO3. Las figuras 30 y 31 muestran estas diferencias gráficamente, allí se observa como los promedios para GRADO1, siempre se mantienen entre 4 y 6 (aceptables), y solo descienden a valores menores que 3 (rechazos) para infestaciones de 50, 75 y 100%, y GRADO2 y GRADO3 de Brocado. Cada barra es el doble de la desviación estándar correspondiente, y también se observan las grandes dispersiones encontradas. La Figura 31 despliega la Infestación como variable alfanumérica, y en general muestra más claramente las

AMARGO	GRADO3	GRADO2	GRADO1
PROB	0.0000 SOBRE (AMARGO) ^{1/2}	0.0782	0.2026
INFESTA	PROMEDIO DE AMARGO		
5	5.0168 A	4.075 AB	4.165 A
10	4.7112 AB	3.658 AB	3.208 A
0	4.6103 AB	4.708 A	4.79 A
15	3.5977 ABC	4.085 AB	4.543 A
30	3.5023 ABC	4.178 AB	4.355 A
20	3 BCD	4.158 AB	4.458 A
50	2.6194 CDE	3.75 AB	4.763 A
100	1.6181 DE	2.468 B	3.478 A
75	1.2805 E	3.178 AB	3.395 A

Tabla 17. Discriminación de Promedios con relación a la Infestación para el Amargo de la Bebida por cada grado de brocado.

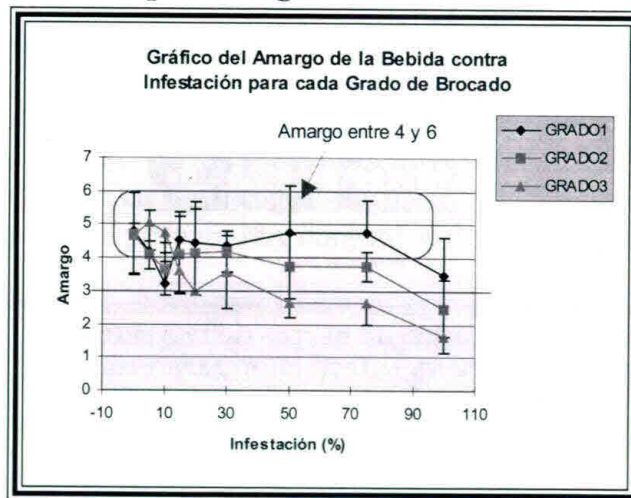


Figura 33. Gráfico del Amargo de la Bebida vs Infestación para cada Grado de Brocado diferentes dispersiones, y la influencia del Grado de Brocado a Infestación constante, se observa allí que el efecto del Grado de Brocado comienza a ser importante a partir del 50% de Infestación. La Tabla 16 muestra la discriminación de Tukey con relación a los tratamientos; en este caso el valor de la probabilidad conduce a rechazar la hipótesis nula, o sea los tratamientos están influyendo significativa-

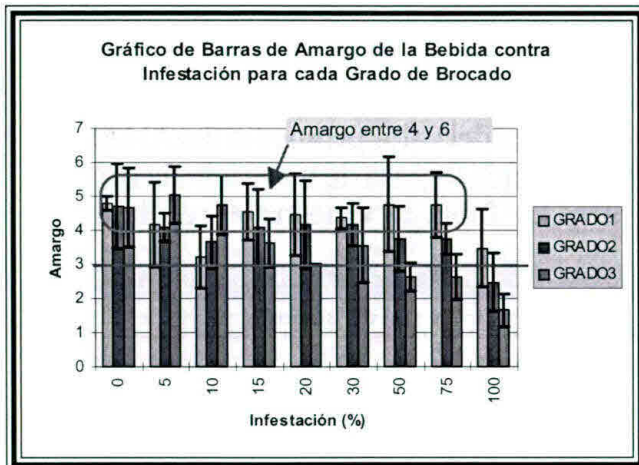


Figura 34. Gráfico de barras del Amargo de la Bebida vs Infestación para cada Grado de Brocado

mente el valor de la acidez, es posible afirmar que existe diferencia significativa entre algunos pares de promedios, pero no hay conjuntos de promedios significativamente diferentes. También en este caso se observa una gran dispersión en los valores de acidez, pues los únicos tratamientos significativamente diferentes al que presenta mayor acidez, el número 26, son los tratamientos 24 y 21, o sea brocado GRADO3 al 75 y 100% de infestación; también se observa en la Tabla que los únicos tratamientos con valor de rechazo (≤ 3) son los correspondientes a brocados GRADO3 con infestaciones de 50, 75 y 100%, y GRADO2 al 100%. La Figura 32 muestra el gráfico de la acidez con relación a los tratamientos, se observan

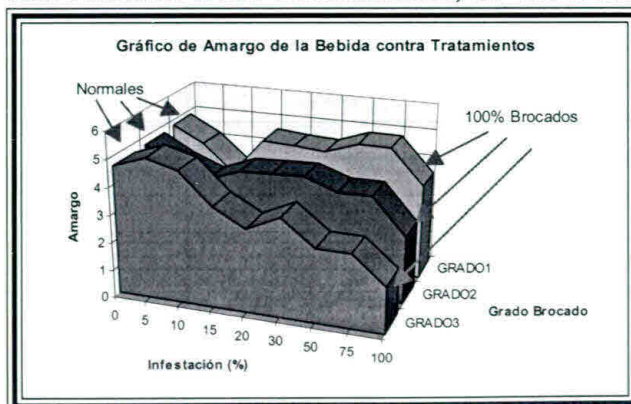


Figura 35. Gráfico del Amargo de la bebida contra los Tratamientos

PROB: 0.0000 SOBRE (AMARGO) ^{*1/2}			
INFESTA(%)	GRABRO	TRATAM	AMARGO PROMEDIO
5	GRADO3	3	5.0168 A
0	NORMAL	25	4.7883 A
10	GRADO3	6	4.7112 AB
50	GRADO1	16	4.686 AB
0	NORMAL	26	4.639 AB
0	NORMAL	27	4.6103 AB
15	GRADO1	7	4.5129 AB
20	GRADO1	10	4.3929 AB
30	GRADO1	13	4.3513 AB
30	GRADO2	14	4.1591 AB
20	GRADO2	11	4.0873 AB
5	GRADO1	1	4.0798 AB
5	GRADO2	2	4.0667 AB
15	GRADO2	8	4.0219 AB
50	GRADO2	17	3.7058 AB
10	GRADO2	5	3.6268 ABC
15	GRADO3	9	3.5977 ABC
30	GRADO3	15	3.5023 ABC
100	GRADO1	22	3.4063 ABC
75	GRADO1	19	3.3466 ABC
75	GRADO2	20	3.1668 ABC
10	GRADO1	4	3.1536 ABC
20	GRADO3	12	3 ABCD
50	GRADO3	18	2.6194 ABCD
100	GRADO2	23	2.3975 BCD
100	GRADO3	24	1.6181 CD
75	GRADO3	21	1.2805 D

Tabla 18. Discriminación de Promedios con relación a los Tratamientos para el Amargo de la bebida. Promedios con la misma letra con el 95% de confianza no son significativamente diferentes.

allí las tendencias anotadas.

Amargo (AMARGO)

Análogamente a lo que ha sucedido en casos anteriores también el amargo de la bebida presenta una interacción entre INFESTATA y GRABRO, por lo que el análisis estadístico se efectúa por Grado de Brocado, la Tabla 17 muestra los resultados de este análisis, se observan para GRABRO=GRADO1, y GRADO2, una probabilidad mayor de 0.05, lo cual conlleva a una aceptación de la hipótesis nula para ambos Grados de Brocado, o sea el nivel de Infestación no está afectando a la variable. Se observa para GRADO1, una diferencia entre el promedio mayor y el menor de aproximadamente 1.5, no siendo esta diferencia significativa, mostrándose una vez más la gran dispersión de las medidas. A pesar de que para GRADO2, también se aceptó la Hipótesis nula, la prueba de Tukey muestra una diferencia significativa entre el mayor valor de Amargo a 0% de Infestación (4.708), y el menor a 100% (2.468). Para GRABRO=GRADO3, la probabilidad es menor de 0.05 conllevando a un rechazo de la Hipótesis Nula, o sea para este caso la Infestación sí está influyendo significativamente el Amargo. La discriminación de promedios de Tukey muestra que hay diferencia significativa entre algunos pares de promedios, pero no hay conjuntos de promedios significativamente diferentes.

Las figuras 33 y 34 muestran gráficamente estos resultados; se observa allí que para GRADO1, todos los promedios permanecen en un valor mayor a 3 (aceptables) y entre 4 y 6 en todos los casos menos Infestación del 100%, para GRADO2, cae a menos de 3 solo la Infestación 100%, mientras que para GRADO3 caen solo las correspondientes a 50, 75, y 100%. La Figura 34 permite apreciar mejor las dispersiones de los resultados, en ambos casos, y al igual que en casos anteriores

la longitud de la barra es el doble de la Desviación Estándar. Solo a partir de una Infestación del 15%, se observa una disminución sistemática del valor promedio del AMARGO, a medida que se pasa de un Grado de Brocado a otro. La Tabla 18 muestra el resultado del

CODIGO	CARACTERISTICA	ESCALA
MBUE	Muy Bueno	9, 8, 7
BUE	Bueno	6
INS	Insípido	5
VER	Verde	5
BAJ	Baja	4
CARAM	Caramelo	4
REP	Reposo	3
QUE	Quemado	3
CAR	Carbonoso	3
MAD	Madera	3
CER	Cereal	3
PRO	Pronunciado	3
CHOC	Chocolate	3
MAMARG	Muy amargo	3
FTO	Fermento	2
MET	Metálico	2
SUC	Sucio	2
EXT	Extraño	2
AGR	Agrio	2
VIE	Viejo	2
IND	Indefinible	2
FEN	Fenol	1
FTE	Fuerte	1
PIC	Picante	1
GRA	Grasa	1
TIE	Tierra	1
MOH	Moho	1
STI	Stinker	1
CON	Contaminado	1
SS	Sin sabor	1
QCO	Químico	1
ACR	Acre	1
NAU	Nauseabundo	1
IMB	Imbebible	1
RAN	Rancio	1

Tabla 19. Códificación de comentarios del Panel de Catación de Cenicafé.

COMEN	GRADO1	%	GRADO2	%	GRADO3	%	TOTAL
CAR	2	1.61%	0	0.00%	0	0.00%	2
ACR	0	0.00%	0	0.00%	1	0.53%	1
ACRE	0	0.00%	0	0.00%	3	1.60%	3
AGRI O	2	1.61%	1	0.64%	0	0.00%	3
ASP	0	0.00%	2	1.28%	1	0.53%	3
AST	0	0.00%	2	1.28%	0	0.00%	2
BAJ	8	6.45%	12	7.69%	4	2.13%	24
CAR	0	0.00%	0	0.00%	1	0.53%	1
CER	0	0.00%	10	6.41%	9	4.79%	19
CESP	0	0.00%	0	0.00%	1	0.53%	1
CON	6	4.84%	7	4.49%	20	10.64%	33
DURO	1	0.81%	0	0.00%	2	1.06%	3
EXT	7	5.65%	3	1.92%	2	1.06%	12
FEN	6	4.84%	8	5.13%	8	4.26%	22
FTO	25	20.16%	18	11.54%	15	7.98%	58
GRA	0	0.00%	0	0.00%	3	1.60%	3
HUMO	0	0.00%	2	1.28%	0	0.00%	2
INS	4	3.23%	0	0.00%	1	0.53%	5
LFTO	1	0.81%	0	0.00%	0	0.00%	1
LREP	2	1.61%	0	0.00%	0	0.00%	2
MAD	0	0.00%	2	1.28%	2	1.06%	4
MAMAR	0	0.00%	1	0.64%	5	2.66%	6
MET	11	8.87%	17	10.90%	18	9.57%	46
MFEN	0	0.00%	0	0.00%	1	0.53%	1
MOHO	0	0.00%	0	0.00%	1	0.53%	1
QCO	0	0.00%	0	0.00%	1	0.53%	1
QUE	8	6.45%	8	5.13%	17	9.04%	33
REP	3	2.42%	14	8.97%	9	4.79%	26
SSA	0	0.00%	1	0.64%	0	0.00%	1
STI	0	0.00%	0	0.00%	5	2.66%	5
SUC	23	18.55%	35	22.44%	43	22.87%	101
TIE	5	4.03%	6	3.85%	4	2.13%	15
VER	2	1.61%	4	2.56%	2	1.06%	8
VIE	8	6.45%	3	1.92%	9	4.79%	20
TOTAL	124	100.00%	156	100.00%	188	100.00%	468

Tabla 20. Comentarios por Grado de Brocado

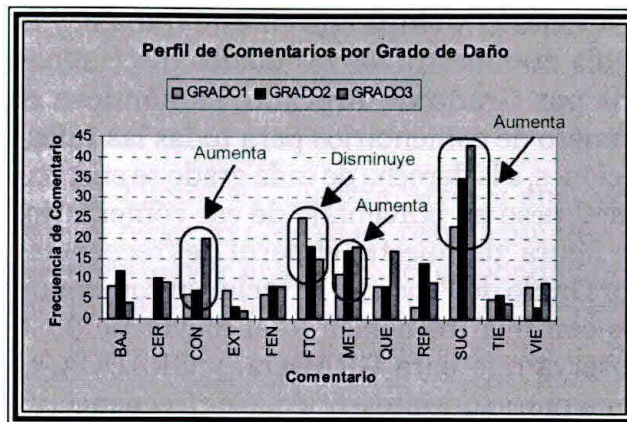


Figura 36. Perfil de Comentarios con Frecuencia total mayor de 8, por Grado de Brocado

análisis contra tratamientos, el SAS sugiere en este caso una transformación para poder efectuar el análisis; el valor de la probabilidad conduce a rechazar la hipótesis nula, la Tabla muestra la discriminación de promedios, y es posible afirmar que existen diferencias entre algunos pares de promedios, pero no hay conjuntos de promedios significativamente diferentes. En particular se observa una diferencia significativa entre los promedios de amargo de los productos normales, y los brocados GRADO3, con 75 y 100% de Infestación. La Figura 35 muestra el gráfico del promedio de Amargo de la bebida contra los tratamientos, es notoria en este gráfico la poca variación del Brocado GRADO1 con la Infestación, y la cada vez mayor dependencia con la Infestación a medida que se pasa de GRADO1 a GRADO3 de Grado de Brocado.

