

1-1-2005

Desarrollo de una bebida caliente a partir de la obtención de harinas de leguminosas y oleaginosa

Andrea del Pilar Barriga Silva
Universidad de La Salle, Bogotá

Angélica María Latorre Carrillo
Universidad de La Salle, Bogotá

Follow this and additional works at: https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_alimentos

Citación recomendada

Barriga Silva, A. d., & Latorre Carrillo, A. M. (2005). Desarrollo de una bebida caliente a partir de la obtención de harinas de leguminosas y oleaginosa. Retrieved from https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_alimentos/304

This Trabajo de grado - Pregrado is brought to you for free and open access by the Facultad de Ingeniería at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in Ingeniería de Alimentos by an authorized administrator of Ciencia Unisalle. For more information, please contact ciencia@lasalle.edu.co.

DESARROLLO DE UNA BEBIDA CALIENTE A PARTIR DE LA OBTENCIÓN
DE HARINAS DE LEGUMINOSAS Y OLEAGINOSA.

ANDREA DEL PILAR BARRIGA SILVA . 43001004
ANGELICA MARIA LA TORRE CARRILLO. 43001020

UNIVERSIDAD DE LA SALLE
FACULTAD DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS
BOGOTÁ, D.C.
2005

DESARROLLO DE UNA BEBIDA CALIENTE A PARTIR DE LA OBTENCIÓN
DE HARINAS DE LEGUMINOSAS Y OLEAGINOSA.

ANDREA DEL PILAR BARRIGA SILVA . 43001004
ANGELICA MARIA LA TORRE CARRILLO. 43001020

Trabajo de grado para optar al título de
Ingeniero de Alimentos

Director
LENA PRIETO
Ingeniera Química

UNIVERSIDAD DE LA SALLE
FACULTAD DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS
BOGOTÁ, D.C.
2005

Nota de aceptación

Luz Marina Arango.

Lucila Gualdrón.

Bogotá, Agosto 19 de 2005

A Dios, a la Virgen y a Mi Mamita que por su amor y entrega a mi educación como persona integral logre llevar a cabo la culminación de mis estudios como ingeniera de Alimentos. También a mis hermanos y a todas las personas que siempre tiene una mano amiga para ayudarme en el camino de mi vida.

Andrea.

A Dios por ser mi guía.
A mis padres porque gracias a su esfuerzo y amor logré culminar esta etapa de mi vida.
A mi hermanita Lulu por transmitirme siempre su alegría y apoyo.
Y a todas las personas que me han apoyado durante todo este tiempo.

Angélica.

AGRADECIMENTOS

Las autoras expresan sus agradecimientos a:

La Ingeniera Química Lena Prieto Contreras por su gran ayuda, comprensión, sabiduría y asesoría a lo largo de la carrera y en este trabajo de grado.

A la Ingeniera de Alimentos Claudia Gil por su gran ayuda y por permitirnos desarrollar las pruebas de tostado y molienda en el Laboratorio del CAFÉ MONTAÑA ROJA Ltda.

Al Químico PhD Camilo Rozo y La Química MEd Patricia Jiménez De Borray por la confianza y apoyo brindado durante estos años.

A la Química Esp. Luz Myriam Mncada por haber creído en este proyecto.

A la Química Esp. Luz Marina Arango por el gran aporte brindado a este trabajo.

Al Lic. Química y Biología Juan Carlos Poveda y al Técnico en Alimentos Luis Mguel Triviño por su paciencia y colaboración durante las pruebas.

A la Química Esp. Blanca Ueche por su asesoría en la parte estadística.

A Ruby Traslaviña y a Henry Rojas por sus valiosos aportes.

A la Universidad De La Salle por acogernos y brindarnos la formación personal y profesional durante estos años y a todas las personas que de una u otra manera estuvieron apoyándonos en esta etapa de la vida.

CONTENIDO

	Pag.
INTRODUCCIÓN	15
OBJETIVOS	17
1. MARCO DE REFERENCIA	18
1.1 DESCRIPCIÓN DE LAS MATERIAS PRIMAS	18
1.1.1 Garbanzo	19
1.1.2 Arveja	20
1.1.3 Soya	21
1.2 GENERALIDADES SOBRE BEBIDAS	22
1.3 PROCESO DE OBTENCIÓN DE LA BEBIDA DEL CAFÉ	24
1.3.1 Operación de tostado	24
1.3.2 Operación de molienda	25
1.3.3 Operación de empacado	27
1.3.4 Operación de la preparación de la bebida	27
1.4 GENERALIDADES DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL	27
1.4.1 Pruebas de evaluación sensorial	29
1.4.2 Preparación de las muestras	29
1.4.3 Análisis sensorial para el café	30
1.5 DISEÑO EXPERIMENTAL	31
1.5.1 El análisis de varianza	31
1.5.2 Prueba chi cuadrada	32
1.6 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN DE MERCADOS	32
2 METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE LA BEBIDA CALIENTE	35
2.1 SONDEO DEL MERCADO POTENCIAL	35
2.2 METODOLOGÍA DE LA EXPERIMENTACIÓN	37
2.2.1 Empresa CAFÉ MONTAÑA ROJA	38
2.2.2 Equipos de trabajo	38
2.2.2.1 Tostador para café	38
2.2.2.2 Molino para café	39
2.2.2.3 Colorímetro	40
2.2.2.4 Mezcladora de volteo de tambores gemelos	41
2.2.3 Etapa preexperimental	42
2.2.3.1 Operación de tostado	44
2.2.3.2 Operación de molienda	44
2.2.3.3 Operación de mezclado	45
2.2.3.4 Medición de color	45
2.2.3.5 Empacado	45
2.2.3.6 Análisis sensorial preliminar con jueces entrenados	45
2.2.5 Etapa experimental	47
2.2.5.1 Operación de tostado	48
2.2.5.2 Operación de molienda	48
2.2.5.3 Operación de mezclado	48
2.2.5.4 Análisis sensorial con jueces entrenados	49

2.3 ANÁLISIS SENSORIAL CON JUECES NO ENTRENADOS	49
2.4 CARACTERIZACIÓN DE LA MEZCLA DE HARINAS Y DE LA BEBIDA CALIENTE	51
2.5 ESTUDIO DE LA VIDA ÚTIL	51
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	54
3.1 SONDEO DEL MERCADO POTENCIAL	54
3.1.1 Análisis de las preguntas	54
3.2 ETAPA PREEXPERIMENTAL	62
3.2.1 Resultados de la operación de tostado	62
3.2.1.1 Tostado del garbanzo	62
3.2.1.2 Tostado de la arveja verde	63
3.2.1.3 Tostado de la soya	64
3.2.2 Resultados de la operación de molienda	65
3.2.2.1 Análisis granulométrico diferencial del garbanzo	65
3.2.2.2 Análisis granulométrico diferencial de la soya	68
3.2.2.3 Análisis granulométrico diferencial de la arveja verde	70
3.2.3 Resultados de la operación de mezclado	71
3.2.3.1 Análisis granulométrico diferencial de las mezclas de granos tostados en igual cantidad.	71
3.2.3.2 Análisis granulométrico diferencial de las mezclas de granos tostados en diferente cantidad.	72
3.2.4 Resultados del análisis sensorial preliminar con expertos	74
3.3 ETAPA EXPERIMENTAL	78
3.3.1 Resultados de la operación de tostado	78
3.3.1.1 Tostado del garbanzo	79
3.3.1.2 Tostado de la arveja verde	80
3.3.1.3 Tostado de la soya	81
3.3.1.4 Tostado de la arveja amarilla	82
3.3.2 Resultados de la operación de molienda	83
3.3.2.1 Análisis granulométrico diferencial de la arveja amarilla	83
3.3.2.2 Análisis granulométrico diferencial de la soya	84
3.3.3 Operación de mezclado	85
3.3.3.1 Resultado de las mezclas con arveja verde y arveja amarilla	85
3.3.3.1.1 Resultados del análisis de varianza para las mezclas realizadas con arveja verde y con arveja amarilla	86
3.3.3.2 Resultados de las mezclas realizadas con distintas cantidades de clavo y canela	87
3.3.3.3 Análisis granulométrico diferencial de las mezclas realizadas con arveja verde	88
3.3.3.4 Análisis granulométrico diferencial para las mezclas realizadas con arveja amarilla	89
3.3.3.5 Análisis granulométrico diferencial para las mezclas con distintas cantidades de clavo y canela	90
3.3.3.6 Resultados del índice de mezclado para la harina final	91
3.4 ANÁLISIS SENSORIAL CON JUECES ENTRENADOS	95
3.4.1 Resultado de la evaluación sensorial para las mezclas con arveja verde y con arveja amarilla	95

3.4.2 Resultado de la evaluación sensorial para las mezclas con distintas cantidades de clavo y canela	99
3.5 CARACTERISTICAS DE LA HARINA SELECCIONADA	102
3.6 ANÁLISIS SENSORIAL CON JUECES NO ENTRENADOS	102
4. PROCESOS DE OBTENCIÓN PROPUESTOS PARA LA HARINA Y LA BEBIDA CALIENTE	107
4.1 CARACTERIZACIÓN DE LA HARINA OBTENIDA	107
4.2 CARACTERIZACIÓN DE LA BEBIDA CALIENTE	107
4.3 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE LA HARINA OBTENIDA	109
4.3.1 Diagrama de flujo del proceso de obtención de la harina.	109
4.3.2 Resumen del proceso propuesto para la obtención de la harina.	115
4.4 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PROPUESTO DE LA BEBIDA CALIENTE	115
4.5 BALANCES DE MATERIA Y ENERGÍA	115
4.5.1 Balance de materia	115
4.5.2 Balance de energía	116
4.6 ESTUDIO DE LA VIDA ÚTIL	116
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	119
BIBLIOGRAFÍA	121
ANEXOS	124

ANEXOS

	Pag.
ANEXO 1. Cálculos del análisis granulométrico diferencial.	124
ANEXO 2. Análisis granulométrico diferencial para el garbanzo a distintas condiciones de tostado.	126
ANEXO 3. Análisis granulométrico diferencial para la Soya a distintas condiciones de tostado.	129
ANEXO 4. Análisis granulométrico diferencial para la arveja verde a distintas condiciones de tostado.	132
ANEXO 5. Análisis granulométrico diferencial de la mezcla de harina de leguminosas y oleaginosa en igual cantidad	135
ANEXO 6. Análisis granulométrico diferencial de la mezcla de harina de leguminosas y oleaginosa en distinta proporción.	138
ANEXO 7. Análisis granulométrico diferencial para la arveja amarilla a distintas condiciones de tostado.	141
ANEXO 8. Análisis granulométrico diferencial para las mezclas con arveja verde.	142
ANEXO 9. Análisis granulométrico diferencial para las mezclas con arveja amarilla.	143
ANEXO 10. Análisis granulométrico diferencial para las mezclas con diferente contenido de clavo y canela.	144
ANEXO 11. Cálculos del índice de mezclado.	146
ANEXO 12. Cálculos de la caracterización fisicoquímica de la harina y de la bebida caliente.	147
ANEXO 14. Prueba Duncan para la evaluación sensorial preliminar con expertos.	152
ANEXO 15. Prueba Duncan para la evaluación sensorial de las muestras con arveja verde y arveja amarilla con expertos.	159
ANEXO 16. Prueba Duncan para la evaluación sensorial de las muestras con distintas concentraciones de clavo y canela con expertos.	166
ANEXO 17. Balances de materia y energía.	167

INDICE DE FIGURAS.