Comentarios del Panel de Catación

En cada sesión de panel cada catador puede hacer una serie de comentarios sobre la muestra problema, estos comentarios están previamente codificados y en el presente trabajo se analizaron con el objeto de precisar como percibe el catador en general el defecto brocado. La Tabla 19 muestra la codificación de comentarios usada por el panel de catación

de Cenicafé, y empleada en este trabajo, y la Tabla 20 muestra los resultados discriminados por Grado de Brocado, sumándose el número de comentarios para todas las Infestaciones, a la derecha de cada grado se encuentra el peso en porcentaje de ese comentario. La figura 36 muestra el perfil de frecuencias por Grado de Brocado, se incluyen comentarios con una frecuencia total mayor de 8, se observa que para GRADO2, y GRADO3, el comentario que presenta mayor frecuencia es SUC (Sucio), con 22.44 y 22.87% respectivamente; para GRADO1 el comentario de mayor frecuencia es FER (Fermento) con 20.16% seguido de SUC con 18.55%. Se observa también en la Figura un aumento sistemático de SUC, CON (Contaminado) y MET (Metálico), a medida que aumenta el Nivel de Brocado, hay un comentario que disminuye que es FER (Fermento), el resto de comentarios no presenta una tendencia clara, se puede afirmar que el Panel de Catación percibe el brocado como un sabor Sucio, en parte, y en menor medida como contaminado, y metálico.

Perfiles Sensoriales

Se acostumbra desplegar los resultados

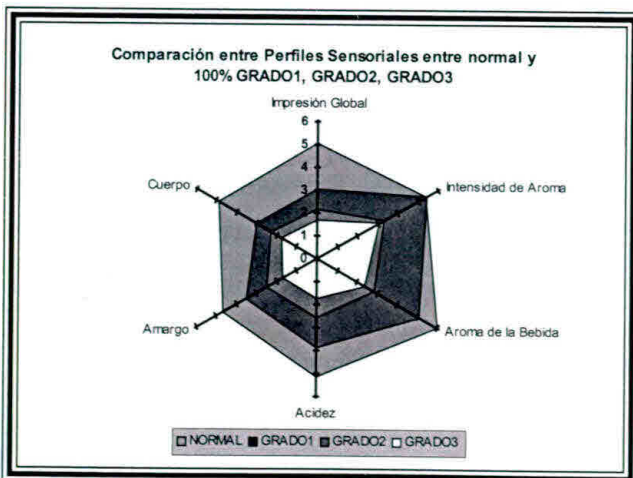


Figura 37. Perfiles Sensoriales para Café Normal y 100% Brocados GRADO1, GRADO2, Y GRADO3.

del Análisis Sensorial en forma de Perfiles Sensoriales los cuales se definen de varias formas; una de ellas consiste en trazar un diagrama de estrella colocando el valor de cada caracterís-

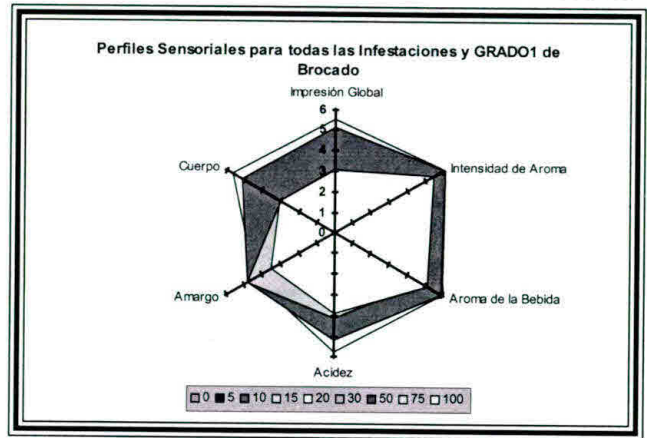


Figura 38. Perfiles Sensoriales para Café Normal y Brocado GRADO1 en todas las

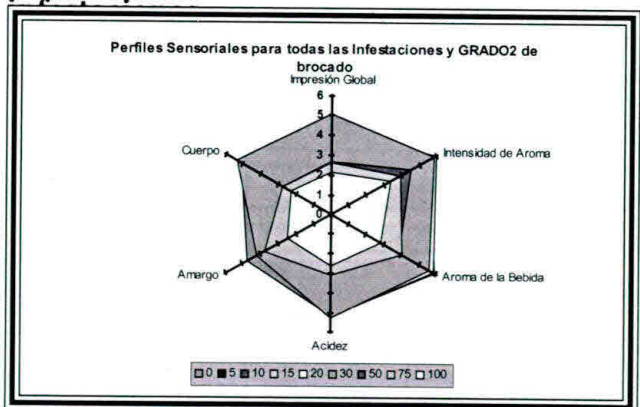


Figura 39. Perfiles Sensoriales para Café Normal y Brocado GRADO2 en todas las

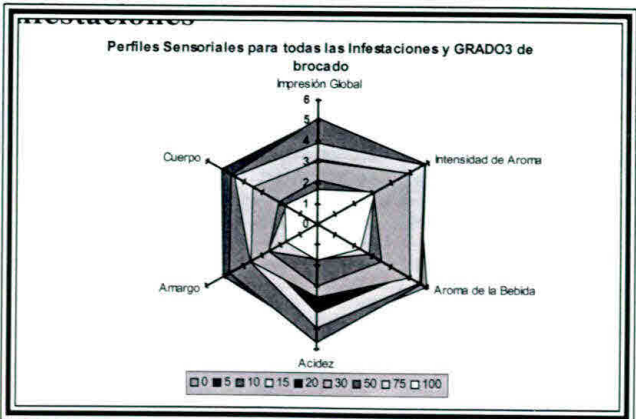


Figura 40. Perfiles Sensoriales para Café Normal y Brocado GRADO3 en todas las infestaciones

tica en un eje numérico, y posteriormente uniendo los intersecciones de cada eje entre sí. En esta sección se empleará esta representación para ilustrar mejor las diferencias sensoriales entre las diferentes muestras, la ventaja de estas representaciones es que es posible observar todas las características de un producto a la vez. La Figura 37 muestra estos perfiles para café Normal, y 100% GRADO1, GRADO2, y GRADO3, en total se representan 6 ejes, correspondientes a cada una de las características, estando la Impresión Global sobre el eje numerado, y los demás identificados como se ve en la figura. En cada eje se marca el valor correspondiente a la característica respectiva y los puntos se unen entre sí. Según la convención usada por el panel de Cenicafé, en donde para todas las características incluyendo Acidez, y Amargo, mayor valor es mejor, se tendría que el perfil que más área tenga será mejor. En la Figura 37 el área de cada perfil tiene un tono de gris diferente, por ejemplo el producto 100% brocado Grado3 está en blanco, y es la menor área indicando claramente que es el peor, sigue en orden hacia afuera el área del 100% brocado GRADO2 con un tono de gris oscuro, y posteriormente el GRADO1 con un tono aun más oscuro, y el Normal con un gris algo más claro; se observa que la Intensidad de Aroma y el Aroma de la Bebida son prácticamente iguales en el normal y el GRADO1, pero el área total es definitivamente menor.

La Figura 38 muestra los perfiles para café normal, y todas las infestaciones de brocado GRADO1. Se observa como el perfil de mayor área no corresponde al café normal sino al de 20% de Infestación, y sigue el de 50% (normal), seguidos por el de 75 y 100% de infestación; el resto de infestaciones tienen perfiles muy parecidos a los mencionados por lo que

resultan tapados; en particular los de 5, 10, 15, 30, y NORMAL son muy parecidos entre sí.

La Figura 39 muestra perfiles análogos para el brocado GRADO2, resalta allí que el perfil de mayor área es el correspondiente a una Infestación del 30%, se alcanza a ver parte del Normal (0%), que resalta por tener un

ACIDEZT	GRADO3	GRADO2	GRADO1	
PROB	0.0123	0.3912	0.9947	
INFESTA (%)	PROMEDIO DE ACIDEZT			
0	1.0567 A	0.84 A	0.92 A	
15	0.9875 AB	0.9875 A	0.9025 A	
5	0.9375 AB	0.95 A	0.9325 A	
20	0.915 AB	0.8775 A	0.9325 A	
10	0.905 AB	0.9 A	0.945 A	
30	0.88 AB	0.8925 A	0.89 A	
50	0.72 ABC	0.8075 A	0.9625 A	
75	0.6125 BC	0.7625 A	0.85 A	
100	0.4025 C	0.6575 A	0.8925 A	

Tabla 21. Discriminación de Promedios con relación a la Infestación para la Acidez Titulable de la Bebida por cada grado de brocado.

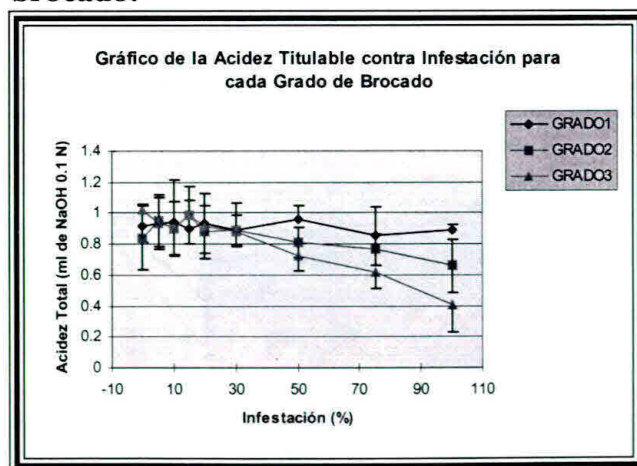


Figura 41. Gráfico de la Acidez Titulable de la bebida vs Infestación para cada Grado de Brocado

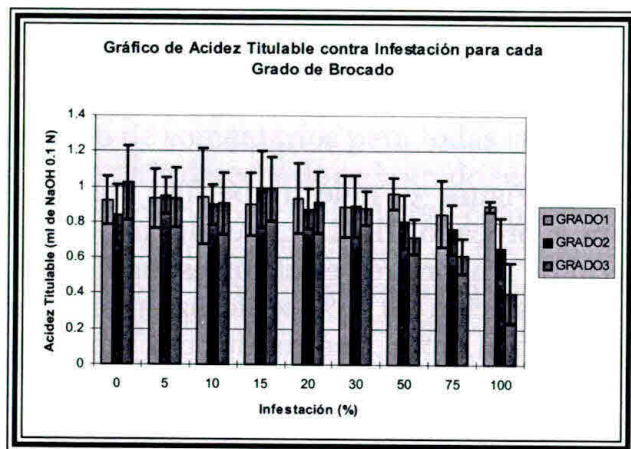


Figura 42. Gráfico de barras de la Acidez Titulable de la Bebida vs Infestación para cada Grado de Brocado
mayor valor de amargo, y el de 20% que tiene un mayor valor de Aroma de la Bebida, después siguen en su orden 30, 50, 75 y 100%, el resto o sean el de 5, 10, y 15% son muy parecidos a los primeros por lo que resultan ocultos.