	Pag.
Figura 1. Tostador de café para laboratorio.	39
Figura 2. Molino de café para laboratorio.	40
Figura 3. Colorímetro.	41
Figura 4. Mezcladora de volteo de tambores gemelos	42
Figura 5. Diagrama de flujo para la elaboración de la harina de granos	42
Figura 6. Consumidores de café.	55
Figura 7. Frecuencia del consumo de café	56
Figura 8. Tipos de café que se consume.	57
Figura 9. ¿Le gustaría encontrar en el mercado la nueva bebida?	58
Figura 10. Características de Color.	59
Figura 11. Características de sabor.	60
Figura 12. ¿Con que le gustaría saborizar la nueva bebida?	61
Figura 13. Usted quisiera encontrar un producto.	62
Figura 14. Comportamiento del color del garbanzo a distintas temperaturas y tiempos de tostado	63
Figura 15. Comportamiento del color de la arveja verde a distintas temperaturas y tiempos de tostado	64
Figura 16. Comportamiento de la soya a distintas temperaturas y tiempos de tostado.	65
Figura 17. Gráfico del Análisis granulométrico diferencial del garbanzo tostado a 200 ° C por 8 minutos.	66
Figura 18. Gráfico del Análisis granulométrico diferencial del garbanzo tostado a 200 ° C por 9 minutos.	66
Figura 19. Gráfico del Análisis granulométrico diferencial de la soya tostada a 200 ° C por 8 minutos.	68
Figura 20. Gráfico del Análisis granulométrico diferencial de la arveja verde tostada a 200 ° C por 8 minutos.	69
Figura 21. Gráfico del Análisis granulométrico diferencial de la arveja verde tostada a 200 ° C por 9 minutos.	69
Figura 22. Gráfico del Análisis granulométrico diferencial de la mezcla de granos de igual cantidad tostados a 200°C por 8 minutos.	71
Figura 23. Gráfico del Análisis granulométrico diferencial de la mezcla de granos de igual cantidad tostados a 200°C por 9 minutos.	72
Figura 24. Gráfico del Análisis granulométrico diferencial de la mezcla de granos de diferente cantidad tostados a 200°C por 8 minutos.	73
Figura 25. Gráfico del Análisis granulométrico diferencial de la mezcla de granos de diferente cantidad tostados a 200°C por 9 minutos.	73
Figura 26. Promedios de la evaluación sensorial de las muestras	76
Figura 27. Promedios de la evaluación sensorial de las muestras	76
Figura 28. Gráfico del Análisis granulométrico diferencial de la arveja amarilla tostada a 200°C por 7 minutos.	83
Figura 29. Gráfico del análisis granulométrico diferencial de la soya tostado a 200 ° C por 7 minutos	84

Figura 30. Comportamiento del color de las mezclas con distintas concentraciones de clavo y canela.	87
Figura 31. Gráfico del análisis granulométrico diferencial para las mezclas de granos con arveja verde tostados a 200 °C por 8 minutos.	88
Figura 32. Gráfico del análisis granulométrico diferencial para las mezclas de granos con arveja verde tostados a 200 °C por 9 minutos.	88
Figura 33. Gráfico del análisis granulométrico diferencial para las mezclas de granos con arveja amarilla tostados a 200 °C por 8 minutos.	89
Figura 34. Gráfico del análisis granulométrico diferencial para las mezclas de granos con arveja amarilla tostados a 200 °C por 9 minutos.	90
Figura 35. Gráfico del análisis granulométrico diferencial de la mezcla de granos tostados a 200°C con 0.5% de clavo y canela.	91
Figura 36. Gráfico del Índice de Mezclado del Garbanzo.	92
Figura 37. Gráfico del Índice de Mezclado de la Arveja Amarilla	93
Figura 38. Gráfico del Índice de Mezclado de la soya.	94
Figura 39. Gráfico del Índice de Mezclado para la harina de leguminosas y deaginosas.	95
Figura 40. Promedios de la evaluación sensorial de las muestras con arveja verde y arveja amarilla.	97
Figura 41. Promedios de la evaluación sensorial de las muestras con arveja verde y arveja amarilla.	97
Figura 42. Promedios de las muestras con distintas concentraciones de clavo y canela.	100
Figura 42. Promedios de las muestras con distintas concentraciones de clavo y canela.	101
Figura 44. Evaluación del color de la bebida	103
Figura 45. Evaluación del aroma de la bebida.	104
Figura 46. Evaluación del sabor de la bebida.	105
Figura 47. Evaluación de la impresión general de la bebida.	106
Figura 48. Diagrama de flujo del proceso de obtención de la harina.	109
Figura 49. Tostador de Lecho Fluido para tiendas de café.	110
Figura 50. Tostador industrial Modelo L5/L12	111
Figura 51. Molino industrial.	113
Figura 52. Empacadora - Selladora industrial	114
Figura 53. Diagrama de flujo de la elaboración de la bebida caliente.	115

INDICE DE CUADROS.

	Pag
Quadro 1. Composición de las Leguminosas.	18
Quadro 2. Composición de la harina de garbanzo	20
Quadro 3. Composición promedio de la arveja.	21
Quadro 4. Composición de la soya.	21
Quadro 5. Niveles de tostado del café.	25
Quadro 6. Ficha técnica del Tostador de café para laboratorio	39
Quadro 7. Ficha técnica del Molino para laboratorio de café	40
Quadro 8. Ficha técnica del Colorímetro.	41
Quadro 9. Ficha técnica del Mezclador de volteo de tambores gemelos.	42
Quadro 10. Características del patrón.	43
Quadro 11. Serie de tamices U.S	44
Quadro 12. Métodos analíticos para la caracterización de la harina y de la bebida.	51
Quadro 13. Control de la vida útil del producto.	53
Quadro 14. Consumidores de café.	54
Quadro 15. Frecuencia de consumo de café.	55
Quadro 16. Tipos de café que se consume.	56
Quadro 17. Aceptación de la nueva bebida	57
Quadro 18. Características de color.	58
Quadro 19. Características de sabor.	59
Quadro 20. ¿Con que le gustaría saborizar la nueva bebida?	60
Quadro 21. Usted quisiera encontrar un producto	61
Quadro 22. Color a distintos tiempos y temperaturas de tostado en el Garbanzo	63
Quadro 23. Color a distintos tiempos y temperaturas de tostado de la Arveja verde.	64
Quadro 24. Color a distintos tiempos y temperaturas de tostado en la soya.	64
Quadro 25. Resumen de los resultados de la operación de tostado en la etapa preexperimental.	65
Quadro 26. Área y número de partículas para el Garbanzo tostado a distintas condiciones.	67
Quadro 27. Área y número de partículas para la soya tostada a distintas condiciones.	68
Quadro 28. Área y número de partículas para la arveja verde tostada a distintas condiciones.	69
Quadro 29. Color de las mezclas	70
Quadro 30. Área y número de partículas para las mezclas de granos en igual cantidad a distintas condiciones de tostado.	72
Quadro 31. Área y número de partículas de las mezclas de granos en diferente cantidad a distintas condiciones de tostado.	74
Quadro 32. Resultado de la fragancia de la bebida.	74
Quadro 33. Resultado del aroma de la bebida.	74
Quadro 34. Resultado de la acidez de la bebida.	75

Quadro 35. Resultado del amargo de la bebida.	75
Quadro 36. Resultado del cuerpo de la bebida.	75
Quadro 37. Resultado del sabor residual de la bebida.	75
Quadro 38. Resultado de la impresión global de la bebida.	75
Quadro 39. Resultado del análisis de varianza	76
Quadro 40. Resultados de la Prueba Duncan	77
Quadro 41. Resumen de los resultados de la etapa preexperimental.	78
Quadro 42. Color a 200 ° C por 8 y 9 minutos del garbanzo.	79
Quadro 43. Resultados de la <i>t - Student</i> para el Garbanzo.	79
Quadro 44. Resultado del porcentaje de coeficiente de variación para el garbanzo	79
Quadro 45. Color a 200° C por 8 y 9 minutos de la arveja verde.	80
Quadro 46. Resultados de la <i>t- Student</i> para la arveja verde	80
Quadro 47. Resultado del porcentaje de coeficiente de variación para la arveja verde.	80
Quadro 48. Color a 200 ° C y distintos tiempos de la soya	81
Quadro 49. Color a 200° C y 7 minutos de la soya	81
Quadro 50. Resultados de la <i>t – Student</i> para la soya	81
Quadro 51. Resultado del porcentaje de coeficiente de variación para el frijol de soya.	81
Quadro 52. Color a 200° C por 7 y 8 minutos de la arveja amarilla	82
Quadro 53. Resultados de la <i>t-Student</i> para la arveja amarilla	82
Quadro 54. Resultado del porcentaje de coeficiente de variación para la arveja amarilla.	82
Quadro 55. Área y número de partículas para la arveja amarilla a distintas condiciones de tostado.	83
Quadro 56. Área y número de partículas para la soya tostada a 200° C por 7 minutos.	84
Quadro 57. Color de las mezclas con Arveja verde y Arveja amarilla	85
Quadro 58. Resumen de los datos para el análisis de varianza de las mezclas con arveja verde y con arveja amarilla a 200 ° C por 8 minutos de tostado.	86
Quadro 59. Resultados del análisis de varianza para las mezclas realizadas con arveja verde y con arveja amarilla a 200 ° C por 8 minutos de tostado.	86
Quadro 60. Resumen de los datos para el análisis de varianza de las mezclas con arveja verde y con arveja amarilla a 200 ° C por 9 minutos de tostado.	86
Quadro 61. Resultados del análisis de varianza para las mezclas realizadas con arveja verde y con arveja amarilla a 200 ° C por 9 minutos de tostado.	86
Quadro 62. Color de las mezclas de distintas concentraciones de clavo y canela.	87
Quadro 63. Área y número de partículas para las mezclas de granos con Arveja verde tostados a distintas condiciones.	89
Quadro 64. Área y número de partículas para las mezclas de granos con Arveja amarilla tostados a distintas condiciones.	90
Quadro 65. Área y número de partículas para las mezclas de granos con diferentes contenidos de clavo y canela.	91
Quadro 66. Datos para el cálculo del Índice de mezclado del garbanzo.	92
Quadro 67. Resultados del Índice de mezclado del garbanzo.	92
Quadro 68. Datos para el cálculo del Índice de mezclado de la arveja amarilla.	

Quadro 69. Resultados del Índice de mezclado de la arveja amarilla.	93
Quadro 70. Datos para el cálculo del Índice de mezclado de la soya.	93
Quadro 71. Resultados del Índice de mezclado de la soya.	94
Quadro 72. Resultados del Índice de mezclado para la harina de leguminosas y deaginosas.	94
Quadro 73. Resultados de la fragancia de la bebida.	95
Quadro 74. Resultado del aroma de la bebida.	95
Quadro 75. Resultado de la acidez de la bebida.	96
Quadro 76. Resultado del amargo de la bebida.	96
Quadro 77. Resultado del cuerpo de la bebida.	96
Quadro 78. Resultado del sabor residual de la bebida.	96
Quadro 79. Resultado de la impresión global de la bebida.	96
Quadro 80. Resultado del análisis de varianza	98
Quadro 81. Resultados de la Prueba Duncan	98
Quadro 82. Resultados de la fragancia de la bebida.	99
Quadro 83. Resultado del aroma de la bebida.	99
Quadro 84. Resultado de la acidez de la bebida.	99
Quadro 85. Resultado del amargo de la bebida.	99
Quadro 86. Resultado del cuerpo de la bebida.	100
Quadro 87. Resultado del sabor residual de la bebida.	100
Quadro 88. Resultado de la impresión global de la bebida.	100
Quadro 89. Resultado del análisis de varianza	101
Quadro 90. Resultados de la Prueba Duncan	101
Quadro 91. Características finales del proceso de obtención de la harina seleccionada por los expertos para la bebida caliente.	102
Quadro 92. Resultados de la evaluación del color de la bebida.	103
Quadro 93. Resultados de la evaluación del aroma de la bebida.	104
Quadro 94. Resultados de la evaluación del sabor de la bebida.	104
Quadro 95. Resultados de la evaluación del la impresión general de la bebida	105
Quadro 96. Resultados del análisis sensorial con el consumidor aplicando la prueba del Chi – cuadrado.	106
Quadro 97. Resultados de la Caracterización fisicoquímica de la harina obtenida.	107
Quadro 98. Resultados de la Caracterización fisicoquímica de la bebida caliente y el porcentaje recuperado de la harina en la bebida caliente de cada una de características fisicoquímicas evaluadas.	108
Quadro 99. Resultados de los extractos de la bebida.	108
Quadro 100. Ficha técnica del tostador de lecho fluido para tiendas de café ¹¹¹ .	
Quadro 101. Especificaciones de un tostador industrial para café.	112
Quadro 102. Especificaciones de un molino para café industrial.	113
Quadro 103. Especificaciones de una empacadora - selladora industrial	114
Quadro 104. Resumen del proceso propuesto para la obtención de la harina.	115
Quadro 105. Balance de materia en la operación de tostado.	116
Quadro 106. Balance de materia en la operación de molienda	116
Quadro 107. Balance de energía en la operación de tostado	116
Quadro 109. Resultados del estudio de vida útil.	118

INTRODUCCIÓN

Los Ingenieros de Alimentos buscan innovar, mejorar y desarrollar nuevos productos y procesos destinados a satisfacer las necesidades del consumidor, razón por la cual, en este trabajo de grado se desarrolló una bebida caliente a partir de la obtención de la mezcla de harina de garbanzo, de soya, y de arveja amarilla. Durante muchos años el garbanzo y la arveja amarilla han sido productos de fácil acceso que se encuentran en la canasta familiar. Y la soya es un producto que poco a poco ha ingresado al mercado nacional, conociendo y aprovechando sus diferentes propiedades de transformación a nivel de la industria de alimentos que está fomentando su consumo.

Actualmente, el consumidor exige variedad de productos en el mercado con calidad que satisfagan sus necesidades; por lo cual, el problema que se presenta es el desarrollo de una nueva bebida caliente a partir de una mezcla de harina de leguminosas y oleaginosas aromatizada con clavo y canela, para satisfacer un mercado potencial de Bogotá.

El objetivo que se busca es ofrecer al mercado de las bebidas calientes un producto novedoso, natural, que aproveche las leguminosas y oleaginosas, para presentar una bebida de sabor agradable al paladar y que compita con la tradición del consumo del café. Por consiguiente, se busca destacar e industrializar un nuevo proceso para la elaboración de una bebida caliente que posea características tradicionales para el gusto del consumidor.

La metodología utilizada en el trabajo para cumplir con el objetivo propuesto se inicia con un sondeo del mercado para conocer los gustos del posible consumidor de la nueva bebida; definir el proceso, los equipos a usar y el lugar de trabajo. Se comenzó con la etapa preexperimental donde se buscaba definir la temperatura y el tiempo de tostado para cada clase de grano, y la cantidad de estos en la mezcla de la harina. Después de obtenidos los resultados de esta etapa se continuó con la etapa experimental donde se definió el tipo de arveja a utilizar y el contenido de clavo y canela de la mezcla. Al tener definida la mezcla se realizó la evaluación sensorial con el consumidor, el estudio de vida útil de la harina y la caracterización de la harina y de la bebida.

Es muy importante destacar que el criterio de selección que prevaleció en el desarrollo de la metodología propuesta para definir la bebida caliente fue la evaluación sensorial porque esto permitió definir las características de la bebida que es agradable al consumidor. Por otra parte, se recopiló la información revisada y obtenida en cuatro capítulos.

El primer capítulo es un marco referencial, donde se hace una revisión bibliográfica de los temas que van a ser útiles durante el desarrollo de este trabajo de grado, como los son la descripción de las materias primas, el proceso de desarrollo del café como bebida caliente, las herramientas básicas para realizar un sondeo de mercado, una evaluación sensorial y un diseño experimental.

El segundo capítulo describe la metodología experimental utilizada para el desarrollo de este nuevo producto, se hace referencia a las instalaciones y a los equipos del Laboratorio del CAFÉ MONTAÑA ROJA Ltda. y de la Planta piloto de la Universidad de La Salle utilizados a lo largo del proyecto. Se presentan las actividades desarrolladas que se dividen en preexperimentales y experimentales.

El tercer capítulo menciona los resultados del sondeo de mercado realizado en la ciudad de Bogotá, los logros alcanzados en la etapa preexperimental y experimental, el análisis diferencial de tamizado y por último el análisis sensorial que se realiza con el consumidor. Para el análisis de los resultados que se logran en la etapa experimental se utilizan herramientas estadísticas las cuales permiten tener un manejo práctico de los resultados del desarrollo del nuevo producto.

El cuarto capítulo presenta una propuesta del proceso para posibles industrializaciones donde se nombran y explican las operaciones unitarias, balance de materia y energía, variables y equipos que intervienen en ésta; también se menciona el estudio de vida útil de la harina para la elaboración de la bebida caliente y la caracterización de la estas.

La bebida caliente obtenida del producto de una harina tostada a 200° C de arveja amarilla, de garbanzo y de soya durante 7, 9 y 7 minutos respectivamente, se saborizó con un 0.5 % de clavo y canela, fue aceptada la bebida por parte del consumidor en un 78.18% aunque se recomienda continuar con el impulso de la misma para lograr una aceptación más alta en el mercado potencial.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Desarrollar una nueva bebida caliente como otra alternativa de aprovechamiento de la arveja, el garbanzo y la soya para ofrecer variedad de bebidas calientes naturales en el mercado de Bogotá.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Sondear el mercado potencial de los consumidores de la nueva bebida caliente en una muestra poblacional de diferentes estratos ubicada de Bogotá.
- Realizar una etapa preexperimental para definir los niveles de tostión que satisfagan el gusto del consumidor según el sondeo realizado en el posible mercado.
- Desarrollar un estudio experimental para definir el contenido de cada componente de la mezcla de la harina y los niveles de aromatizado para cumplir con las características esperadas por el consumidor de la bebida caliente.
- Evaluar la selección y la aceptación de la nueva bebida caliente por medio de pruebas sensoriales con evaluadores expertos y no expertos en este tipo de producto respectivamente.
- Caracterizar la harina obtenida y la bebida caliente seleccionada por el consumidor, a través de pruebas fisicoquímicas, y complementando con el estudio de la vida útil de la harina.
- Definir las operaciones del proceso de obtención de la harina para la bebida caliente y determinar las variables que intervienen en las mismas.

1. MARCO DE REFERENCIA.

En este trabajo de grado se busca el desarrollo de una bebida caliente a partir de leguminosas y oleaginosa; por lo tanto en este capítulo se presenta una breve descripción del marco referencial, sobre el cual se basó la experimentación para la obtención de la bebida.

Inicialmente se describen las materias primas que se emplean en el producto, después se enuncian las principales operaciones del proceso de la elaboración de la bebida caliente. Por último, se mencionan las herramientas del análisis sensorial, de investigación de mercados y del diseño experimental utilizado en el proyecto.

1.1 DESCRIPCIÓN DE LAS MATERIAS PRIMAS

Para el desarrollo de la bebida caliente se emplean leguminosas. La palabra leguminosa deriva del latín *legum*, significa semillas con vaina, son semillas comestibles de las plantas que pertenecen a la familia de las *leguminosae*. De las leguminosas obtenemos alimentos en forma de semillas o granos que son esenciales en la alimentación humana. Las leguminosas se clasifican en verdes y secas dependiendo del contenido de humedad y de proteínas, así:

- **Leguminosas verdes.** La humedad de estas leguminosas es del 63 %, contiene del 8 al 10 % de proteína. Entre éstas se encuentran la arveja, el frijol, el haba, entre otras.
- **Leguminosas secas.** La humedad es del 12 %, contiene del 20 al 25 % de proteína. Entre éstas se encuentran la arveja seca, el frijol, el haba, la lenteja, el garbanzo, el maní y la soya.¹

A continuación se describe en el cuadro 1 la composición de las leguminosas en general.

Cuadro 1. Composición de las Leguminosas.²

Componente	Valor
Proteína	20-25
Carbohidratos	55
Grasa	1-2
Hierro (mg)	5-10
Calcio (mg)	120

Las leguminosas son una buena fuente de proteína porque contiene entre el 20 al 25%, a excepción de la soya la cual contiene el 34 %. También poseen un 55% de carbohidratos en forma de almidón. Contienen poca cantidad de grasa

¹ COLOMBIA. MINISTERIO DE SALUD. Utilización de leguminosas y cereales para una mayor nutrición. Año 1990. p. 16 -17.

² MINISTERIO DE SALUD Ibid 1

del 1 al 2%; a excepción del garbanzo que tiene 5.5 %, y el maní que contiene el 50 %. Contiene minerales tales como hierro en un promedio de 5 a 10 mg y calcio 120 mg. Además contiene vitaminas, como niacina y vitamina E y poca cantidad de riboflavina y vitamina C.³

Además para el desarrollo de la bebida caliente se emplea una oleaginoso: la soya. Las oleaginosas son semillas que producen principalmente aceites vegetales de los cuales la mayoría son ricos en ácidos grasos mono o poliinsaturados y proteínas, las oleaginosas más importantes son el cacahuate, las semillas de algodón, de girasol, el maní, la colza, el coco, la linaza, los granos de palma el maíz, las olivas y la soya.

En los numerales 1.1.1, 1.1.2 y 1.1.3, se describe las características de las semillas que se emplean en el estudio desarrollo del trabajo de grado.

1.1.1 **Garbanzo.**

Pertenece a la familia *Fabaceae*. La planta puede alcanzar una altura de 0.6 m. A continuación se describen las diferentes partes de la planta de garbanzo.

- Raíces. Son profundas y tiene ramificaciones pelosas, con numerosas glándulas excretoras.
- Tallo. El principal es redondeado y las ramificaciones son cuadrangulares y nerviadas.
- Hojas. Tienen borde dentado.
- Flores. Axilares y solitarias normalmente.
- Frutos. De vaina con una o dos semillas en su interior que suelen ser algo arrugadas. La planta tiene dos cotiledones grandes.

Existen tres tipos de garbanzos, que corresponden fundamentalmente a las diferencias del tamaño, de la forma y de la coloración de las semillas:

- Tipo "KABULI". Su tamaño es mediano o grande, redondeados y arrugados, color claro y flores no pigmentadas. Su cultivo se localiza en la Región Mediterránea, América Central y América del Sur.
- Tipo "DESI". Grano de tamaño pequeño con formas angulares y color amarillo o negro. Las flores y los tallos son generalmente pigmentados, y en algunas ocasiones también las hojas. Se cultivan principalmente en la India.
- Tipo "GULABI". Grano de mediano a pequeño tamaño, liso, redondeado y de color claro.⁴

La harina de garbanzo se obtiene a partir de la molienda del grano entero y descascarado se consigue una harina de origen vegetal que desde el punto de vista nutricional es un alimento rico en proteínas, hidratos de carbono, fibras, minerales y vitaminas. La harina de garbanzo se suele mezclar con harina blanca para dar pan ácimo, o bien se emplea como ingrediente en productos de

³ MINISTERIO DE SALUD Op cit pag 18

⁴ El cultivo de Garbanzo. Toda la agricultura en Internet. Año 2002. En: www.inf.oagro.com/herbaceos/legumbres/garbanzo.htm

confitería.⁵ El cuadro 2 describe la composición de la harina de garbanzo para una muestra de 100 g.

Cuadro 2. Composición de la harina de garbanzo.

Componente	Valor
Proteínas	13.0 %
Grasas	4.7 %
Hidratos de carbono	67.2 %
Fibra cruda	3.3 %
Calcio	56.3 %
Sodio	12.4 mg.
Hierro	7.2 mg.
Valor energético	359.5 kcal.

Fuente: El cultivo de Garbanzo. Toda la agricultura en Internet. Año 2002. En: www.infoagro.com/herbaceos/legumbres/garbanzo.htm

1.1.2 Arveja

Es originaria del Asia, pasó de allí a Europa, donde los conquistadores la llevaron a América. Se desarrolla mejor en climas relativamente frescos con temperaturas promedio de 13 a 16° C y en alturas comprendidas entre los 2300 a 2600 m sobre el nivel del mar.⁶ Presenta una amplia aplicación en la alimentación debido a que su consumo se puede realizar en estado fresco, seco o bajo forma de harinas. Se cultiva fundamentalmente para la obtención de granos secos los cuales pueden ser utilizados en la alimentación.⁷

Las variedades predominantes cultivadas en Colombia son: guatecana, calostrá, ICA tomine y otras. Las variedades enanas son tempranas y se producen durante un periodo más corto.⁸ La arveja se encuentra madura y seca y se transforma en harina para emplearla en la fabricación de sopas y cremas. El tamaño pequeño es más dulce y tierno, por lo que se prefiere enlatar en grandes cantidades, las arvejas frescas están casi universalmente aceptados como vegetal nutritivo. De hecho, la arveja es un vegetal que se aprovecha en varios países como Estados Unidos e Inglaterra para enlatados, congelación o deshidratación.⁹

A continuación se presenta el cuadro 3 que describe la composición del grano de arveja.

⁵ MINISTERIO DE SALUD Op cit 19

⁶ DIAZ S. Las leguminosas. Ed Dosmi. Año 1979. Bogotá.

⁷ FAIGUENBAUM H. Morfología, crecimiento y desarrollo de la arveja. Pontificia Universidad Católica de Chile. Año 1990. p 1-3.

⁸ SUAREZ Germán. Manual sobre el cultivo, negociación y comercialización de la arveja. Bogotá 1997, p 41. trabajo de grado (Administrador de empresas agropecuarias). Universidad de la Salle

⁹ EKAY Day si. Legumbres alimenticias. Ed Acrbia. Zaragoza, España. Año 1985 p 97.