La Figura 40 muestra los perfiles para el brocado GRADO3, allí se observan como perfiles de mayor area los correspondientes a 5, y 10% de Infestación, se alcanza a ver una punta del de 0% en la parte de aroma de la bebida, siguen posteriormente el 15, 20 y 30%, siguiendo en su orden 50, 75, y 100%, resalta en este caso la considerable menor area que presenta el 100% brocado con relación, a los 5

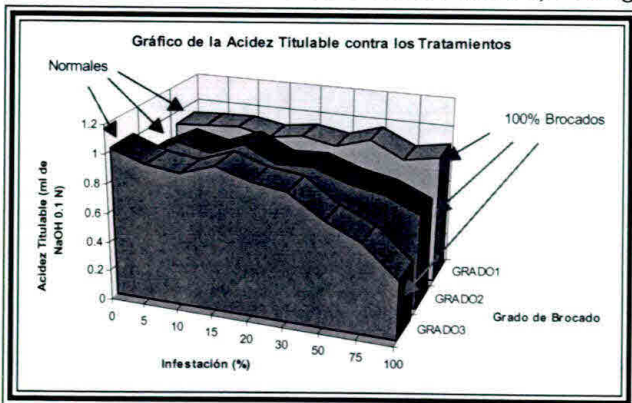


Figura 43. Gráfico de la Acidez Titulable de la bebida contra los Tratamientos

ACIDEZT	PROB: 0.0210 SOBRE ACIDEZ		
INFESTA	GRABRO	TRATAM	ACIDEZ PROMEDIO ml NaOH 0.1 N
0	NORMAL	27	1.0567 A
15	GRADO2	8	0.9875 A
15	GRADO3	9	0.9875 A
50	GRADO1	16	0.9625 A
5	GRADO2	2	0.95 A
10	GRADO1	4	0.945 A
5	GRADO3	3	0.9375 A
5	GRADO1	1	0.9325 A
20	GRADO1	10	0.9325 A
0	NORMAL	25	0.92 A
20	GRADO3	12	0.915 A
10	GRADO3	6	0.905 A
15	GRADO1	7	0.9025 A
10	GRADO2	5	0.9 A
30	GRADO2	14	0.8925 A
100	GRADO1	22	0.8925 A
30	GRADO1	13	0.89 A
30	GRADO3	15	0.88 A
20	GRADO2	11	0.8775 A
75	GRADO1	19	0.85 A
0	NORMAL	26	0.8133 AB
50	GRADO2	17	0.8075 AB
75	GRADO2	20	0.7625 AB
50	GRADO3	18	0.72 AB
100	GRADO2	23	0.6575 AB
75	GRADO3	21	0.6125 AB
100	GRADO3	24	0.4025 B

Tabla 22. Discriminación de Promedios con relación a los Tratamientos para la Acidez Titulable de la bebida. Promedios con la misma letra con el 95% de confianza no son significativamente diferentes.

y 10% que presentan las mayores areas, en este diagrama ningún perfil resulta oculto.

De los perfiles sensoriales resalta el hecho de que en promedio, y para cada Grado de Brocado el producto mejor calificado no fue el correspondiente a infestación 0%, y que en todos los casos definitivamente el producto que presenta menor area es el correspondiente a infestación 100%.

Acidez (ACIDEZT, PH)

Como se mencionó más arriba se efectuaron tres medidas de la Acidez de los productos, una sensorial que ya se describió, y dos instrumentales las cuales son la Acidez Titulable (ACIDEZT), y el pH (PH), las cuales se describirán en esta sección.

La Tabla 21 muestra los resultados del análisis estadístico por grado de brocado; a pesar de que el valor de la probabilidad indica para este caso la ausencia de interacción (PROB= 0.0997) por uniformidad y por ten-

pH	GRADO3	GRADO2	GRADO1
PROB	0.0000	0.0022	0.931
INFESTA (%)	PROMEDIO DE pH		
100	5.523 A	5.25 A	4.995 A
75	5.338 AB	5.11 AB	4.985 A
50	5.218 BC	5.09 ABC	4.983 A
30	5.043 CD	5.013 ABC	4.94 A
20	4.995 CD	4.945 BC	4.958 A
5	4.97 CD	4.81 C	4.97 A
10	4.955 CD	4.953 BC	4.975 A
15	4.943 D	4.948 BC	4.963 A
0	4.863 D	4.99 ABC	4.87 A

Tabla 23. Discriminación de Promedios con relación a la Infestación para el pH de la Bebida por cada grado de brocado. Promedios marcados con la misma letra con un 95% de confianza no son significativamente diferentes.

dencias mostradas en las gráficas (Figura 41), se prefiere efectuar el análisis para cada Grado de Brocado. Para GRADO1, y GRADO2 según se observa en la Tabla no hay efecto significativo del Nivel de Infestación, para GRADO3 si existe efecto significativo, y se puede afirmar que existe diferencia significativa entre algunos pares de promedios, pero no hay conjuntos de promedios significativamente diferentes, en particular existe diferencia significativa entre el producto con infestación 0% y los productos con infestación 75, y 100%.

Las Figuras 41 y 42 confirman estas afirmaciones, la Figura 41 muestra una notable

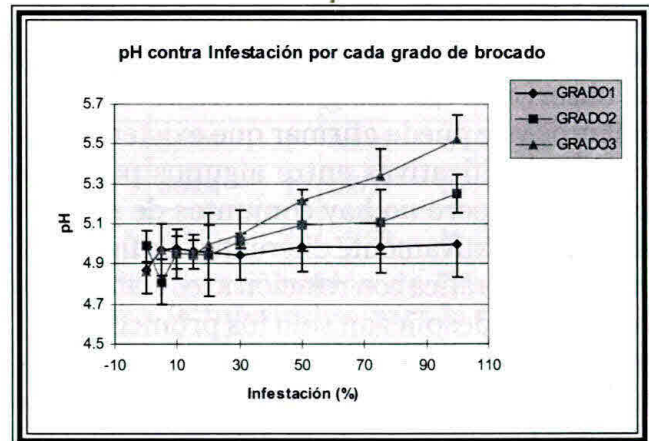


Figura 44. Gráfico del pH de la bebida vs Infestación para cada Grado de Brocado

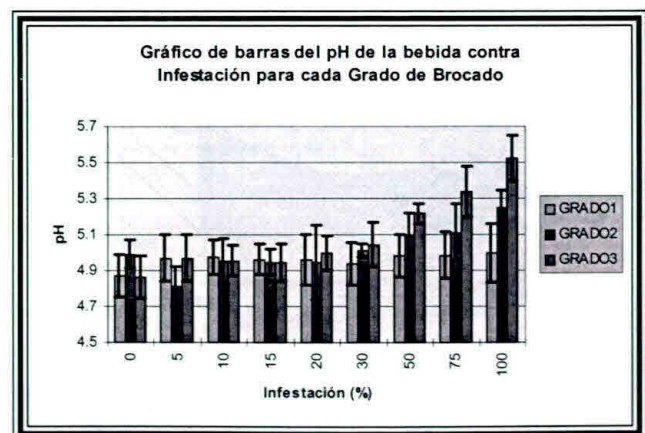


Figura 45. Gráfico de barras del pH de la Bebida vs Infestación para cada Grado de Brocado

constancia del valor de la Acidez para GRADO1, para GRADO2 se nota en general una tendencia a la disminución, aunque la dispersión de las medidas, hace que esta disminución del promedio no sea significativa; para GRADO3 la disminución de la ACIDEZT es mucho más pronunciada, y si significativa, la Figura 42 es un diagrama de barras en el cual se aprecian mejor las dispersiones encontradas, y las variaciones con relación al Grado de Brocado, se observa allí que prácticamente hasta un valor de Infestación del 30% no hay diferencia entre los promedios para cada Grado de Brocado, a partir de allí la diferencia de los promedios para cada Nivel de Infestación se acentúa hasta un máximo a niveles de Infestación del 100%. La Tabla 22 muestra el análisis estadístico con relación a los tratamientos, se observa un efecto significativo de los tratamientos y se puede afirmar que existen diferencias significativas entre algunos pares de promedios pero no hay conjuntos de promedios significativamente diferentes. La figura 43 muestra la gráfica con relación a los tratamientos y allí se despliegan solo los promedios, en general se confirman todas las apreciaciones anteriores. Al comparar los presentes resultados con los obtenidos para Acidez Organoléptica se nota que son bastante parecidos, la

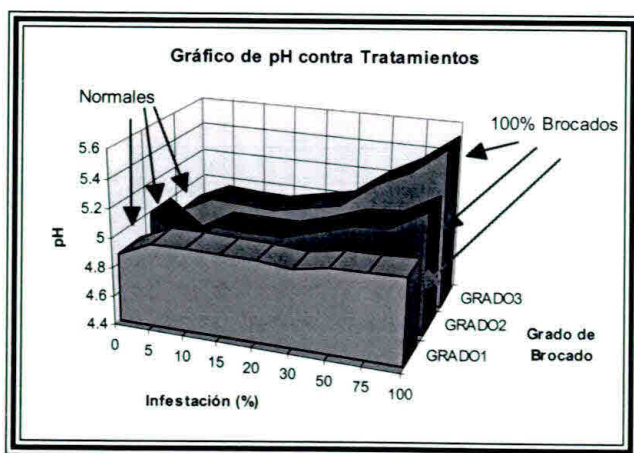


Figura 46. Gráfico del pH de la bebida contra los Tratamientos

pH	PROB: 0.0000 SOBRE pH			
	INFESTA (%)	GRABRO	TRATAM	pH PROMEDIO
100	GRADO3	24	5.523	A
75	GRADO3	21	5.338	AB
100	GRADO2	23	5.25	ABC
50	GRADO3	18	5.218	ABC
75	GRADO2	20	5.11	BCD
50	GRADO2	17	5.09	BCD
30	GRADO3	15	5.043	BCD
30	GRADO2	14	5.013	CD
20	GRADO3	12	4.995	CD
100	GRADO1	22	4.995	CD
0	NORMAL	26	4.99	CD
75	GRADO1	19	4.985	CD
50	GRADO1	16	4.983	CD
10	GRADO1	4	4.975	CD
5	GRADO1	1	4.97	CD
5	GRADO3	3	4.97	CD
15	GRADO1	7	4.963	CD
20	GRADO1	10	4.958	CD
10	GRADO3	6	4.955	CD
10	GRADO2	5	4.953	CD
15	GRADO2	8	4.948	CD
20	GRADO2	11	4.945	CD
15	GRADO3	9	4.943	CD
30	GRADO1	13	4.94	CD
0	NORMAL	25	4.87	D
0	NORMAL	27	4.862	D
5	GRADO2	2	4.81	D

Tabla 24. Discriminación de Promedios con relación a los Tratamientos para el pH de la bebida. Promedios con la misma letra con el 95% de confianza no son significativamente diferentes.

diferencia está en que en el caso de la acidez organoléptica, el GRADO2 de brocado si mostró influencia significativa.

La Tabla 23 muestra los resultados para pH, se observa que para GRADO1 no existe influencia significativa del nivel de Infestación, mientras que para GRADO2 y GRADO3 si existe, y para estos casos es posible afirmar que existe diferencia significativa entre algunos pares de promedios, pero no hay conjuntos de promedios significativamente diferentes, en particular las diferencias son más marcadas para GRADO3, y se nota una diferencia significativa entre los productos normales, y los niveles de infestación 50, 75, y 100%. La Figura 44 muestra gráficamente los resultados obtenidos, claramente se nota la no dependencia del pH para el brocado GRADO1, la mayor dependencia para el brocado GRADO2, y la aun mayor dependencia para el brocado GRADO3, donde se nota un aumento prácticamente lineal con el nivel de Infestación. La figura 45 es un diagrama de barras en donde la infestación se grafica como variable de caracter, y se muestra para apreciar mejor los niveles de dispersión obtenidos y las dependencias con el Grado de Brocado, se observa perfectamente que a medida que el nivel de Infestación aumenta, el efecto del Grado de Brocado es más fuerte, siendo mayor a un nivel de Infestación del 100%, prácticamente hasta un nivel del 20% no hay diferencias entre los promedios de pH. Los resultados anteriores coinciden completamente con los obtenidos para Acidez Titulable, y Organoléptica, puesto que a bajos valores de acidez corresponden altos valores de pH, la Tabla 24 y la figura 46, muestran los resultados del análisis estadístico con relación a los tratamientos, se observa una influencia significativa, aunque todo lo que se puede afirmar es que existen diferencias significativas entre algunos pares de promedios, pero no existen conjuntos de promedios significativamente diferentes. En particular se observan diferencias significativas entre los productos normales y los broca-

dos 75 y 100% GRADO3, La figura 46 muestra las tendencias de los promedios con relación a los tratamientos, se resalta allí la invariabilidad del pH con relación al nivel de Infestación para GRADO3.