Cuadro 3. Composición promedio de la arveja.¹⁰

Componentes	Porcentajes (%)
Humedad	10,0 - 12,0
Carbohidratos	61,0 - 63,0
Proteína	20,0 - 23,0
Grasa	1,5 - 2,0
Fibra	5,0 - 7,0
Ceniza	2,5 - 3,0

1.1.3. Soya.

La soya es una oleaginosa anual que está presente en la cadena alimentaria desde hace más de 5000 años y ha sido un producto básico de la dieta asiática. En el año 1800 se introdujo la soya en Estados Unidos. En la actualidad, este mismo producto ha sido modernizado tecnológicamente de diversas formas para atraer a los consumidores interesados en la salud. El cuadro 4 describe la composición de la soya.

Cuadro 4. Composición de la soya.

Componente	Porcentaje (%)
Carbohidratos	30
Grasa	18
Humedad	14
Proteína	38

Fuente: ANDIA SALAZAR O., REY DE ANDIA M., JURADO ABARCA E. y ANDIA DE JURADO T. Tablas de Composición de Alimentos Colombianos e Internacionales Medicentro División Med-Informática. 1º Edición. Año 1991.

La soya es la única legumbre que contiene los nueve aminoácidos esenciales en la proporción correcta para la salud humana. Por lo tanto, la proteína de soya está calificada como una proteína completa de alta calidad. Presenta como beneficio nutritivo buena fuente de fósforo, potasio, vitaminas del grupo B, zinc, hierro y la vitamina E antioxidante.¹¹ El valor nutricional de la proteína de soya ha sido bien establecido por la comunidad científica, la que ha comparado la digestibilidad de la proteína de soya con otras fuentes de proteína de alta calidad como la carne, la leche y el huevo.

¹⁰ FAIGUENBAUM H. Op cit pag 20

¹¹ ANDIA SALAZAR O, REY DE ANDIA M, JURADO ABARCA E. y ANDIA DE JURADO T. Tablas de Composición de Alimentos Colombianos e Internacionales: Medicentro División Med-Informática. 1º Edición Año 1991.

El contenido de aceite de soya fue el factor principal que impulsó el crecimiento de la industria procesadora de soya en Estados Unidos. Con el marcado interés sobre el consumo de grasas insaturadas en la dieta, la producción de aceite de soya continúa y crece en importancia económica. Otro componente de la soya es el fosfolípido lecitina. Se ha encontrado que la lecitina tiene muchas aplicaciones como emulsificante, agente liberador, dispersante, estabilizador y lubricante.¹²

1.2 GENERALIDADES SOBRE BEBIDAS

Técnicamente se considera bebida a todo líquido que reúna las condiciones físicas, químicas y microbiológicas que establecen las normas para su consumo; se clasifican en bebidas alcohólicas, no alcohólicas y agua.

Entre las bebidas alcohólicas se encuentran tres grandes categorías según sus ingredientes y los procedimientos para su elaboración: cerveza, vinos y bebidas espirituosas, estas últimas comprenden el whisky, ron, ginebra, vodka, brandy, aguardiente y otras similares. Las bebidas alcohólicas representan una de las principales actividades comerciales en muchos países, sin embargo presentan grandes problemas sociales y de salud para las personas si son consumidas en exceso.

Se consideran bebidas no alcohólicas, aquellas bebidas no fermentadas carbonatadas o no, preparadas con agua potable o mineral, con adición de otros ingredientes característicos de cada bebida. Entre las bebidas no alcohólicas se encuentra: gaseosas, jugos, néctares, refrescos, té, sucedáneos del café, café, chocolate, bebidas refrescantes.

Las bebidas carbonatadas son consecuencia de los ensayos realizados por farmacéutas europeos para producir aguas efervescentes similares a las aguas minerales naturales. En 1807 se crearon en Norte América plantas embotelladoras de gaseosas. Los hechos importantes que ocurrieron durante el nacimiento de las gaseosas fueron la adición de sabores a las aguas carbonatadas, la manufactura del dióxido de carbono líquido, el invento de la tapa corona y por último la complejidad y automatización necesaria para realizar con un alto grado de calidad cada una de las operaciones unitarias de este sistema productivo.

Los jugos de frutas se refieren al líquido obtenido al exprimir algunas clases de frutas frescas, maduras y limpias sin diluir, concentrar o fermentar. También se consideran jugos los productos obtenidos a partir de jugos concentrados, clarificados y congelados o deshidratados los cuales solo se les ha agregado agua. El néctar es el producto elaborado con jugo, pulpa, o fruta concentrada adicionando agua, aditivos e ingredientes permitidos. Los refrescos son el

¹² STEPHAN G, oficina regional para México, centro América y el Caribe/ Campano central Soya Company, Inc. Fort Wayne, . Productos de proteína de soya en carnes procesadas. En: <http://www.aces.uiuc.edu/asarex/carnico4.html>

producto elaborado con jugos o pulpas de fruta reconstituidos adicionando agua, saborizantes, colorantes, estabilizantes y conservantes permitidos.¹³

El té, en el contexto utilizado por la mayoría de los consumidores, es una bebida que consiste en la infusión de las hojas tratadas y desecadas de la planta de té, *Camellia sinensis*. El té comenzó a beberse por sus supuestas propiedades medicinales, pero posteriormente se aceptó simplemente como una bebida estimulante.

Los tes aromatizados se elaboran desde hace muchos años. Se aromatizan con esencia de limas, de flores como el jazmín y aroma de frutas. Se pueden utilizar aromatizantes sintéticos o idénticos a los naturales. Los aromatizantes naturales se prefieren cada vez más y tienden a proporcionar una calidad mayor y un producto más delicado, aunque su vida útil es mas corta debido a la pérdida de aroma.

Entre otras clases de té se encuentran: el té descafeinado, ya que se ha demostrado que el té contiene una pequeña cantidad de cafeína, el té instantáneo, el té negro, el té a partir de otras plantas y el té semifermentado. Esta bebida, al igual que el café, además de tener una acción digestiva es estimulante. Además son bebidas que se consumen por el placer de degustarlas aunque su aporte nutricional es muy bajo.

Los sucedáneos del café. A lo largo de los tiempos se ha utilizado una gran variedad de plantas para preparar sucedáneos del café. En muchos casos los sucedáneos surgieron como respuesta a los altos precios del café o la falta de disponibilidad del mismo si embargo también existe un deseo por parte de muchos consumidores para evitar la cafeína. Estas bebidas se preparan a partir de cereales, en particular, cebada, malta, centeno, trigo y maíz.¹⁴

El agua. Es uno de los materiales más importantes en la industria de las bebidas por eso es muy importante darle un adecuado tratamiento. En el tratamiento de aguas se realizan diferentes operaciones las cuales buscan retirar del líquido todas las impurezas, componentes físicos y químicos y microbiológicos que la acompañan. Se les denomina aguas embotelladas al producto obtenido después de un exhaustivo y controlado tratamiento y embotellado en envases plásticos o de vidrio y en diferentes presentaciones.

Las bebidas pueden consumirse frías, calientes, incluso muy calientes, y poder estar carbonatadas o no. A pesar de estas amplias diferencias existen muchos factores comunes, como por ejemplo, la presencia de compuestos de aroma y sabor idénticos en bebidas de naturaleza aparentemente muy distintos. Es también patente que el consumo de bebidas puede estar muy alejado de la función biológica básica de saciar la sed.

¹³ SANCHEZ Raúl. Bebidas no alcohólicas. Facultad de ciencias básicas e Ingeniería. Universidad Nacional abierta y a distancia.

¹⁴ VARNAN A, SOTHERLAND S. Bebidas. Tecnología, química y microbiología. Ed Acibia año 1994.

1.3 PROCESO DE OBTENCIÓN DE LA BEBIDA DEL CAFÉ

Uno de los objetivos del trabajo de grado es presentar una bebida caliente que presente características similares a la bebida obtenida del café. Por lo tanto, las autoras consideran importante revisar el proceso de obtención de la bebida caliente del café.

Después de ser cuidadosamente cosechados los granos de café, se recolectan manualmente los frutos maduros, se les elimina la cubierta para secarlos, y por último se tuestan. Posteriormente al molerlos y percolarlos se obtiene una bebida de sabor agradable y lista para ser consumida.

1.3.1 Operación de Tostado.

El grano de café se somete a altas temperaturas para cambios físicos y químicos así se desarrollan las cualidades, características de aroma, sabor y color de la bebida. De esta etapa del proceso se obtiene el café tostado en grano y se comercializa en presentaciones de 500 g.

La composición química de los granos cambia durante la operación de tostado, el agua se disipa del grano y por medio de una serie de reacciones químicas se convierten los azúcares y almidones en aceites, los cuales otorgan al café gran parte de su aroma y sabor. Al ser tostado, el grano aumenta su tamaño en un tercio esto se debe a que la descomposición de los carbohidratos produce dióxido de carbono y hace que las células de los granos se expandan, aunque la deshidratación que sufre el grano en el tostado hace que pierda humedad y por tanto parte de su peso, y la caramelización del azúcar cambia el color del grano de verde a marrón.¹⁵

El color y el aspecto del grano tostado dependen del tiempo de tostado. Mientras más largo sea el tiempo de tostado, más oscuro será el grano. Generalmente el grano se tuesta entre 10 a 20 minutos a temperaturas oscilantes de 200 ° C y 218 ° C. El tiempo de tostado puede oscilar de 2 a 6 minutos en un equipo de pequeña capacidad.¹⁶ El tiempo y la temperatura de tostado son cruciales en la preparación de una buena taza de café, así como en la determinación de las características. Si el tostado es breve, los aceites no saldrán hasta la superficie y el café tendrá un sabor como de nuez y poco cuerpo.

Los granos tostados oscuros contienen menos acidez y un poco menos de cafeína que los granos más claros, los granos oscuros tienen un menor periodo de conservación debido a la cantidad de aceites en la superficie. En el tostado más oscuro predomina el sabor ahumado, penetrante y quemado, ocultando el verdadero sabor del grano. Los tostados más claros se hacen con granos de más alta calidad, pues en este caso se expone el sabor real del grano.

Al contrario de las creencias populares, un tostado más oscuro no equivale a una taza de café más rica ni más fuerte. El tostado no determina si una taza de café será más o menos fuerte, el factor determinante es la proporción de agua

¹⁵ MEFADDEN C, ATKINSON C. Enciclopedia del café. EdHyrmsa. Barcelona, España Año 1999

¹⁶ ENTREVISTA con Claudia Cristina Gil, Gerente Café Mortaña Roja. Bogotá, 15 de Febrero de 2005

con respecto al café en el momento de prepararlo. En conclusión se pueden distinguir tres clases de tostado:

- Tostado ligero. Del cual se obtiene delicado sabor.
- Tostado medio. Que ofrece un sabor fuerte.
- Tostado completo. Donde se elimina la acidez y confiere un sabor amargo.

Además, entre esta gran división, existen varios niveles de tostado, cada uno con características propias, que responden a diferentes gustos o usos específicos. El cuadro 5 describe los diferentes niveles de tostado.¹⁷

Quadro 5. Niveles de tostado del café.¹⁸

Nivel	Aspecto	Características
Tueste Canela	Tostado claro, tono canela claro	Sabor como de nuez pronunciado, alta Nivel de acidez del café
Tueste Americano	Tostado mediano, tono castaño	Sabor como de acaramelado
Tueste de la ciudad	Tostado mediano, marrón mediano sin aceites en la superficie	Sabor completo de café, con algo menos de acidez
Tueste Urbano	Marrón castaño, apenas más oscuro que el tueste de la ciudad	Sabor completo de café, con buen balance de azúcar y acidez
Viena	Marrón oscuro, con rastros de aceite en la superficie	Sabor de tostado oscuro
Tueste Francés Italiano	Marrón oscuro, casi negro, aceitoso en la superficie Marrón chocolate amargo, con aceites en la superficie	Amargo, sabor ahumado y aroma intenso Sabor quemado
Espresso	Tostado oscuro, de uso específico para máquinas de espresso	Sabor quemado, fuerte y dulce

1.3.2 Operación de molienda

Consiste en la reducción del tamaño del grano tostado, con el objeto de aumentar su superficie y así facilitar una posterior extracción de los sólidos solubles. En esta etapa se obtiene el café tostado y molido el cual se empaqueta en materiales laminados de excelente barrera para proteger el producto del oxígeno y la humedad, los cuales lo deterioran. El café una vez molido pierde sus cualidades con rapidez, en caso de almacenarlo deberá ser al vacío. La molienda debe ser controlada pues si es muy fina puede dañar el sabor y si es demasiado gruesa, el agua no podrá extraer el sabor y el aroma.¹⁹

¹⁷ CAFÉ DE COLOMBIA. Historia del café de Colombia

En: <http://www.juanvaldez.com/espanol/menu/historyroasting.html>

¹⁸ CAFÉ DE COLOMBIA Ibid pag 20

¹⁹ En: <http://www.cafedecolombia.com/>

El café tiene tres grandes tipos según el grado de tostado y de molienda:

- Café tipo suave: tostado claro y molienda gruesa. Delicado y agradable sabor y aroma.
- Café tipo medio: tostado y molienda media. Con cuerpo, sabor y aroma de exquisito balance.
- Café tipo fuerte: tostado oscura y molienda fina. Intenso sabor y aroma. Alto cuerpo y rendimiento.²⁰

Caracterización de partículas sólidas: las partículas sólidas individuales se caracterizan por su tamaño, forma y densidad. En las partículas irregulares los términos de tamaño y forma no resultan tan claros y es preciso definirlos de manera arbitraria. En los materiales granulares finos resulta difícil determinar con exactitud el volumen y el área de la superficie de una partícula, y por lo general el D_p se toma como el tamaño nominal basado en el análisis por tamizado.

La medición del tamaño de las partículas gruesas se hace en pulgadas o milímetros, las partículas finas se miden en función de la abertura del tamiz.

El análisis granulométrico diferencial consiste en la tabulación del análisis de tamaño de partícula, expresando la fracción de número o de masa en cada incremento de tamaño en función del tamaño promedio de las partículas (o del intervalo de tamaños) en el incremento.²¹ Los resultados se presentan con frecuencia en un histograma, con una curva continua como la línea de trazos discontinuos para aproximar la distribución.

Para este análisis se utilizan tamices estándar cuyas dimensiones están cuidadosamente estandarizadas, sus aberturas son cuadradas y se identifican por las mallas por pulgada. Para realizar el análisis se coloca un conjunto de tamices estandarizados, acoplados en serie, con el tamiz más pequeño al fondo y el más grande en la parte superior. La muestra se coloca en el tamiz superior y el conjunto se somete a sacudidas mecánicas durante un tiempo determinado. Las partículas retenidas sobre cada tamiz se retiran y se pesan y las masas de los incrementos individuales sobre cada tamiz se convierten en fracciones de masa o en porcentaje de masa de la muestra total. Las partículas que pasan a través del tamiz más fino se recogen en un contenedor situado en el fondo de la columna de tamices.

Los cálculos del tamaño promedio de las partículas del área de la superficie específica o de la población de partículas se basan en el análisis granulométrico diferencial realizado. En el anexo 2 se observan las fórmulas utilizadas en el análisis granulométrico.

²⁰ [En:www.colcafe.com.co](http://www.colcafe.com.co)

²¹ MC CABE Smith. Operaciones unitarias en Ingeniería Química. McGraw Hill Interamericana ediciones S.A de C.V. Sexta edición. 2.002

En el proceso de obtención del café no se realiza la operación de mezclado, pero en el proceso de obtención de la nueva bebida caliente esta operación si se realiza; la operación de mezclado es una operación universal en la industria, su principal propósito es la homogenización de las materias involucradas, que se da por la unión de dos o más sustancias en proporciones variables, las cuales conservan sus propiedades. En una mezcla cada componente conserva inalterable sus propiedades físicas y químicas.²²

Las mezclas se dividen en homogéneas y heterogéneas; las homogéneas son las cuales sus componentes se encuentran distribuidos uniformemente. Mientras que las heterogéneas, a pesar de estar integradas, sus componentes son sencillos de identificar y separar por métodos físicos.²³

1.3.3 Operación de empaçado.

Tanto el café soluble en polvo como aglomerado, se empaçan a granel en cajas corrugadas de doble pared y doble bolsa de polietileno, o en frascos de vidrio transparente con tapa plástica provista de un liner de cartón y una membrana laminada con aluminio, que le dan total hermeticidad al producto.²⁴

1.3.4 Operación de preparación de la bebida.

Se calienta agua hasta el punto de ebullición, se agrega la harina y deja decantar durante aproximadamente unos 5 minutos para permitir que la mayoría de los residuos se precipiten, luego se agita un poco el contenido suavemente para contribuir a la sedimentación de los residuos hasta el fondo de la taza. Por último se eliminan los residuos y se deja enfriar hasta una temperatura no mayor de 60° C.²⁵

El café es un complemento básico en la alimentación colombiana, y es una bebida agradable para ser tomada en cualquier momento del día, ya que dependiendo de la ocasión, se puede preparar en diferentes formas. Este también es utilizado como ingrediente adicional para la preparación de otros productos alimentarios como: productos de panadería, confitería y bebidas gaseosas, entre otros.

1.4 GENERALIDADES DE LA EVALUACION SENSORIAL

El análisis sensorial es la identificación, la medida científica, el análisis e interpretación de las propiedades o atributos de un producto tal como son percibidas mediante los cinco sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído,²⁶ por lo tanto la valoración sensorial es una función que las personas realizan consciente e inconscientemente, a aceptar o rechazar los alimentos de acuerdo con las sensaciones experimentadas al observarlos o ingerirlos; sin

²² En: www.es.wikipedia.org/wiki/mezcla (6 de agosto)

²³ En: www.uc.cl/quimica/agua/glos3.htm (6 de agosto)

²⁴ CAFÉ DE COLOMBIA Op cit

²⁵ COLCAFÉ Ibid

²⁶ SANCHÓ.J, BOTA.E, DE CASTRO.JJ. Análisis sensorial de los alimentos. Ed alfaomega. Año 2002. México p 101, 119-120.

embargo las sensaciones que motivan este rechazo o aceptación varían con el tiempo y el entorno en el que las perciban.²⁷ Los tipos de análisis sensoriales son:

- Análisis organoléptico
 - Emocional y Subjetiva
 - Influencias ambientales
 - Intereses particulares
- Análisis sensorial
 - Personas entrenadas
 - Ambiente controlado
 - Métodos estandarizados

En las diferentes formas de evaluación sensorial, los sentidos cumplen una función importante en la evaluación sensorial, así:

- Olfato: permite percibir el olor y el aroma; las sustancias olorosas de los objetos generalmente son volátiles y llegan a las fosas nasales como medio externo de todo el sistema nasal del cual se conducen células y terminales nerviosas que reconocen los diversos olores y transmiten al cerebro la sensación olfativa y los aromas se detectan después de tener el alimento en la boca por lo que el medio de transmisión de los aromas es la membrana mucosa del paladar.
- Gusto: permite percibir los sabores básicos que son: el salado, el amargo, el dulce, el ácido o agrio, y el umami (producido por sustancias del tipo glutamato); la sensación del gusto es el resultado del efecto de la interacción entre moléculas hidrosolubles y los receptores localizados en la lengua y la cavidad bucal.
- Vista: permite percibir el color y otros atributos presentes en la evaluación sensorial como la apariencia, la forma, la superficie, el tamaño y el brillo.
- Tacto: permite percibir la temperatura tanto del objeto como del medio, el peso, las características de superficie y detecta los atributos de textura, por medio de los dedos, la palma de la mano, la lengua, las encías, la parte interior de las mejillas, la garganta y el paladar.
- Oído: Percibe los sonidos, los cuales permiten describir atributos de textura.

Los sitios para las pruebas sensoriales, conocidos como paneles pueden ser internos o externos y cada uno cumple con las siguientes características:

- Internos:
 - Ambiente confortable y limpio
 - Adecuada iluminación
 - Ausencia de olores y ruidos
 - Espacios individuales
 - Temperatura agradable (se recomienda entre 20-22°C)
 - Externos:
 - Centros comerciales
 - Parques
-

- Escuelas
- Espacios públicos

En este proyecto de grado se quiere desarrollar un nuevo producto y la opinión y aceptación del consumidor es clave, para esto la prueba de aceptación es básica. La prueba de aceptación suele responder a requerimientos de mercado y normalmente pretenden apreciar las tendencias de consumo, es decir, se quiere saber si un determinado producto es el idóneo para el consumo en un grupo de población, si es competitivo con otros ya existentes o si alguna de las características llega a producir fatiga tras un cierto consumo.

Los panelistas (que siempre deben ser catadores inexpertos), pueden ser elegidos al azar o bien seleccionados por aspectos concretos: edad, sexo, capacidad económica, hábitos sociales o de consumo, etc. A estos individuos se les puede abordar en la calle, citarlos en un estudio o sala donde se les harán las pruebas, o darles el producto para que toda la familia lo ensaye en su propio domicilio y cada una de estas circunstancias definirá un tipo de comportamiento, que a su vez podrá ser influido por las explicaciones previas a la pregunta o preguntas claves de la prueba.²⁸

1.4.1 Pruebas de Evaluación Sensorial

Pruebas para Umbral:

- Prueba de límite: determina cual es la mínima cantidad perceptible (umbral) de un estímulo.
- Prueba de error promedio: observa la variación de la percepción al intentar individualmente duplicar una sensación.
- Prueba de frecuencia: igualar la sensación del atributo de una muestra al compararla con otra referencia.

Otras pruebas:

- Prueba de ordenación: ordenar una serie de muestras de menor a mayor intensidad de un atributo específico.
- Prueba de aceptación: evaluar según el criterio personal y subjetivo si la muestra es aceptable o rechazable para el consumo.
- Prueba de preferencia: ordenar un par o serie de muestras según la preferencia personal del evaluador.²⁹

1.4.2 Preparación de las muestras.

Si los alimentos a ensayar precisan una preparación culinaria, antes del ensayo deben realizarse pruebas preliminares que permitan sistematizar todo el proceso de preparación al objeto de evitar que al hacer la prueba haya

²⁸ CARPENTER R, LYON D, TERRY A. Análisis Sensorial en el desarrollo y control de la calidad de alimentos. Editorial Acirbia. Zaragoza España. 2.000.

²⁹ CARPENTER R. Opcit

condiciones dispares, es decir, debe quedar perfectamente establecido el tiempo de cocción, cantidad de agua, entre otros.

Para que los resultados sean significativos es necesario que cada catador reciba muestras típicas del producto. Las muestras deben estar bien homogenizadas y con el mejor aspecto y característico. La temperatura debe estar en el caso de las bebidas calientes entre 60-66 ° C. la cantidad de muestra, en bebidas, debe ser de unos 15 mL.³⁰

1.4.3 Análisis sensorial para el café.

La Norma Técnica Colombiana (NTC) 4883 del año 2000 describe la metodología para el análisis sensorial cuantitativo descriptivo del café. El método consiste en el procedimiento para la identificación, descripción y cuantificación de diferentes características de apariencia, sabor, aroma y textura (descriptores) del café por panelistas entrenados.

Los descriptores del análisis sensorial del café son:

- Fragancia. Intensidad que producen los componentes volátiles del café, cuando son percibidos por el sentido del olfato sin la adición de agua.
- Aroma de la bebida. Definición idéntica a la anterior que se percibe en la infusión a una temperatura mayor a 55 ° C.
- Acidez. Sensación originada por las sustancias ácidas del café que pasan a la bebida y son detectadas en la cavidad bucal. Dependen de la variedad, región de cultivo, grado de tueste y materia prima. Entre mayor sea el grado de tueste, la acidez disminuye.
- Amargo. Sensación producida por las sustancias amargas propias del café, que al ser extraídas con el agua caliente pasan a la bebida. Se perciben sobre todo en la parte de atrás de la lengua. A mayor grado de tueste se siente mayor el sabor amargo.
- Cuerpo. Fuerza, carácter, pesadez de la bebida asociada con las características de la materia prima y la relación agua-café empleada en la preparación de la bebida.
- Sabor residual. Sabores posgustativos que permanecen en al boca después de degustar la bebida.
- Rancidez. Dada por la oxidación de lípidos del café.
- Dulce. Aplica para extractos de café y café solubles. Sensación producida por sustancias como edulcorantes presentes en el café y por la caramelización de carbohidratos.³¹

Por lo tanto, los descriptores del café mencionados anteriormente se considerarán para la evaluación sensorial del producto obtenido en este proyecto de grado.