En cuanto a los resultados anteriores en

DENVER	GRADO3	GRADO2	GRADO1
PROB	0.0000	0.0000	0.0000
INFESTA (%)	PROMEDIO DE DENSIDAD DEL GRANO VERDE (gr/cm ³)		
0	0.73 A	0.7284 A	0.7289 A
5	0.7224 AB	0.727 A	0.7298 A
10	0.7149 BC	0.7229 AB	0.7279 A
15	0.7126 BC	0.7204 AB	0.7264 A
20	0.7019 CD	0.7199 AB	0.723 AB
30	0.6936 D	0.7086 BC	0.7211 AB
50	0.6705 E	0.6962 C	0.7165 AB
75	0.6404 F	0.6721 D	0.709 BC
100	0.6154 G	0.6555 D	0.6988 C

Tabla 25. Discriminación de Promedios con relación a la Infestación para la Densidad del Grano Verde por cada grado de brocado. Promedios marcados con la misma letra con un 95% de confianza no son significativamente diferentes.

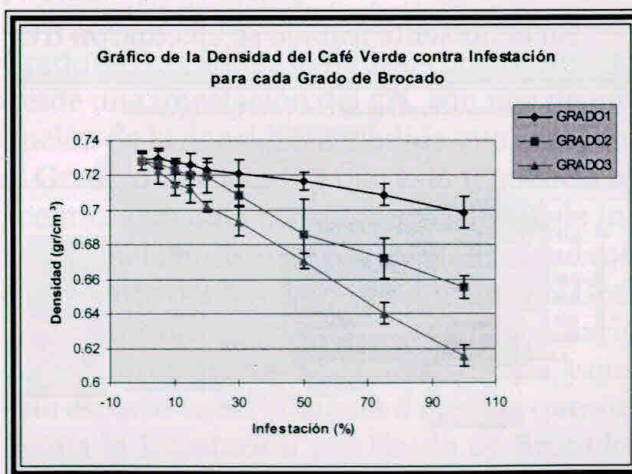


Figura 46A. Gráfico de la Densidad del Grano Verde contra Infestación para cada Grado de Brocado

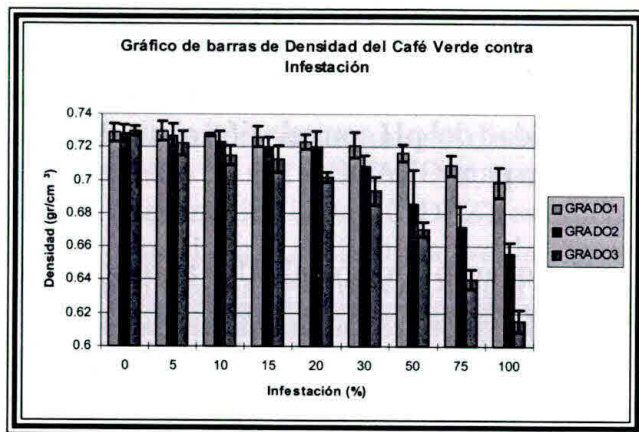


Figura 47. Gráfico de barras de la Densidad del Grano Verde contra Infestación para cada Grado de Brocado

general se puede comentar que confirman la disminución de Acidez (aumento de pH) cuando se emplean materias primas de baja calidad, por ejemplo, se sabe que cuando se usan pasillas, como materia prima, el pH de los productos aumenta, lo notorio en cuanto a la acidez se refiere es la constancia de ésta para el caso de brocado GRADO1, y que para GRADO2, y GRADO3, solo comienza a alterarse notablemente para infestaciones del 30% en adelante.

Densidad

En el presente trabajo se efectuaron tres

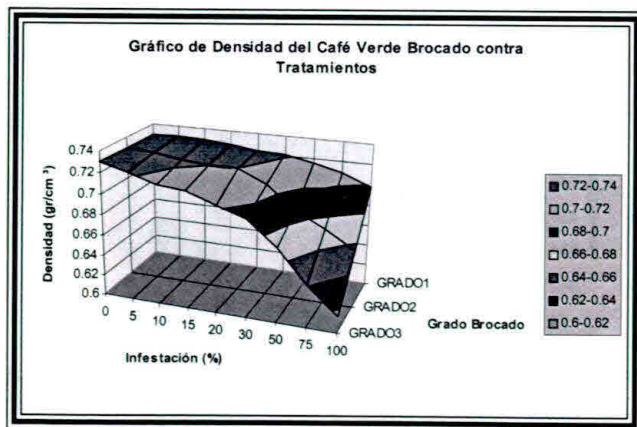


Figura 48. Gráfico de la Densidad del Café Verde contra los Tratamientos

DENVER	PROB: 0.0000 SOBRE DENVER		
INFESTA	GRABRO	TRATAM	DENVER PROMEDIO (gr/cm³)
0	NORMAL	27	0.73 A
5	GRADO1	1	0.7298 A
0	NORMAL	25	0.7289 A
0	NORMAL	26	0.7284 A
10	GRADO1	4	0.7279 A
5	GRADO2	2	0.727 A
15	GRADO1	7	0.7264 AB
20	GRADO1	10	0.723 ABC
10	GRADO2	5	0.7229 ABC
5	GRADO3	3	0.7224 ABC
30	GRADO1	13	0.7211 ABC
15	GRADO2	8	0.7204 ABC
20	GRADO2	11	0.7199 ABC
50	GRADO1	16	0.7165 ABCD
10	GRADO3	6	0.7149 ABCDE
15	GRADO3	9	0.7126 ABCDE
75	GRADO1	19	0.709 BCDEF
30	GRADO2	14	0.7086 CDEF
20	GRADO3	12	0.7019 DEF
100	GRADO1	22	0.6988 EF
50	GRADO2	17	0.6962 E F
30	GRADO3	15	0.6936 F
75	GRADO2	20	0.6721 G
50	GRADO3	18	0.6705 G
100	GRADO2	23	0.6555 GH
75	GRADO3	21	0.6404 H
100	GRADO3	24	0.6154 I

Tabla 26. Discriminación de Promedios con relación a los Tratamientos para la Densidad del Grano Verde. Promedios con la misma letra con el 95% de confianza no son significativamente diferentes.

medidas de densidad, la del grano verde (DENVER), la del grano tostado entero (DENTOST), y la del producto tostado y molido (molienda

media) (DENTYM), en la presente sección se discutirán los resultados obtenidos.

La Tabla 25 muestra los resultados obtenidos para la Densidad del Grano Verde (DENVER), y se observan efectos significativos para todos los grados de brocado. Para GRADO1 se nota el menor efecto, y la discriminación de promedios muestra diferencia significativa entre algunos pares de promedios, pero no hay conjuntos de promedios significativamente diferentes. El efecto es mayor para GRADO2 y en particular la discriminación de promedios muestra dos conjuntos de promedios significativamente diferentes (0, 5, 10, 15,

DENGRA	GRADO3	GRADO2	GRADO1
PROB	0.0000	0.0124	0.1382
INFESTA (%)	PROMEDIO DE DENSIDAD DEL GRANO ENTERO TOSTADO (gr/cm ³)		
0	0.4499 A	0.4508 A	0.4458 A
5	0.4498 A	0.4396 AB	0.4309 A
10	0.4445 AB	0.4291 AB	0.4519 A
15	0.4165 ABC	0.4358 AB	0.4488 A
30	0.4076 ABCD	0.4426 AB	0.4359 A
20	0.3955 BCD	0.4258 AB	0.4461 A
50	0.3733 CD	0.4375 AB	0.4273 A
75	0.3699 CD	0.4044 B	0.4231 A
100	0.361 D	0.4046 B	0.4217 A

Tabla 27. Discriminación de Promedios con relación a la Infestación para la Densidad del Grano Entero Tostado por cada grado de brocado. Promedios marcados con la misma letra con un 95% de confianza no son significativamente diferentes.

La Figura 47 muestra un diagrama de barras de la Densidad por cada grado de brocado, allí se despliega la Infestación como variable alfanumérica, y la gráfica es apropiada para analizar el efecto del Grado de Brocado por cada Nivel de Infestación, también se pueden apreciar mejor las dispersiones, en esta gráfica se observa que la influencia del Grado de Brocado se manifiesta prácticamente desde una infestación del 5%, con una disminución de la densidad a medida que aumenta el Grado de Brocado, y que esta tendencia se acentúa a medida que aumenta el nivel de Infestación. Esta disminución de la Densidad con el aumento del Nivel de Infestación, y el Grado de Brocado es explicable debido al espacio vacío interno que tiene el grano brocado, y que este espacio vacío aumenta a medida que aumenta la Infestación y el Grado de Brocado, produciendo bajos valores de densidad; también las bajas densidades de los productos altamente brocados están en correspondencia

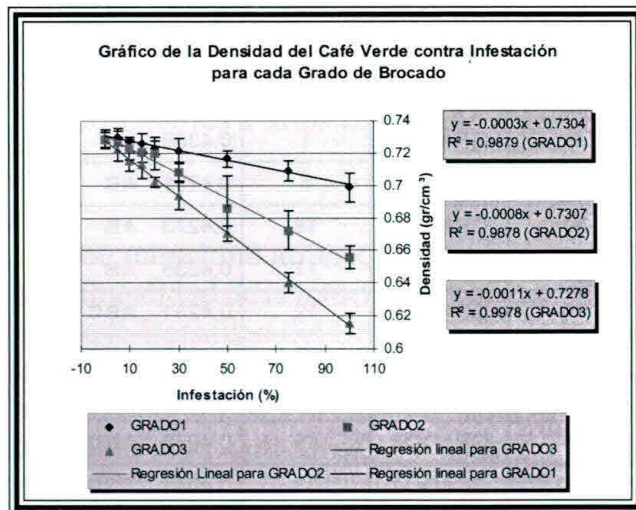


Figura 49. Ajuste lineal de los datos de la Figura 46 Se efectúa un ajuste por cada Grado de Brocado.

20, 30, 50) y (75, 100). El efecto mayor es para GRADO3 y la discriminación de promedios muestra cuatro conjuntos de promedios significativamente diferentes (0, 5, 10, 15, 20, 30), (50), (75) y (100). La Figura 46A grafica los resultados anteriores, allí se observa la disminución de la densidad con el nivel de Infestación, y como el efecto es más marcado cuando se aumenta de Grado de Brocado. También llama la atención la notable linealidad de las gráficas.

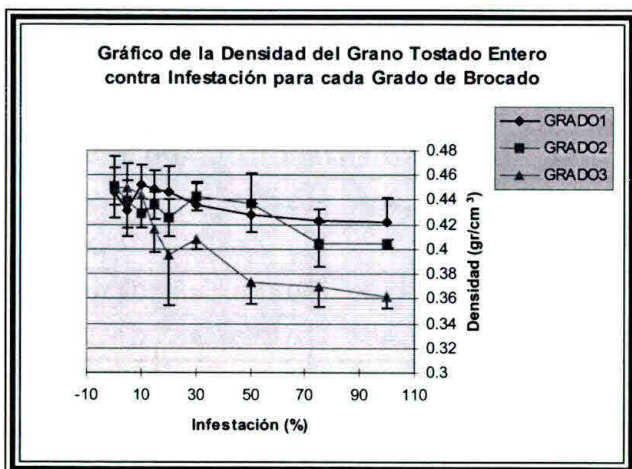


Figura 50. Gráfico de la Densidad del Grano Entero Tostado contra Infestación para cada Grado de Brocado

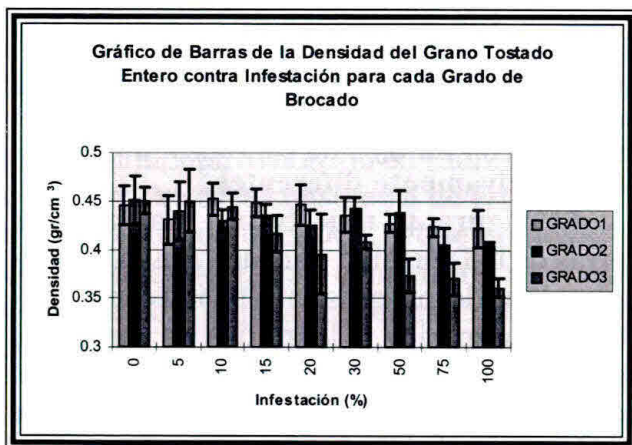


Figura 51. Gráfico de barras de la Densidad del Grano Entero Tostado contra Infestación para cada Grado de Brocado

con sus bajas Pruebas de Taza, puesto que se sabe que los cafés de alta calidad se caracterizan por su alta densidad. La Tabla 26 muestra el resultado del análisis estadístico con relación a los tratamientos, la tabla muestra un efecto significativo y la discriminación de promedios muestra tres conjuntos diferentes de promedios, los tratamientos (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 22, 25, 26, 27), (18, 20, 21, 23), y (24); los tratamientos pertenecientes a los últimos dos conjuntos son los correspondientes a los más altos niveles de