³⁰ SANCHO J. Op cit

³¹ INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS Y CERTIFICACIÓN, NTC 4883. análisis Sensorial para el café. Metodología para el análisis Sensorial cuantitativo descriptivo del café. Año 2000

1.5 DISEÑO EXPERIMENTAL

Literalmente, un experimento es una prueba o ensayo. Un experimento diseñado es una prueba o serie de pruebas en las cuales se inducen cambios deliberados en las variables de entrada de un proceso o sistema, de manera que sea posible observar e identificar las causas de los cambios en la respuesta de salida. Algunas de las variables de proceso x_1, x_2, \dots, x_p son controlables, mientras que otras z_1, z_2, \dots, z_q son incontrolables. Entre los objetivos del experimento puede incluirse:

- Determinar cual de las variables tiene mayor influencia en la respuesta.
- Determinar el mejor valor de las x que influyen en y , de modo que tenga casi siempre un valor cercano al valor nominal deseado.
- Determinar el mejor valor de las x que influyen en y , de modo que la variabilidad de y sea pequeña.
- Determinar el mejor valor de las x que influyen en y , de modo que se minimicen los efectos de las variables incontrolables z_1, z_2, \dots, z_q .

Los métodos de diseño experimental tienen un cometido importante en el desarrollo de procesos y en la depuración de procesos para mejorar el rendimiento. Los resultados y conclusiones de cualquier experimento dependen en gran parte de la forma en que los datos fueron recopilados.

Los métodos de diseño experimental tienen amplia aplicación en muchas disciplinas. En efecto es posible considerar a la experimentación parte del proceso científico y una de las formas en que se aprende acerca de la forma en que funcionan los sistemas o procesos. Por lo general este aprendizaje se da a través de una serie de actividades en las cuales se hacen conjeturas acerca de un proceso, se realizan experimentos para generar datos a partir del proceso, y entonces usar la información del experimento para establecer nuevas conjeturas, que llevan a realizar nuevos experimentos, y así sucesivamente.

1.5.1 El Análisis de Varianza

Consiste en dividir la variación total en componentes destinados a causas diferentes, o más específicamente en la participación de los grados de libertad y de las correspondientes sumas de cuadrados entre diferentes fuentes de variación, proporcionando cada una de estas partes una estimación de la varianza. Se aplica para el análisis y la interpretación correcta de los datos obtenidos en las pruebas de campo.

En la mayoría de sus aplicaciones prácticas, el Análisis de la Varianza sirve para comparar medias de tratamientos, o variedades, de lugares, etc., para probar e inferir si existen o no verdaderas diferencias entre estas.

El Análisis de la Varianza procede tres etapas correlativas principales, las cuales son:

- Determinar las fuentes o causas de variación que afectan al experimento, asignando a cada una de éstas, los grados de libertad correspondientes.

- Cálculo de la suma de los cuadrados para cada una de las Fuentes de variación encontradas.
- Cálculo de las varianzas.
- Quadro del Análisis de la Varianza.
- Prueba de significación: se refiere concretamente a la Prueba de "F" o razón de las varianzas.
- Interpretación de los datos.³²

1.5.2 La prueba Chi cuadrada X^2 .

Proporciona una medida de la discrepancia existente entre la frecuencia observada y la frecuencia esperada.

Las frecuencias esperadas se calculan considerando una hipótesis H_0 . Si bajo esta hipótesis el valor calculado de X^2 es mayor que algún valor crítico (como $X^2_{0.95}$ o $X^2_{0.99}$ que son valores críticos de los niveles 0.05 y 0.01 de significancia) se concluye que las frecuencias observadas difieren significativamente de las frecuencias esperadas y se rechazaría H_0 , si no es así, se aceptaría. Este procedimiento se le llama la prueba de Chi- cuadrada de hipótesis o significancia.³³

1.6 METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN DE MERCADOS

La investigación de mercados es la identificación, recopilación, análisis y difusión de la información de manera sistemática y objetiva, con el propósito de mejorar las decisiones relacionadas con la identificación y solución de problemas y oportunidades de mercadotecnia, en la investigación se utiliza el método científico en la recopilación y en el análisis de datos para probar ideas o hipótesis previas.

La investigación de mercados es objetiva intenta proporcionar información precisa que refleje la condición real y debe realizarse de manera imparcial, debe estar libre de tendencias; ésta investigación se realiza por dos razones: para identificar y resolver problemas. Para identificar problemas se utilizan investigaciones de segmentación, de producto, de precios, de promoción y de distribución, y para resolver los problemas se deben utilizar investigaciones de potencial de mercado, de participación de mercado, de la imagen, de las características del mercado, de análisis de ventas, de proyección y sobre las tendencias de la industria.

La investigación de mercados es un proceso el cual lo resumen seis pasos, los cuales son:

- Definición del problema; en este paso los investigadores deben tener en cuenta el propósito del estudio, los antecedentes de la información, la información necesaria y como se utilizan éstas en la toma de las decisiones. La definición del problema incluye la discusión con aquellos que deben tomar las decisiones, entrevistas, análisis de datos secundarios (Datos recopilados para un propósito diferente al problema que se está

³² SOTO, Escolástico. El Análisis de la Varianza Centro de investigaciones Agronómicas. Maracay, Venezuela. Año 1963

³³ SOTO Ibid

manejando), algunas investigaciones de tipo cualitativo, la cual no es estructurada, es de naturaleza exploratoria basada en pequeñas muestras y puede utilizar técnicas cualitativas comunes tales como sesiones de grupo o entrevistas, las cuales permiten proponer la idea y comprensión más profunda del problema. Una vez que el problema se define, la investigación puede diseñarse y conducirse con propiedad.

- Desarrollo de un planteamiento del problema; el desarrollo del planteamiento del problema incluye formular un objetivo o estructura teórica, preparar modelos analíticos, preguntas e hipótesis a investigar, identificar características que puedan influir en el diseño de la investigación. Este proceso está guiado por los análisis que se llevarán a cabo con las herramientas prácticas del primer paso en este proceso, en éste no debemos perder de vista la meta ósea, los resultados del proceso de desarrollo del planteamiento deberán incluir los siguientes componentes: estructura objetivo / teórica, la cual se basa en evidencias objetivas y estar respaldada por la teoría y la evidencia objetiva la cual no esta sesgada y se fundamenta en hallazgos empíricos; los modelos analíticos, los cuales son un conjunto de variables y sus interrelaciones diseñadas para representar en todo o en parte un sistema o proceso real, los modelos pueden tener distintas formas, las más comunes son las estructuras verbales, graficas y matemáticas; las preguntas de investigación, hipótesis e identificación de características que influyen en el diseño de investigación.
- Formulación de un diseño de investigación; un diseño de investigación es la estructura de ejecución que nos sirve para llevar a cabo el proyecto de investigación. Los diseños de investigación se clasifican en: exploratoria y concluyente ésta a su vez se clasifica en descriptiva, causal, de muestra representativa, longitudinal, de muestra representativa individual y de muestra representativa múltiple. El diseño de investigación detalla los procedimientos necesarios para obtener la información requerida, su propósito es diseñar un estudio que pruebe la hipótesis que nos interesa, determina las posibles respuestas a las preguntas que están investigándose y provee la información necesaria para la toma de decisiones. Deberán tratarse los aspectos acerca de cómo se obtendrán los datos de las respuestas, como por ejemplo desarrollar un experimento; asimismo, es necesario diseñar un cuestionario y un plan de muestreo para seleccionar la población que habrá de responder al estudio, un diseño de investigación establece los siguientes pasos: el análisis de datos secundarios, la investigación cualitativa, métodos para la recopilación cuantitativa de datos de estudio, de observación y de experimentación, la definición de la información necesaria, los procedimientos de medición y escala, el diseño de cuestionarios, el proceso de muestreo y el tamaño de la muestra y la planeación del análisis de datos.
- Trabajo de campo o recopilación de datos; la recopilación de datos incluye una fuerza de trabajo de campo, como lo son los entrevistadores en los diferentes lugares donde se encuentren los consumidores y personas hacia

las cuales va dirigida la investigación, éstas entrevistas se pueden realizar desde oficinas por teléfono, por correo o por computadora. Los entrevistadores se deben seleccionar, entrenar y supervisar para evitar o reducir los errores en la recopilación de la información. Después de haber realizado la recopilación se valida el trabajo de campo, lo cual significa verificar que los encuestadores presenten entrevistas auténticas, a fin de dar validez al estudio, los supervisores llaman de 10 a 25 % de los entrevistados para preguntarles si los encuestadores aplicaron en realidad las entrevistas, los supervisores preguntan sobre la extensión y calidad de la entrevista.

- Preparación y análisis de datos; la preparación de los datos incluye su edición, codificación, transcripción y verificación, cada cuestionario u observación se revisa o edita y si es necesario se corrige, se asignan unos códigos de números o letras para representar la respuesta a cada pregunta del cuestionario. Los datos se transcriben de los cuestionarios a cintas magnéticas o discos, o bien, se cargan o digitan directamente en la computadora. La verificación asegura que los datos de los cuestionarios se transcriban con detenimiento y exactitud, mientras que su análisis de mayor significado a la información recopilada. El proceso de éste consiste en verificar los cuestionarios, editar los datos, su objeto es incrementar la precisión y exactitud, codificar los datos, transcribirlos, depurarlos, en esta etapa se verifican los datos para observar la consistencia y manejo de las respuestas no obtenidas, a pesar que en la edición se realizó una verificación preliminar, ésta revisión es más profunda y extensa porque se realizan en computadora y por último se ajustan los datos en forma estadística y por último se selecciona la estrategia para el análisis de datos.
- Preparación y presentación de los informes; todo el proyecto debe documentarse en un informe escrito que consigne de manera específica, las preguntas que se identificaron durante la investigación; el planteamiento, el diseño de la investigación, la recopilación de datos y los procedimientos de análisis de datos adoptados; así como la presentación de los resultados y los hallazgos más importantes, los hallazgos deberán presentarse en un formato comprensible a fin de que estén listos para utilizarse en la toma de decisiones. En una presentación verbal se pueden utilizar tablas, figuras y gráficas que dan mayor claridad e impacto. El proceso para desarrollar este paso es primero la interpretación de los resultados del análisis de los datos tomando en cuenta el problema, el planteamiento, el diseño y el trabajo de campo de la investigación, luego se prepara el reporte escrito, donde se presenten conclusiones y recomendaciones, en donde también se entrega portada, carta de transmisión, carta de autorización y el contenido la presentación oral, la lectura del reporte por parte de el cliente y el seguimiento de la investigación.³⁴

³⁴ NARESH K Maholtra. Investigación de mercados un enfoque práctico. 2ª Ed. Editorial Pearson Educación año 1997.

2. METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE LA BEBIDA CALIENTE

En este capítulo se describe la metodología aplicada en este trabajo de grado para el logro de los objetivos propuestos. El trabajo se inicia con un sondeo de mercado potencial para conocer los gustos del posible consumidor de la bebida; se continúa con la experimentación, la cual se divide en una etapa preexperimental y otra experimental para terminar con la evaluación sensorial, y así conocer la aceptación del producto. Finalmente, se realiza la caracterización de la bebida y se estudio de la vida útil de la misma.

2.1 SONDEO DEL MERCADO POTENCIAL.

Este sondeo consiste en conocer el consumo de café en una muestra de la población mayor de 18 años de la ciudad de Bogotá y también las opiniones de los mismos respecto a las características de la nueva bebida. Para lograr los objetivos de este sondeo de mercado potencial se desarrolla un plan de investigación hasta llegar a las conclusiones finales del sondeo.

- El plan de trabajo consiste en la identificación del problema presente en el desarrollo de la bebida, del propósito que ayuda a la solución del problema planteado; después se enumeran los objetivos que mencionan lo que se va a investigar y a preguntar; también se define la metodología que se lleva a cabo para el desarrollo del plan de trabajo y por último, se analizan los resultados del sondeo del mercado potencial. A continuación, se presenta el plan de trabajo para el sondeo del mercado potencial de la bebida caliente que se desarrollará.
 - **Problema.** ¿El consumidor bogotano desea en el mercado una bebida caliente a partir de leguminosas y oleaginosas con características sensoriales similares al café?
 - **Propósito.** Se realiza un estudio de mercado con el fin de conocer la aceptación que tendría el nuevo producto en el mercado y además para que el consumidor exprese las características sensoriales que le gustaría que tuviera el producto.
 - **Objetivos específicos.** Se han definidos los siguientes objetivos:
 - Conocer si el consumidor desea una bebida caliente a partir de leguminosas y oleaginosas que tenga características sensoriales similares al café.
 - Averiguar como le gustaría al consumidor el color, el sabor y si desea que se saborize con clavo y canela el producto.
 - Definir los grados de tostado y molienda del producto según las expectativas del consumidor.

- **Metodología.** El grupo objetivo de esta investigación será una muestra de hombres y mujeres mayores de 18 años que residen en la ciudad de Bogotá, teniendo en cuenta todos los estratos, ya que se asume que la población mayor de edad consume café y además este es un producto que se consume sin importar el estrato al que se pertenezca.
 - Tamaño de la muestra. Para hallar el tamaño de la muestra se utiliza la siguiente fórmula.

$$n = \frac{Z * P * Q}{E} \quad (\text{Ecuación 1})$$

$$n = \frac{P * Q}{\left(\frac{E}{Z} + \frac{1}{N} \right)} \quad (\text{Ecuación 2})$$

Donde:

Z = nivel de confianza.

P = probabilidad de éxito.

Q = probabilidad de fracaso.

E = error.

Para este estudio se tomará un nivel de confianza del 95 %, por lo tanto Z=1.96. La probabilidad de éxito será del 50% y de fracaso del 50%. El error estimado será del 9%. El tamaño de la población objetivo se de aproximadamente 3'801.578 personas³⁵

Aplicando la ecuación 1 o la ecuación 2, se obtiene que el tamaño de muestra el cual es: n= 119.

- El tipo de encuesta a utilizar en el sondeo del mercado potencial es de pregunta cerrada. Las preguntas se formulan con el fin de conocer quienes son los consumidores de café, si este producto se consume con gran o poca frecuencia así se puede tener una noción del consumo de la nueva bebida. También se desea conocer si al consumidor le interesa encontrar en el mercado una bebida similar al café derivada de cereales y las características que le gustaría encontrar de esta como color, sabor y saborizantes naturales. De esta manera se tiene una idea de las condiciones de proceso al realizar la bebida.
- Los sitios donde se aplicará la encuesta será en lugares como: residencias, supermercados, grupos sociales y centros comerciales. El análisis de datos se hará por frecuencia de las respuestas en cada pregunta y se graficarán los resultados obtenidos para lograr un análisis estadístico más preciso.

³⁵ D.A.P.D subdirección de Desarrollo Social. Área de Desarrollo Humano y Progreso Social. Año 2003

- **Formato de la encuesta.** A continuación se presenta el formato de la encuesta que se aplica a la muestra poblacional.

Edad: 18 a 25 ____
 26 a 35 ____
 36 a 45 ____
 46 a 55 ____
 > 55 ____

Fecha ____
 Sexo F ____ M ____

- ¿Usted es un consumidor de café?
 SI ____ NO ____ Con que frecuencia. Una vez al día ____
 Dos veces al día ____
 Tres veces al día ____
 Otro ____
- Qué tipo de café consume: Instantáneo ____
 Tradicional ____
 Saborizado ____
 Otro ____ cual? _____
- ¿Le gustaría encontrar en el mercado una bebida caliente derivada de cereales, similar al café pero sin cafeína?
 SI ____ NO ____ por qué? _____
 Si su respuesta es SI conteste las siguientes preguntas:
- Como le gustaría que fueran las siguientes características en el producto:

COLOR: Muy oscuro ____
 Algo oscuro ____
 Apenas bien ____
 Algo claro ____
 Muy claro ____

SABOR: Muy fuerte ____
 Algo fuerte ____
 Apenas bien ____
 Algo suave ____
 Muy suave ____

SABORIZADA CON: clavo ____
 Canela ____
 Clavo y canela ____
 Otro ____ cual? _____

- Usted quisiera encontrar en el producto:

Un tostado claro y molienda gruesa (suave) ____
 Un tostado y molienda media (medio) ____
 Un tostado oscuro y molienda fina (fuerte) ____

2.2 METODOLOGÍA DE LA EXPERIMENTACIÓN

Los ensayos experimentales se desarrollaron en la Planta piloto de cereales de la Universidad de La Salle, sede la Floresta y en las instalaciones del Café Montaña Roja ubicado en Chapinero.

2.2.1 Empresa CAFÉ MONTAÑA ROJA.

Es una sociedad familiar la cual inicio en el año 1992 con la fabricación de equipos para control de calidad llamada IPRELENZO LTDA. Como parte de pago por su trabajo, en el año de 1994 recibieron una tostadora de capacidad de un saco de café, la cual era demasiado grande. Por lo tanto deciden venderla y comprar en el año de 1995 una tostadora más pequeña con capacidad de 12 kg. con la que trabajan actualmente. Trabajaron hasta 1997 como proveedores de equipos y tostadores de café llamados QUANTIK LTDA, pero decidieron dividirse en el año de 1997 y solo dedicarse al tostado de café llamándose así Café Montaña Roja Ltda.

Después, esta empresa inició con la maquila para grandes y pequeños productores de café. Abren su primer punto de venta ubicado en Chapinero, siguiendo con CORFERIAS y otros, teniendo actualmente 5 puntos de venta en Bogotá. Al principio solo vendían café excelso tipo exportación hasta que el consumidor pidió economía en sus productos por lo que comercializan el café La Alborada de calidad supermercado. El tostador tiene una capacidad de 12 kg/lote, produciendo 20 lotes en un turno diario.

En el año 2002 reciben por medio de la Federación Nacional de Cafeteros la licencia de exportación. Actualmente continúan con la maquila a grandes y pequeños productores. Este año cumplen 10 años como punto de venta y 11 años como tostadores de café.

2.2.2 Equipos de trabajo.

Los equipos utilizados en esta experimentación son a nivel de planta piloto, por lo cual son de pequeña capacidad. Se uso un tostador para café, un molino para café, un colorímetro y una mezcladora de volteo de tambores gemelos (cono en Y).A continuación se hace una breve descripción de cada equipo utilizado.

2.2.2.1 Tostador para café. Fabricado en acero inoxidable y provisto de un tambor giratorio para que los granos puedan tostarse de manera uniforme, posee un dispositivo de ventilación (ciclón) que hace que los granos se tuesten más rápido y para la separación de los humos y parte de la cascarilla. Tiene un sistema de compuertas que permite succionar el humo y la cascarilla y enfría el café tostado. Maneja una capacidad de 150 g.

Está diseñado para pruebas de laboratorio del proceso de tostado del café, control de calidad, prueba de taza, y análisis de curvas térmicas. Indica y controla la temperatura automáticamente y es programable. Proporciona un tostado limpio y libre de humos, gracias a su sistema de extracción externo, ideal para el ambiente de trabajo de un laboratorio. (Ver figura 1). En el cuadro 6, se resume la ficha técnica del tostador empleado en la experimentación.

Figura 1. Tostador de café para laboratorio.



Cuadro 6. Ficha técnica del Tostador de café para laboratorio

ESPECIFICACIONES	
CARACTERÍSTICAS	TC -150R
Aplicación	Café almendra (opcional cacao).
Capacidad	150 gramos
Tiempo de Tostado	6 - 10 minutos.
Indicador de Temperatura	Digital 1 - 300°C +/- 0,5%
Control de Temperatura	Automático, programando la temperatura por teclado de 1-300°C.
Sensor de Temperatura	Termopar tipo K
Calentamiento	Resistencia eléctrica con blindaje de cuarzo 700W (por cada cilindro).
Regulación de la potencia de la resistencia	De 0 - 100% por cada cilindro
Motor de tracción del cilindro tostador	Tipo inductivo 1/16 - HP.
Sistema de enfriamiento y extracción de humos	Separador ciclónico con extractor de 1/8 - HP
Voltaje de red	115 VCA 60 Hz +/- 10%.
Consumo de corriente	7 Amperios
Dimensiones Tostador	63x20x49,5 cm.
Extractor Ciclónico	40 diámetro 82 cm.
Peso Neto	32 Kg.
Peso Bruto	50 Kg.
Accesorios	Sonda de alimentación, canastilla de enfriamiento, cuchara muestreadora y manual de instrucciones.

Fuente: Industrias Quantik Ltda. Consultada En: http://www.quantik.com.co/Home/Espanol/Productos/Tostadoras_de_Laboratorio/tostadoras_de_laboratorio.html.

2.2.2.2 Molino para café. Es un molino de sencillo manejo, diseñado para trabajo pesado, posee un amplio rango de molienda, discos trituradores contruïdos en acero templado que garantizan larga duraciïn. (Ver figura 2). En el cuadro 7, se muestra la ficha tïcnica del molino empleado en la experimentaciïn.

Figura 2. Molino de café para laboratorio



Quadro 7. Ficha técnica del Molino para laboratorio de café

ESPECIFICACIONES	
Modelo	Grindmaster 810 con dispositivo de bolsas
Conexión a la red	115 VCA 20/60 HZ Cortocircuitos térmicos.
Graduaciones de Molienda	12.
Rendimiento	9 Kg / hora.
Dimensiones	320x220x700 mm.
Peso	23 Kg.
Capacidad Tolva	1.500 Gramos.

Fuente: Industrias Quantik Ltda. Consultada En: <http://www.quantik.com.co/Home/Espanol/Productos/Molinos/molinos.html>

2.2.2.3 Colorímetro. Posee una fuente de emisión de radiación infrarroja que incide sobre la superficie de la muestra, y ésta es reflejada y cuantificada por el instrumento, en una escala relativa, definida por elementos de referencia que tienen un máximo de 10 y un mínimo de - 510, los cuales indican que cuando el número de color de la muestra de los granos tostados y molidos es menor se encuentra con un color no muy oscuro mientras que cuando el equipo indica un número mayor el color de la muestra es muy oscuro lo que permite conocer que los granos se pueden encontrar demasiado tostados.

Previamente calibrado el colorímetro, su uso es muy sencillo; simplemente se coloca la muestra a analizar en la celda de portamuestras, emparejada totalmente, y se introduce en la cámara de medición e inmediatamente aparece en el display el valor de la cantidad de radiación reflejada. (Ver figura 3). En el cuadro 8, se presenta el resumen de la ficha técnica del colorímetro empleado en la experimentación.

Figura 3. Colorímetro



Cuadro 8. Ficha técnica del Colorímetro.

ESPECIFICACIONES	
Conexión a la red:	115 VCA. 60Hz. +/- 10%.
Potencia Absorbida	0,5 Watts.
Temperatura de Funcionamiento:	10°35°C.
Rango de Medida:	500 divisiones (opcional 100 divisiones).
Resolución:	+/- 1/2 dígito.
Diámetro de medida de la muestra	89 mm.
Longitud de Onda:	(Infra-rojo) 800 nm.
Puntos de referencia:	Ajustables exteriormente con dos potenciómetros de 10 vueltas.
Dimensiones:	200x110x170 mm.
Peso Neto:	3 Kg. Aprox.
Peso Bruto:	3,5 Kg.
Accesorios:	Equipo para la preparación de la muestra

Fuente: Industrias Quantik Ltda. Consultada En: <http://www.quantik.com.co/Home/Espanol/Productos/Colorimetro/colorimetro.html>

2.2.2.4 Mezcladora de volteo de tambores gemelos (cono en Y). Es una mezcladora que opera volteando la masa de sólidos en un tambor giratorio. Es fabricada en acero inoxidable, tiene compuertas o válvulas de descarga. (Ver figura 4). En el cuadro 9 se resume la ficha técnica de la mezcladora de volteo.

Figura 4. Mezcladora de volteo de tambores gemelos.



Cuadro 9. Ficha técnica del Mezclador de volteo de tambores gemelos.

ESPECIFICACIONES	
Modelo	RVL 10
Capacidad	10 L
Potencia	0.6 H.P
Revoluciones	30 r.p.m
Voltaje	220 voltios

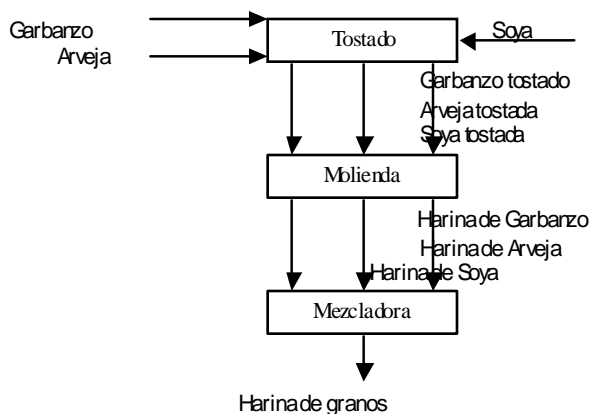
Fuente: Planta piloto de cereales de la Universidad de la Salle.