DENGRA	PROB: 0.0000 SOBRE DENGRA		
INFESTA	GRABRO	TRATAM	DENGRA PROMEDIO (gr/cm³)
10	GRADO1	4	0.4519 A
0	NORMAL	26	0.4508 A
0	NORMAL	27	0.4499 A
5	GRADO3	3	0.4498 A
15	GRADO1	7	0.4488 A
20	GRADO1	10	0.4461 AB
0	NORMAL	25	0.4458 AB
10	GRADO3	6	0.4445 AB
30	GRADO2	14	0.4426 AB
5	GRADO2	2	0.4396 AB
50	GRADO2	17	0.4375 AB
30	GRADO1	13	0.4359 AB
15	GRADO2	8	0.4358 AB
5	GRADO1	1	0.4309 AB
10	GRADO2	5	0.4291 AB
50	GRADO1	16	0.4273 AB
20	GRADO2	11	0.4258 AB
75	GRADO1	19	0.4231 ABC
100	GRADO1	22	0.4218 ABCD
15	GRADO3	9	0.4165 ABCD
30	GRADO3	15	0.4076 ABCDE
100	GRADO2	23	0.4046 ABCDE
75	GRADO2	20	0.4044 ABCDE
20	GRADO3	12	0.3955 BCDE
50	GRADO3	18	0.3733 CDE
75	GRADO3	21	0.3699 DE
100	GRADO3	24	0.361 E

Tabla 28. Discriminación de Promedios con relación a los Tratamientos para la Densidad del Grano Tostado Entero. Promedios con la misma letra con el 95% de confianza no son significativamente diferentes.

Infestación y brocado. La figura 48 es la gráfica de DENVER contra los tratamientos, debido a la regularidad de los valores de la densidad se prefirió graficar esta como superficie.

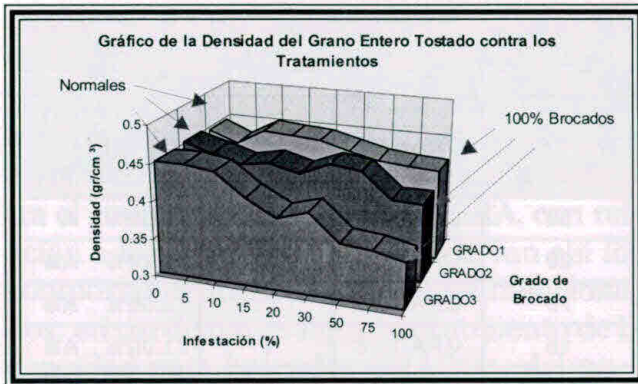


Figura 52. Gráfico de la Densidad del Café Tostado Entero contra los Tratamientos.

En esta gráfica las diferentes tonalidades de gris de la superficie corresponden a diferentes niveles de densidad, desde las más altas en el rango de 0.72 a 0.74 gr/cm³, correspondientes a bajos niveles de infestación y brocado, hasta los más bajos de 0.6 a 0.62 gr/cm³, correspondientes a altos niveles de Infestación y Brocado.

Se mencionó anteriormente la considerable linealidad de la información correspondiente a la Densidad del Grano Verde, la Figura 49 muestra un ajuste lineal para cada Grado de Brocado, se observa en la Figura la ecuación obtenida para cada Grado de Brocado y el R² correspondiente; resaltan los altos coeficientes de correlación de 0.9879 para GRADO1, de 0.9878 para GRADO2, y 0.9978 para GRADO3.

La Tabla 27 muestra los resultados obtenidos para la Densidad del Grano Tostado Entero (DENGRA), debido a la presencia de interacción (Prob=0.0005) se efectúa un análisis por cada Grado de Brocado; para GRADO1 no se obtiene una influencia significativa de la Infestación, si se obtiene una influencia significativa para GRADO2, y GRADO3 siendo más fuerte la influencia para GRADO3, pudiendo

afirmar en ambos casos que existe diferencia significativa entre algunos pares de promedios pero no existen conjuntos de promedios significativamente diferentes, en particular para GRADO3, existe diferencia significativa entre los menores niveles de infestación (0, 5%) y los mayores (50, 75, y 100%), para GRADO2 existe diferencia significativa entre 0%, y 75, y 100%. La figura 50 despliega gráficamente estos resultados, allí se observa la mayor dependencia de DENGRA, con la Infestación para GRADO3, y como para algunos niveles de infestación la densidad del GRADO2 resulta ser mayor que la del GRADO1, también se observa la poca dependencia de la Densidad con la

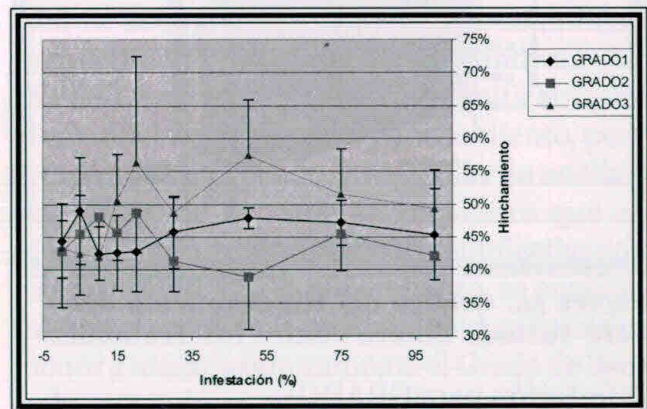


Figura 53. Gráfico del Hinchamiento contra la Infestación para cada Grado de Brocado

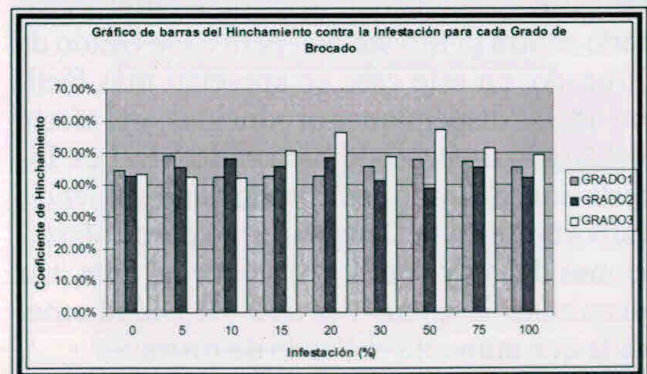


Figura 54. Gráfico de barras del Hinchamiento contra la Infestación para cada Grado de Brocado

HINCHA	PROB 0.0097 SOBRE LOG 10(HINCHA)	
GRABRO	PROMEDIO DE HINCHA %	
GRADO 3	48.33	A
GRADO 1	44.98	AB
GRADO 2	43.81	B

Tabla 29. Dependencia del Coeficiente de Hinchamiento con el Grado de Brocado

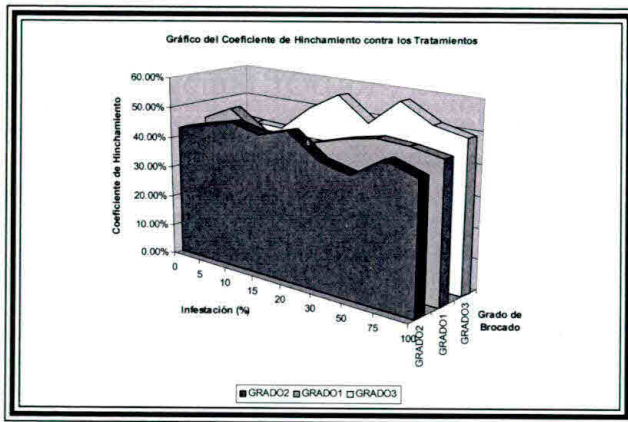


Figura 55. Gráfico del Hinchamiento del Café Tostado Entero contra los Tratamientos.
Infestación para GRADO1.

La Figura 51 muestra un diagrama de barras de la Densidad del Grano entero Tostado contra la Infestación para cada Grado de Brocado, en este caso se aprecian más fácilmente las dispersiones producidas, y el efecto del Grado de Brocado para cada Nivel de Infestación, el Grado de Brocado tiene influencia importante en la Densidad solo para Infestaciones del 75 y 100%, en las que se nota una disminución sistemática de la Densidad a medida que aumenta el Grado de Brocado.

La Tabla 28 muestra el resultado del Análisis Estadístico con relación a los Tratamientos, y se muestra un efecto significativo,

HINCHA	PROB: 0.0189 SOBRE LOG 10(HINCHA)		
INFESTA	GRABRO	TRATAM	PROMEDIO DE HINCHA
50	GRADO3	18	79.59% A
20	GRADO3	12	77.29% AB
75	GRADO3	21	73.06% AB
15	GRADO3	9	71.00% AB
100	GRADO3	24	70.42% AB
30	GRADO3	15	70.16% AB
5	GRADO1	1	69.25% AB
20	GRADO2	11	68.98% AB
10	GRADO2	5	68.41% AB
50	GRADO1	16	67.71% AB
75	GRADO1	19	67.54% AB
75	GRADO2	20	66.13% AB
100	GRADO1	22	65.57% AB
30	GRADO1	13	65.40% AB
15	GRADO2	8	65.25% AB
5	GRADO2	2	65.24% AB
0	NORMAL	25	63.45% AB
0	NORMAL	27	62.25% AB
100	GRADO2	23	61.99% AB
20	GRADO1	10	61.97% AB
15	GRADO1	7	61.79% AB
0	NORMAL	26	61.41% AB
10	GRADO1	4	61.03% AB
10	GRADO3	6	60.74% AB
5	GRADO3	3	60.47% AB
30	GRADO2	14	60.04% AB
50	GRADO2	17	56.53% B

Tabla 30. Discriminación de Promedios con relación a los Tratamientos para el Hinchamiento del Grano Tostado Entero.
Promedios con la misma letra con el 95% de confianza no son significativamente diferentes.

la discriminación de promedios indica que se encuentran algunos pares de promedios significativamente diferentes, pero no existen

conjuntos de promedios significativamente diferentes. En particular los productos normales presentan diferencias significativas con los productos brocados GRADO3, con infestaciones del 50, 75 y 100%. La Figura 52 muestra el comportamiento de DENGRA, con relación a los tratamientos. Se observan allí los comportamientos anteriormente mencionados; en particular es notorio el aumento de la densidad para brocados GRADO2, del 30 y 50% de Infestación, y la escasa dependencia del GRADO1, con relación a la infestación. Se puede concluir del análisis de las dos densidades anteriores, que en general la dependencia de la densidad del café verde con Niveles de Infestación y Grado de Brocado, es mayor que para el Grano Tostado. Los valores absolutos de la densidad son menores para el tostado que para el verde. Aparte del fenómeno de pérdida de peso que experimenta el tostado también es posible hablar de un fenómeno de Hinchamiento, o sea de un aumento del volumen del grano Tostado respecto al

verde, tal magnitud se denomina Hinchamiento y se mide como se indicó en (2).

Esta variable también fue estudiada en el presente trabajo, el análisis inicial arrojó los siguientes valores para las probabilidades (tomadas sobre $LOG_{10}(HINCHA)$):

GRABRO: 0.0126
INFESTA: 0.0652
GRABRO*INFESTA: 0.5677

El valor de la probabilidad para la Interacción descarta una interacción significativa, por lo cual se aceptan los valores de probabilidad para INFESTA y GRABRO, estos indican que INFESTA no tiene influencia significativa en el valor del Coeficiente de Hinchamiento, pero sí el Grado de Brocado. Al efectuar un análisis por Grado de Brocado se encuentra que en ningún Grado existe diferencia significativa con relación a INFESTA, sin embargo, se encuentra que el valor de la probabilidad es cada vez menor a medida que aumenta el Grado de Brocado, estando el correspondiente a Grado 3 muy cerca del punto de corte. Las Figuras 53 y 54 muestran los valores obtenidos para el

DENTYM	GRADO3	GRADO2	GRADO1
PROB	0.0000	0.0616	0.4300
INFESTA (%)	PROMEDIO DE DENSIDAD DEL PRODUCTO TOSTADO Y MOLIDO (gr/cm ³)		
0	0.4618 AB	0.4589 A	0.4669 A
5	0.475 A	0.4609 A	0.4486 A
10	0.462 AB	0.4549 A	0.4693 A
15	0.4463 ABC	0.4614 A	0.4573 A
20	0.4409 BCD	0.4519 A	0.4581 A
30	0.4389 BCD	0.4621 A	0.4571 A
50	0.4374 BCD	0.465 A	0.4558 A
75	0.4165 CD	0.4373 A	0.4668 A
100	0.4091 D	0.4353 A	0.4527 A

Tabla 31. Discriminación de Promedios con relación a la Infestación para la Densidad del Producto Tostado y Molido por cada grado de brocado. Promedios marcados con la misma letra con un 95% de confianza no son significativamente diferentes.

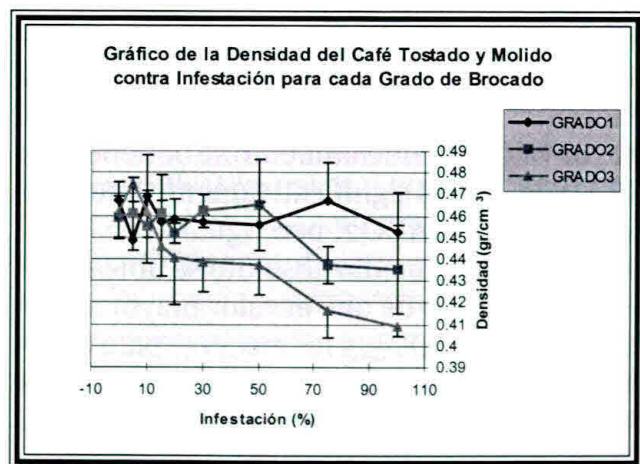


Figura 56. Gráfico de la Densidad del Producto Tostado y Molido contra la Infestación para cada Grado de Brocado

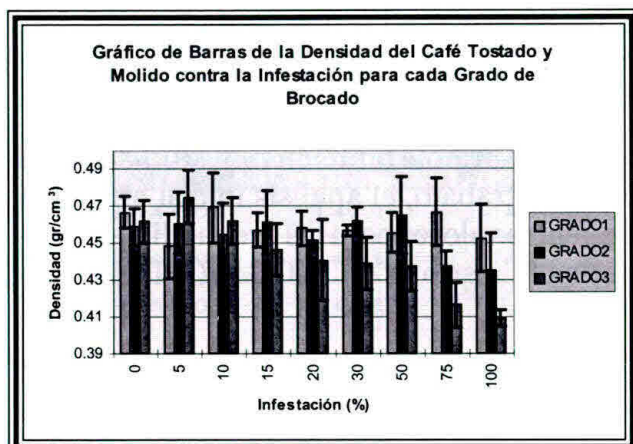


Figura 57. Gráfico de barras de la Densidad del Producto Tostado y Molido contra la Infestación para cada Grado de Brocado

Hinchamiento contra la Infestación para cada Grado de Brocado. La Figura 53 muestra los valores obtenidos para el Hinchamiento contra la Infestación para cada Grado de Brocado. Allí se muestra el efecto del Grado de Brocado, pues sistemáticamente y para las Infestaciones mayores el Hinchamiento del GRADO3, está por encima del Hinchamiento para GRADO1, y este a su vez por encima del GRADO2, lo cual confirma el valor de la Probabilidad de 0.0126 para GRABRO, mostrado por el análisis inicial. En la Tabla 29 se muestra esta dependencia, que se puede resumir diciendo que existe diferencia significativa entre algunos pares de promedios, pero no hay conjuntos de promedios significativamente diferentes. En particular se observa que el mayor valor de Hinchamiento se obtiene para GRADO3, que es significativamente diferente del valor de GRADO2, pero igual al de GRADO1, que en promedio absoluto se ubica en el medio. El hecho de que el valor mayor se obtenga para GRADO3, y los menores para GRADO1, y GRADO2, sugiere una diferencia cualitativa, no solo cuantitativa entre los Grados de Brocado.

La Tabla 30 muestra los resultados con relación a los tratamientos, y se observa un

DENTYM	PROB: 0.0000 SOBRE DENTYM		
INFESTA	GRABRO	TRATAM	PROMEDIO DE DENTYM (gr/cm³)
5	GRADO3	3	0.475 A
10	GRADO1	4	0.4692 AB
0	NORMAL	25	0.4669 AB
75	GRADO1	19	0.4668 AB
50	GRADO2	17	0.465 AB
30	GRADO2	14	0.4621 AB
10	GRADO3	6	0.462 AB
0	NORMAL	27	0.4618 AB
15	GRADO2	8	0.4614 AB
5	GRADO2	2	0.4609 AB
0	NORMAL	26	0.4589 AB
20	GRADO1	10	0.4581 AB
15	GRADO1	7	0.4573 AB
30	GRADO1	13	0.4571 AB
50	GRADO1	16	0.4558 AB
10	GRADO2	5	0.4549 AB
100	GRADO1	22	0.4528 ABC
20	GRADO2	11	0.4519 ABC
5	GRADO1	1	0.4486 ABC
15	GRADO3	9	0.4463 ABCD
20	GRADO3	12	0.4409 ABCD
30	GRADO3	15	0.4389 ABCD
50	GRADO3	18	0.4374 ABCD
75	GRADO2	20	0.4373 ABCD
100	GRADO2	23	0.4353 BCD
75	GRADO3	21	0.4165 CD
100	GRADO3	24	0.4091 D

Tabla 32. Discriminación de Promedios con relación a los Tratamientos para la Densidad del Grano Tostado y Molido. Promedios con la misma letra con el 95% de confianza no son significativamente diferentes. efecto significativo de ellos, la discriminación de promedios muestra que existe diferencia significativa entre algunos promedios, pero no existen conjuntos de promedios significativa-

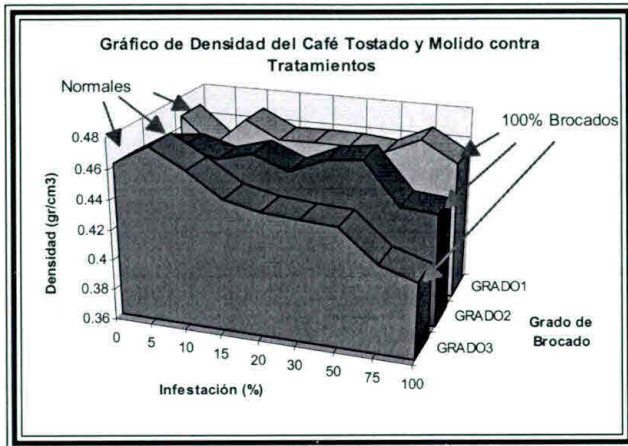


Figura 58. Gráfico de la Densidad del Café Tostado y Molido contra los Tratamientos.

mente diferentes, en particular solo existen dos tratamientos significativamente diferentes, los correspondientes a infestación 50% y brocados GRADO3, y GRADO2. La Figura 55 muestra esta dependencia, se observan diferencias importantes solo en las infestaciones intermedias, siendo las infestaciones extremas más parecidas.

La siguiente característica medida es la Densidad del Café Tostado y Molido, como se explicó anteriormente el grano tostado se molió en Molienda Media (0.5-0.7 mm), en un Molino Kenia (Probat). Se escogió este tipo de Molienda por ser la adecuada para efectuar la preparación de las muestras para el Panel de Catación de Cenicafé. Al café en esta molienda se le midió la Densidad (DENTYM) mediante la metodología ya explicada. La medida de este parámetro es importante para efectos del empaque y comercialización del café Tostado y Molido, pues el valor de este parámetro, y la cantidad de café empacada definirán el tamaño del empaque. Para este caso el análisis inicial mostró los siguientes valores para la Probabilidad:

INFESTA: 0.0000
GRABRO: 0.0000

HUMTOST	PROBABILIDAD 0.0003 SOBRE HUMTOST
INFESTA (%)	PROMEDIO DE HUMTOST (%)
0	2.752 A
50	2.489 AB
10	2.467 AB
15	2.328 ABC
5	2.278 ABC
20	2.233 ABC
30	2.067 ABC
75	1.844 BC
100	1.678 C

Tabla 33. Discriminación de Promedios con relación a la Infestación para la Humedad del Producto Tostado y Molido promediada por grado de brocado. Promedios marcados con la misma letra con un 95% de confianza no son significativamente diferentes.

INTERACCION: 0.0004

Como se observa existe una interacción significativa, y simultáneamente se muestra una influencia significativa tanto de INFESTA, como de GRABRO. Debido a la presencia de la interacción se efectúa un análisis por Grado de Brocado. La Tabla 31 muestra los resultados de este análisis, allí se observa una influencia significativa del Nivel de Infestación en la Densidad solo para GRABRO = GRADO3, en este caso se puede afirmar que existe diferencia significativa entre algunos pares de promedios pero no hay conjuntos de promedios significativamente diferentes. En particular existe diferencia significativa entre los bajos y altos niveles de infestación, mostrándose una caída de densidad para altos niveles de infestación, quiere decir que productos de alto Grado de Brocado, y alta Intensidad de Infestación muestran densidades muy bajas casi 20% menores, lo cual implicaría volúmenes de em-

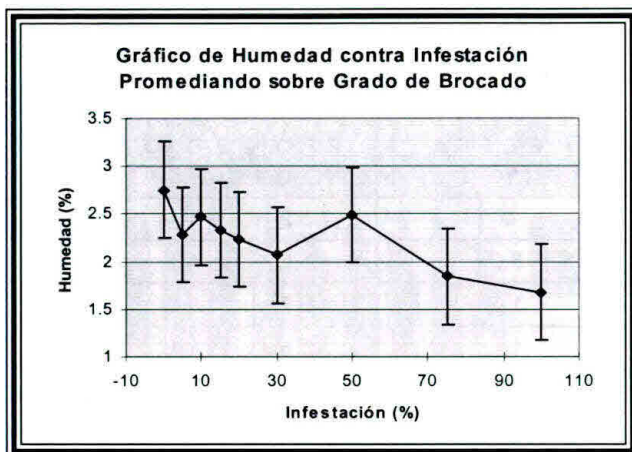


Figura 59. Gráfico de la Humedad del Producto Tostado y Molido contra la Infestación promediada por Grado de Brocado

paque mayores. Para brocados GRADO1 y GRADO2 no se muestra efecto con la Infestación, lo cual significa que en estos casos los volúmenes de empaque no variarían demasiado. La Figura 56 despliega gráficamente los resultados anteriores, allí se observa que el valor de la Densidad del producto tostado y molido se mantiene bastante constante con relación a la Infestación para GRADO1; para GRADO2 se observa una disminución de la Densidad Promedio de 0.46 a 0.44, sin embargo esta disminución no alcanza a ser significativa, para

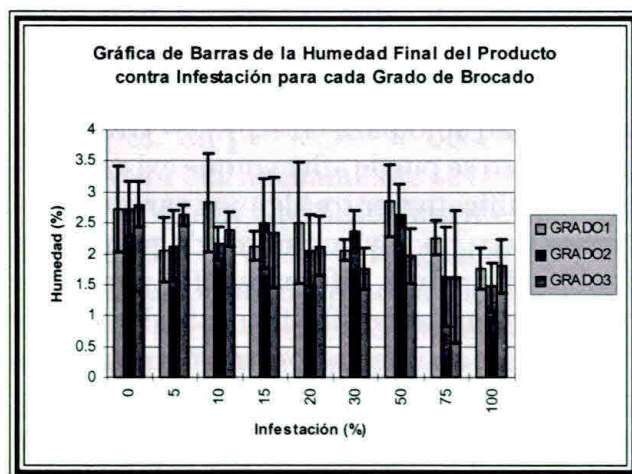


Figura 60. Gráfico de barras de la Humedad del Producto Tostado y Molido contra la Infestación para cada Grado de Brocado

HUMTOST	PROB: 0.0076 SOBRE HUMTOST		
INFESTA	GRABRO	TRATAM	PROMEDIO DE HUMTOST (%)
50	GRADO1	16	2.867 A
10	GRADO1	4	2.833 A
0	NORMAL	27	2.797 A
0	NORMAL	26	2.73 A
0	NORMAL	25	2.73 A
50	GRADO2	17	2.633 A
5	GRADO3	3	2.633 A
20	GRADO1	10	2.5 A
15	GRADO2	8	2.5 A
10	GRADO3	6	2.4 A
30	GRADO2	14	2.367 A
15	GRADO3	9	2.35 A
75	GRADO1	19	2.267 A
10	GRADO2	5	2.167 A
20	GRADO3	12	2.133 A
15	GRADO1	7	2.133 A
5	GRADO2	2	2.133 A
30	GRADO1	13	2.067 A
20	GRADO2	11	2.067 A
5	GRADO1	1	2.067 A
50	GRADO3	18	1.967 A
100	GRADO3	24	1.8 A
100	GRADO1	22	1.767 A
30	GRADO3	15	1.767 A
75	GRADO3	21	1.633 A
75	GRADO2	20	1.633 A
100	GRADO2	23	1.467 A

Tabla 34. Discriminación de Promedios con relación a los Tratamientos para la humedad del Grano Tostado y Molido. Promedios con la misma letra con el 95% de confianza no son significativamente diferentes.

GRADO3 se nota una dependencia mayor esta sí significativa.

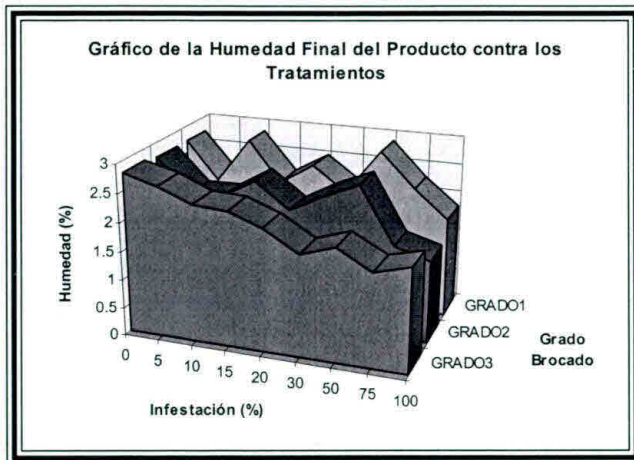


Figura 61. Gráfico de la Humedad del Café Tostado y Molido contra los Tratamientos.

La Figura 57 muestra esta misma información en forma de Diagrama de Barras; en esta se aprecian mejor las dispersiones producidas y el efecto del Grado de Brocado para el caso de Infestación constante, allí se observa que hasta una infestación del 50% las tendencias no son muy claras, y en algunos casos la densidad aumenta con el aumento del Grado de Brocado, como para infestaciones de 15%, 30% y 50%, solo en las infestaciones del 75 y 100% se observa una influencia significativa del Grado de Brocado al disminuir la Densidad con su aumento. Es de anotar que la Figura 56 (DENTYM), tiene una notable parecido con la Figura 50 (DENGRA).

La Tabla 32 muestra el análisis estadístico con relación a los tratamientos, se observa una influencia significativa de ellos, y es posible afirmar que existe diferencia significativa entre algunos pares de promedios, pero no existen conjuntos de promedios significativamente diferentes; se observan diferencias significativas solo con relación a los productos brocados GRADO3, con 100% de Infestación, se observa también que para el caso de Infestación 100%, hay diferencia significativa entre los brocados, GRADO1, y GRADO2, con rela-

ción al GRADO3, también existe diferencia significativa, entre Grados de Brocado, cuando se consideran infestaciones del 75%. La Figura 58 muestra la variación de la Densidad del Producto Tostado y Molido con relación a los tratamientos, se confirman allí los comentarios efectuados hasta el momento, y también el aumento de la Densidad en las infestaciones intermedias del GRADO2.

Humedad del Café Tostado y Molido (HUMTOST)

Un parámetro de gran importancia en la comercialización del Café Tostado y Molido es la Humedad del producto terminado; por norma Técnica Colombiana el máximo de Humedad permitido es 5%. Este parámetro es importante debido a que humedades más altas de lo tolerable pueden acelerar el deterioro del producto, estimulando el desarrollo de microorganismos como hongos y levaduras. En el presente trabajo se midió la humedad del producto terminado como se indica en Materiales y Métodos. Para este caso el análisis inicial presentó las siguientes probabilidades:

PARÁMETRO	VALOR	DENOMINACIÓN
CONCENTRACIÓN	menor a 1.00	AGUADA
	1.00 - 1.15	CLARA
	1.16 - 1.35	MEDIA
	1.36 - 1.50	OSCURA
	1.51 - 2.00	FUERTE
	mayor a 2.00	EXPRESS
% EXTRACCIÓN	Menor a 18	BAJA (Poco rito)
	18 - 22	ÓPTIMA
	Mayor a 22	EXCESIVA

Tabla 35. Denominaciones acostumbradas para describir los diferentes rangos de valores de la Concentración de la Bebida de Café y el Rendimiento de Extracción obtenido.

INFESTA: 0.003
GRABRO: 0.2832
INTERACCION: 0.3979

Los anteriores resultados muestran una ausencia de interacción, por lo cual se pueden analizar directamente los efectos principales. El valor de la Probabilidad conduce también a aceptar con el 95% de confianza la Hipótesis Nula para GRABRO, y rechazarla para INFESTA. La Tabla 33 muestra los resultados de este análisis, la discriminación de promedios de Tukey muestra que existe diferencia significativa entre algunos pares de promedios, pero no existen conjuntos de promedios significati-

VARIABLE	GRABRO	INFESTA	INTERACCION
DIAM50	0.7116	0.9623	0.9998
DIAM36	0.7145	0.9896	1.0000
DISPERSI	0.9960	0.5251	0.9429
RENDIM	0.2510	0.6764	0.1978
SOLISOL	0.7591	0.6966	0.3679
BRIX	0.6397	0.5592	0.8418

Tabla 36. Análisis Estadístico de las Variables que resumen el comportamiento de la Bebida de Café, preparada a partir de diferentes mezclas de café brocado.

vamente diferentes, en particular se observa que para INFESTACION 0%, (Normal) la humedad obtenida 2.752%, es significativamente diferente de la obtenida a 100% de Infestación, 1.678% .

La Figura 59 muestra gráficamente la anterior Tabla, para este gráfico se traza como barra de error el intervalo de confianza (0.93%) producido por el análisis anterior. Es notoria en esta Figura la disminución de la Humedad a medida que crece la Infestación, o sea el aumento de la Infestación produce una disminución de la Humedad Final. La Figura 60 es un Diagrama de Barras de la Humedad

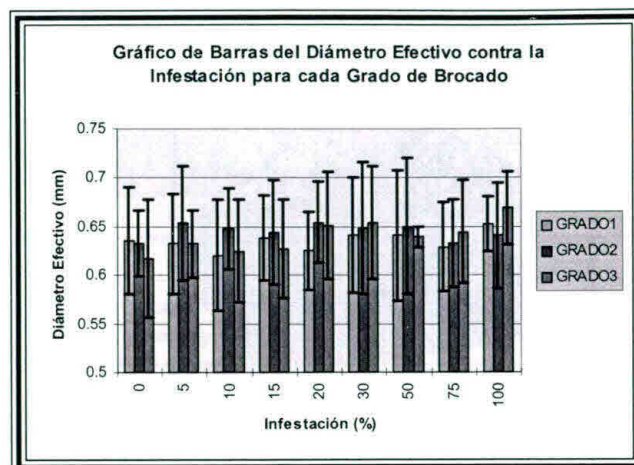


Figura 62. Gráfico de barras del Diámetro Efectivo del Producto Tostado y Molido contra la Infestación para cada Grado de Brocado

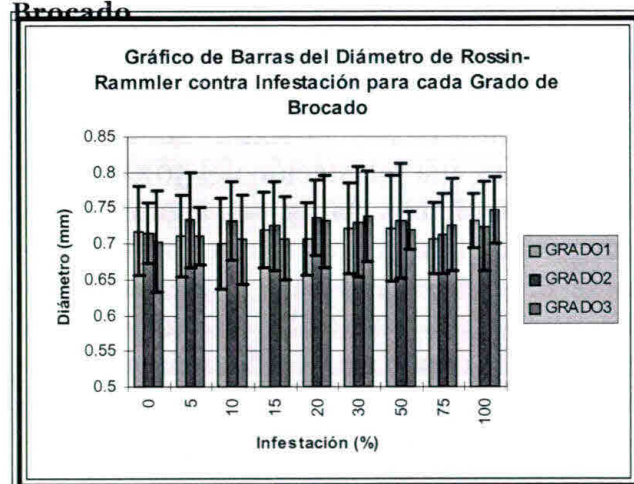


Figura 63. Gráfico de barras del Diámetro de Rossin Rammler del Producto Tostado y Molido contra la Infestación para cada Grado de Brocado

del producto final contra la Infestación para cada Grado de Brocado, allí la longitud de la Barra es el doble de la Desviación Estándar para cada caso. Se confirma como para cada Nivel de Infestación no hay efecto del Grado de Brocado.

La Tabla 34 muestra los resultados con relación a los Tratamientos, a pesar de que el valor de la Probabilidad arroja un efecto significativo la prueba de discriminación de pro-

VARIABLE	DIAM50 (mm)	DIAM36 (mm)	DISPERSI	RENDIM (%)	SOLISOL (%)	BRIX
PROMEDIO	0.6399665	0.7210412	3.0904357	18.94946	1.5020957	1.7885802
C.V.	7.1543882	7.3126263	7.8095196	10.1892802	10.4810065	8.8049127
MAXIMO	0.7431980	0.8391695	3.8782285	23.00879	1.8710000	2.1000000
MINIMO	0.5520032	0.6323076	2.6572110	13.65065	1.0610000	1.4333333
RANGO	0.1911948	0.2068619	1.2210175	9.35814	0.8100000	0.6666667
DES. ESTAN.	0.0457857	0.0527270	0.2413482	1.93081	0.1574347	0.1574829

Tabla 37. Estadísticas descriptivas para las variables de preparación de la bebida.

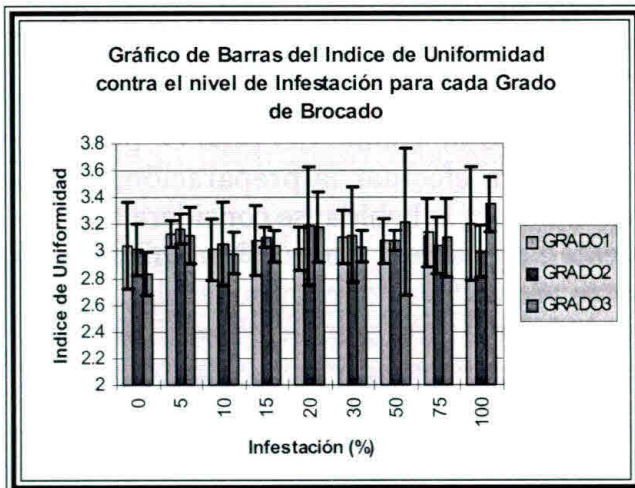


Figura 64. Gráfico del Índice de Uniformidad del Producto Tostado y Molido contra la Infestación para cada Grado de Brocado

medios de Tukey no arroja diferencias significativas, mostrando una diferencia mínima significativa de 1.8%, cantidad mayor a la diferencia entre el promedio mayor y menor. La Figura 61 muestra la Gráfica de la Humedad con relación a los tratamientos, a pesar de no ser significativa la tendencia que muestran los promedios es a un menor valor de humedad a medida que aumenta el Grado de Brocado y el Nivel de Infestación.

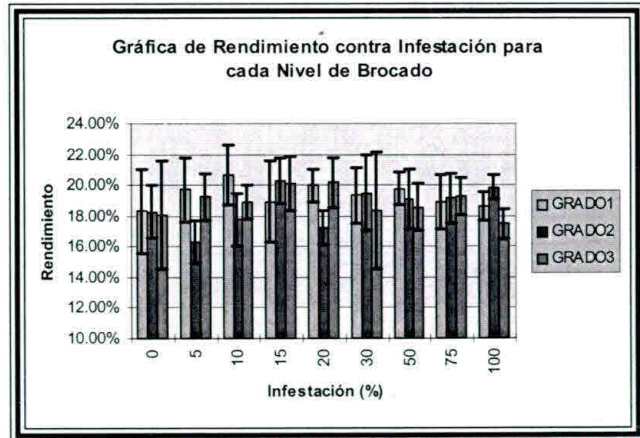


Figura 65. Gráfico del Rendimiento de Extracción del Producto Tostado y Molido contra la Infestación para cada Grado de Brocado

MUESTRA	ARABINOSA (%)	GALACTOSA (%)	GLUCOSA (%)	MANOSA (%)
GRADO2	0.092	0.100	0.029	0.084
GRADO3	0.086	0.079	0.029	0.052
GRADO1	0.090	0.113	0.032	0.103
NORMAL	0.067	0.079	0.031	0.060

Tabla 38. Contenido de azúcares totales de cafés Normal y 100% Brocados GRADO1, GRADO2 y GRADO3.

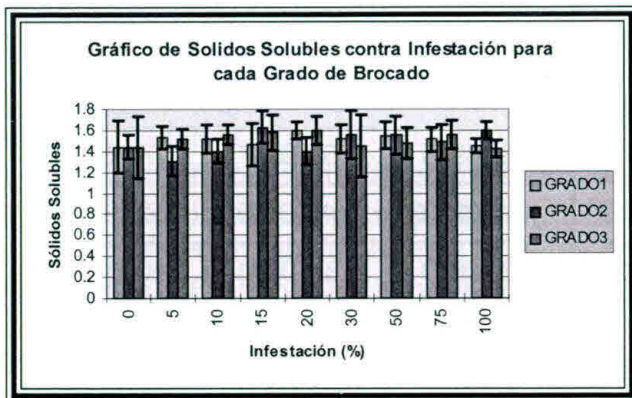


Figura 66. Gráfico de los Sólidos Solubles de la Bebida resultado de la Extracción del Producto Tostado y Molido contra la Infestación para cada Grado de Brocado

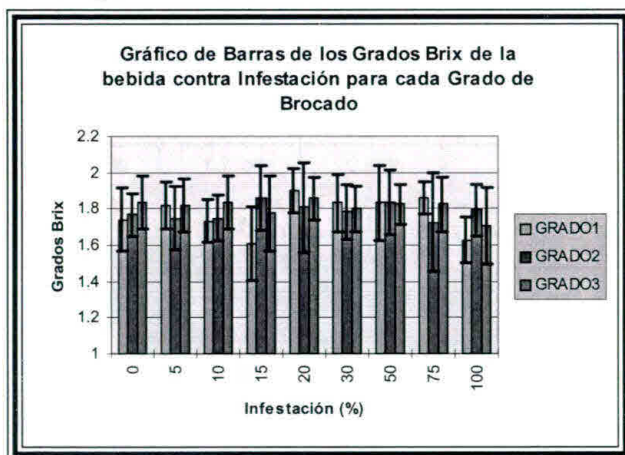


Figura 67. Gráfico de la concentración en °Brix de la Bebida resultado de la Extracción del Producto Tostado y Molido contra la Infestación para cada Grado de Brocado

Parámetros de Preparación de la Bebida

Se efectuaron medidas tendientes a investigar si la preparación de la bebida de café se ve afectada por el Grado de Brocado y la Infestación. Estas medidas fueron

Granulometría: Indica el comportamiento del grano tostado en el proceso de molienda; una molienda adecuada, que tenga poca dispersión alrededor del tamaño de

partícula buscado, o sea poca concentración de finos y gruesos garantiza una eficiente extracción, según el método de preparación de la bebida deseado. Es necesario aclarar que cada técnica de preparación requiere un grado de molienda óptimo. En el caso del presente trabajo, y por exigencia del panel de Catación se efectuó una molienda media. Las técnicas usadas para efectuar el análisis granulométrico se explican en Materiales y Métodos, y consisten básicamente en tres variables: Diámetro Efectivo (DIAM50), Diámetro de Rossin Rammeler (DIAM36) e Índice de Uniformidad (DISPERSI).

Rendimiento (RENDIM): Siguiendo la metodología enunciada en Materiales y Métodos, se calculó el Rendimiento de la Bebida, que da una idea de cuanto del peso de producto usado para efectuar la preparación, queda realmente en la bebida; se considera comúnmente que el valor óptimo de Rendimiento está entre 18 y 22%.

Sólidos Solubles (SOLISOL): Junto con el Rendimiento definen la eficiencia del proceso de Extracción, ya se explicó anteriormente como se midió, se considera que su valor óptimo debe estar entre 1.15 y 1.35%. La Tabla 35 muestra las denominaciones comunes empleadas para definir los diferentes rangos de Extracción y Sólidos Solubles.

Grados Brix (GRABRIX): Parámetro relacionado con los Sólidos Solubles, y que puede ser medido más fácilmente. Se determinó en este trabajo, sobre todo para verificar relaciones usadas comúnmente para deducir el contenido de Sólidos Solubles, o encontrar relaciones más apropiadas.

La Tabla 36 resume los resultados del análisis estadístico inicial efectuado a las variables anteriormente mencionadas, se observa según el valor de las probabilidades que no existe ningún efecto significativo ni del Grado de Brocado, ni del Nivel de Infestación, ni tampoco existe Interacción Significativa para ninguna de las variables; se intentó un análisis parecido para los retenidos parciales en las diferentes mallas no encontrándose ningún efecto significativo. La Tabla 37 muestra estadísticas descriptivas relacionadas con estas variables, se observa allí un Diámetro Efectivo promedio de 0.64 mm, lo cual clasifica la molienda como media, un Rendimiento promedio de 18.9%, dentro del rango apropiado, con una Concentración de Sólidos Solubles de 1.5%, un poco alta con una clasificación entre oscura y fuerte, un Índice de Uniformidad promedio de 3.1, dentro de lo recomendado (>3).

Las figuras 62 a 67 muestran gráficas de estas variables contra la Infestación para cada Grado de Brocado, se muestran también barras de error cuya longitud es el doble de la Desviación Estándar, en todas las gráficas se confirma la no dependencia de las variables analizadas con la Infestación, y con el Grado de Brocado. En cuanto a los Sólidos Solubles calculados a partir de los Grados Brix por la fórmula mencionada en Materiales y Métodos, no se encontró tampoco dependencia significativa. Aunque no existe una relación uno a uno entre ambas metodologías de medida de sólidos solubles, en ambos casos se obtuvieron rangos parecidos. Sin embargo no es posible concluir sobre la validez de las fórmulas empleadas para hayar la concentración en sólidos solubles a partir de la concentración en °Brix.

Análisis de Contenido de Azúcar

Por técnicas de Cromatografía Líquida se efectuaron determinaciones de Contenido de Azúcares Libres y Totales a cuatro muestras de extracto de café provenientes de Café Normal, y 100% Brocados Grado 1, 2, y 3; la Tabla 38 resume los resultados en lo que se refiere al contenido de azúcares totales; no se observa diferencia entre los productos brocados y el normal. En cuanto a azúcares libres ningún producto mostró presencia de ellos.

Conclusiones:

- ◆ En promedio no se nota disminución de la Impresión Global del Producto hasta una Infestación del 50% para Brocado GRADO1, 30% GRADO2, y 15% GRADO3.
- ◆ A pesar de que para Infestaciones mayores del 50% existe una disminución en promedio de la Impresión Global para GRADO1, es de total rechazo solo para Infestación 100% (=3).
- ◆ Para GRADO2 y GRADO3, e infestaciones mayores del 50% las calificaciones promedio de Impresión Global empiezan a ser de total rechazo (<=3)
- ◆ En general las Notas promedio de Intensidad de Aroma para todos los casos solo son de total rechazo para Infestaciones GRADO3 50, 75 y 100%, en cambio el Aroma de la Bebida sigue una tendencia parecida a la Impresión Global, o sea en el Aroma en Seco (Intensidad de Aroma) no se percibe tanto el "Brocado".
- ◆ Tanto la Acidez Organoléptica, como la Acidez Titulable, y el pH confirman una disminución promedio de la Acidez al aumentar los Niveles de Intensidad y Grado de Bro-

Infestación

cado, concordando esto con la progresiva baja de acidez notada al emplear materias primas de baja calidad en la producción de Café Tostado y Molido.

- ◆ Para Brocado GRADO1 no hay dependencia significativa ni de la Acidez Organoléptica, ni de la Acidez titulable, ni del pH con el Nivel de Infestación.
- ◆ Para Brocados GRADO2 y GRADO3 la acidez comienza a ser de total rechazo solo a niveles de infestación del 50% en adelante.
- ◆ Las calificaciones para Amargo siguen en general las mismas tendencias de la Acidez.
- ◆ La frecuencia de los comentarios “contaminado” (con) “Sucio” (suc) y “metálico” (met) aumenta al aumentar el Grado de Brocado la frecuencia del comentario “fermento” (fto) disminuye.
- ◆ En promedio los mejores perfiles obtenidos (mayor area) no corresponden a los productos normales aunque estadísticamente no tienen diferencias significativas.
- ◆ La densidad del Grano Verde disminuye en forma lineal con el Nivel de Infestación para cada Grado de Brocado, la pendiente de la línea es mayor para mayor Grado de Brocado, comprobándose así la adecuada selección de los Grados de Brocado. Se encuentran expresiones matemáticas.
- ◆ En lo que se refiere a la Densidad del Café Tostado y Molido, no existe dependencia significativa con la Infestación para GRADO1 de brocado, para GRADO2 tampoco existe diferencia significativa aunque en este caso y para altas infestaciones (75 y 100%) se nota una disminución del promedio, para GRADO3 si existe una diferencia significativa, y para altos niveles de Infestación (75 y 100%) existe una disminución de la Densidad de casi el 20%, implicando problemas de empaque.
- ◆ En lo que al Coeficiente de Hinchamiento se refiere es mayor para brocado GRADO3, sigue el brocado GRADO1, y por último el brocado GRADO2, esta diferencia de comportamiento sugiere una diferencia no solo cuantitativa, sino también cualitativa entre los Grados de Brocado.
- ◆ La Humedad del Café Tostado y Molido muestra una dependencia significativa con el nivel de Infestación, más no con el Grado de Brocado tendiendo a disminuir.
- ◆ Los parámetros de preparación de la Bebida: Granulometría, Rendimiento, Sólidos Solubles, Brix, no presentaron efecto significativo ni con el Nivel de Infestación, ni con el Grado de Brocado. En general estuvieron dentro de valores aceptables exceptuando el contenido de Sólidos Solubles que se presentó un poco alto.
- ◆ No se presentaron diferencia entre los contenidos de azúcares de los productos normales y 100% brocados de los tres grados.

Agradecimientos:

Al Panel de Catación de Cenicafé encabezado por la Dra. Gloria Inés Puerta, por su excelente y paciente labor en la catación de los productos.

Al Dr. Américo Ortiz, Coordinador del Programa de Industrialización, por su colaboración en el diseño del proyecto.

Al Dr. José Darío Arias, del Programa de Experimentación, por su excelente, y oportuna labor en la consecución del Café Verde Trilado necesario.

Al Señor Luis Eduardo García, Técnico Electro-Mecánico de la Planta Piloto de Física Técnica, por su colaboración en la puesta a punto de los equipos, y ayuda en la toma de algunas medidas.

A las Señoritas Liliana Duque, Patricia Liliana Guevara, Luz Edith Pulgarín, María Lucélida Patiño, y los Señores Juan Carlos Giraldó, y Julio César Patiño, por su excelente y paciente labor de selección de los diferentes grados de cafés brocados.

A los Señores Héctor Fabio Hernández Ríos, y Darío García Guerrero por su colaboración en la limpieza de materiales y equipos y toma ocasional de datos.

Literatura Citada.

1. ROA M.,G.; OLIVEROS T., C.E.; SANZ U., J.R.; ALVAREZ G., J.; RAMIREZ G., C.A.; ALVAREZ H., J.R. **Desarrollo de la Tecnología BECOLSUB para el Beneficio ecológico del café.** Avances Técnicos Cenicafé N° 238: 1-8. 1997.
2. SAS Institute Inc. **SAS/STAT® Guide for Personal Computers, version 6, 6 Edition.** Cary, NC: SAS Institute Inc., 1987. 1028 pp.
3. PELAEZ, A.; MORENO, E. **Vademecum del tostador colombiano,** Federación Nacional de Cafeteros, Santafé de Bogotá, 1991. 240 p.
4. ICONTEC. **Café Tostado y Molido. Método para la Determinación de la Densidad por Compactación. Norma NTC 4084,** Santafé de Bogotá, 1997. 4p.
5. PUERTA, G.I. ; QUICENO, A.L. ; ZULUAGA, J. **La Calidad del Café Verde, Composición, Proceso, y Análisis,** Chinchiná, CENICAFE, 1988. 251p.
6. BAUER, E. **A Statistical manual for chemists,** New york, Academic press, 1971, 193p.
7. ICONTEC. **Café Tostado y Molido. Determinación del grado de tostión. Método Infrarrojo. Norma NTC2442,** Santafé de Bogotá, 1987. 4p.
8. ICONTEC. **Café Tostado y Molido. Método para la determinación del tamaño de partícula. Norma NTC2441 (primera actualización),** Santafé de Bogotá, 1996. 7p.
9. QUANTICK Electronic Instrument & Co. **Catálogo Colorímetro Digital QUANTICK IR-800,** Santafé de Bogotá, 1993. pv.
10. RODRIGUEZ, L.I.; **Comunicación Personal,** Manizales (Colombia), 1996.
11. SAS INSTITUTE INC., **SAS/LAB Software: User's Guide, Version 6, First Edition,** Cary, NC: SAS Institute Inc., 1992. 291 p.
12. CHRISTENSEN, R. **Analysis of Variance Design and Regression.** London, Chapman and Hall, 1996. 587 p.