2.2.3 Etapa preexperimental.

Esta etapa preexperimental se realizó con el fin de establecer las condiciones de proceso en el tostado del producto; la cantidad de harina de cada grano en la mezcla y la granulometría de la harina de estos granos.

Este producto tiene procesos iguales a los que se efectúan en la elaboración del café, como son el tostado y la molienda. A continuación se muestra el diagrama de flujo del proceso para la elaboración de la bebida caliente a partir de la mezcla de harina de granos. (Ver figura 5).

Figura 5. Diagrama de flujo del proceso de elaboración de harina de granos tostados.



Para el inicio de la etapa preexperimental fue necesario definir las variables dependientes e independientes del proceso. El tiempo y la temperatura del

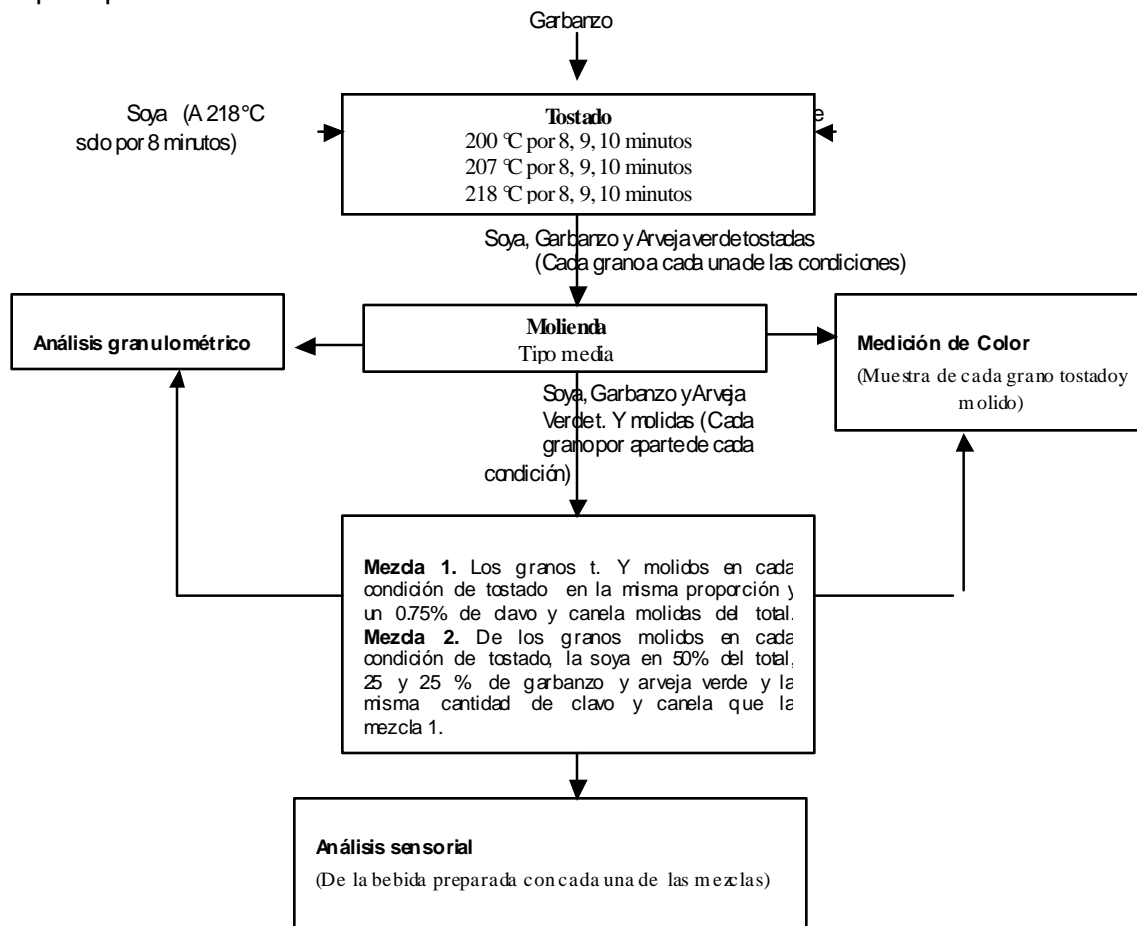
tostado se fijaron como variables independientes o prefijadas según las características del equipo. El color es la variable dependiente puesto que es el resultado de las independientes. El patrón es el café el cual tiene las características que se presentan a continuación en el cuadro 10.

Cuadro 10. Características del Patrón.

Patrón	MOLIENDA	COLOR
	Media	200-225

A continuación se presenta el diagrama de flujo en donde se representa el proceso que se realizó en cada operación de la etapa preexperimental. (Ver figura 6).

Figura 6. Diagrama de flujo del proceso en cada operación de la etapa preexperimental.



2.2.3.1 Operación de tostado. Según el numeral 1.3.1 Los rangos de temperatura de tostado recomendados para esta del proceso son entre 200° C y 218° C, con intervalos de tiempo entre 8 minutos, 9 minutos y 10 minutos. Se aclara que los tiempos de tostado varían según la capacidad del equipo (Ver cuadro 6), pues entre más pequeño es el equipo menor es el tiempo de tostado.

Se realizó un ensayo preliminar para cada grano: la soya, el garbanzo y la arveja verde, con las siguientes condiciones de tostado que fueron elegidas según el numeral 1.3.1, las cuales son a 200 °C por 8, 9 y 10 minutos; también a 207°C por 8, 9 y 10 minutos y a 218 °C también por 8, 9 y 10 minutos, luego se molió cada grano ya tostado en cada condición y por último se realizó la medición de color de cada una de estas muestras.

2.2.3.2 Operación de molienda. El molino de café para laboratorio utilizado (ver figura 2) posee una graduación para el grado de molienda: fina; media y gruesa. Después de tostados los granos, cada uno de estos se muele con un grado de molienda media, que es la utilizada frecuentemente para el café tradicional, la cual permite un balance entre el aroma y el sabor de la bebida.

Después de realizar un tamizado mediante la utilización de mallas de la serie U.S (Estados unidos), los números y diámetro de cada malla se presentan en el cuadro 11. Los datos obtenidos se analizaron por el método diferencial del análisis granulométrico.

Cuadro 11. Serie de tamices U.S

NÚMERO DE TAMIZ	ABERTURA DEL TAMIZ (MM)
16	1.19
18	1.0
20	0.84
25	0.71
50	0.297
120	0.125

Fuente: Pery J. Manual del Ingeniero Químico. Tomo II. Mc Graw Hill.

Las condiciones y materiales empleados en esta operación son: se usaron 6 tamices del serie U.S (Ver cuadro 11), se tomaron 5g de muestra (la harina de cada grano y las mezclas) y se colocaron los tamices con la muestra en el equipo rotap al cual se le midió 3 minutos de operación, luego se peso en una balanza analítica, la cantidad de harina que quedo en cada tamiz y con estos peso se realizo el análisis granulométrico.

2.2.3.3 Operación de mezclado. Se establecieron dos formas de mezclado así: mezcla de igual cantidad de harina de cada grano y un porcentaje del 0.75% del total de la mezcla de harinas de clavo y canela tostada y molida. El contenido de clavo y canela se determina por la experiencia que se tiene de la preparación de la harina a nivel casero ya que no hay normas que digan cual

es la cantidad permitida de clavo y canela, y otra mezcla de 50 % de la harina de soya del total de la mezcla, 25% de harina de garbanzo, un 25 % de harina de arveja verde y 0.75% del total de la mezcla de harinas de clavo y canela tostada y molida. Esto se determina porque la soya tostada y molida muestra características de color y aroma similares al café tradicional.

Las condiciones y materiales empleados en esta operación fueron un mezclador de volteo de tambores gemelos en el cual se desarrollan las mezclas, en las dos formas descritas anteriormente, en la primera el 0.75% del total de la mezcla de las harinas de los granos tostados y molidos en estudio es clavo y canela tostados y molidos; las harinas de los granos de soya, de garbanzo y de arveja verde se encuentran en la misma proporción y se mezclan según las condiciones de tostado de cada grano, se tomaron los tostados a 200°C por 8 minutos y se mezclaron, también se tomaron cada una las harinas tostadas a 200°C por 9 minutos y se mezclaron, luego las harinas tostadas a 200 °C por 10 minutos y se mezclaron, después se tomaron las harinas de cada grano tostadas a 207 °C a 8 minutos y se mezclaron, también se tomaron las harinas tostadas a 207°C por 9 minutos y se mezclaron, luego las harinas tostadas a 207 °C por 10 minutos y se mezclaron, después se tomaron las harinas de cada grano tostadas a 218 °C a 8 minutos y se mezclaron, en la segunda se tomo la misma proporción de harina de clavo y canela, la harina de soya es el 50% de la mezcla de las harinas en estudio y la arveja verde y el garbanzo son el 25 % cada una, esta mezcla se desarrollo de la misma forma que la primera, se mezclaron las harinas de cada grano, de cada condición realizada

2.2.3.4 Medición de color. Primero se calibra el colorímetro, con los discos de referencia uno indica +10 y el otro -510 (ver numeral 2.2.2.3), luego se coloca la muestra a analizar en la celda de portamuestras, emparejada totalmente, y se introduce en la cámara de medición e inmediatamente aparece en el display el valor de la cantidad de radiación reflejada.

La medición de color se realiza para cada grano tostado y molido, y para cada mezcla. La muestra debe estar bien molida, de manera uniforme para garantizar una medición correcta.

2.2.3.5 Empacado. En el empacado de las muestras se usaron bolsas *Ziploc* y bolsas *Doy pack*, las cuales permite una protección de la muestra contra el medio ambiente, así se logra conservar el aroma y sabor de la nueva bebida. Para este objetivo principalmente se usan las bolsas *Doy pack* ya que son una excelente barrera para la humedad y transmisión al oxígeno y gases. Mejora las propiedades mecánicas, tiene buena barrera a la luz.³⁶

2.2.3.6 Análisis sensorial preliminar con jueces entrenados. El análisis sensorial de las mezclas de las harinas se elaboró en las instalaciones del

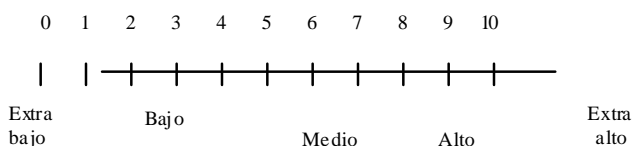
³⁶ PROEMPAQUES. Empaques flexibles y laminados. Empaque PROLAM 800. En: <http://www.proempaques.com/productos/productos.htm>. Marzo 26 de 2005

CAFÉ MONTAÑA ROJA por la Gerente, Claudia Gil y el técnico Ever Torres Rodríguez quienes son personas entrenadas para la catación del café y por las autoras quienes recibieron entrenamiento previo por parte de la Gerente Para la evaluación de las muestras donde se usaron los formatos de Evaluación Sensorial del Café tostado basado en los requerimientos expuestos en el numeral 1.4.3. El análisis de los datos que se desarrollo para obtener los resultados de estos ensayos fue el análisis de varianza. Para los casos donde H₀ se rechazó, se aplicó la Prueba de Duncan.

A continuación ver el formato empleado en el análisis sensorial.



EVALUACION SENSORIAL DEL CAFÉ TOSTADO.
ANÁLISIS CUANTITATIVO DESCRIPTIVO (ACD)
NTC 4883



Proyecto: _____ Nombre: _____ Fecha: ____ AM ____ PM ____

Muestra No _____

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fragancia											
Aroma de la bebida											
Acidez											
Amargo											
Cuerpo											
Rancidez											
Sabor residual											
Impresión global											

La catación de las muestras se realizó con las siguientes indicaciones:

- Se usan tasas de café previamente codificadas.
- Agua caliente, la cual se mezcla con la harina para preparar la bebida.
- La cantidad de muestra se mide con una cuchara para catación que toma aproximadamente 14 g de muestra para una taza se agua.
- Cada catador tiene una tasa y cuchara en acero inoxidable para evaluar la muestra y desecharla.
- Se mide la muestra en la cuchara y se adiciona en la tasa y después se agrega agua caliente dejando un espacio de cabeza de 3 mm
- Se deja sedimentar un poco la muestra y se procede a la catación.

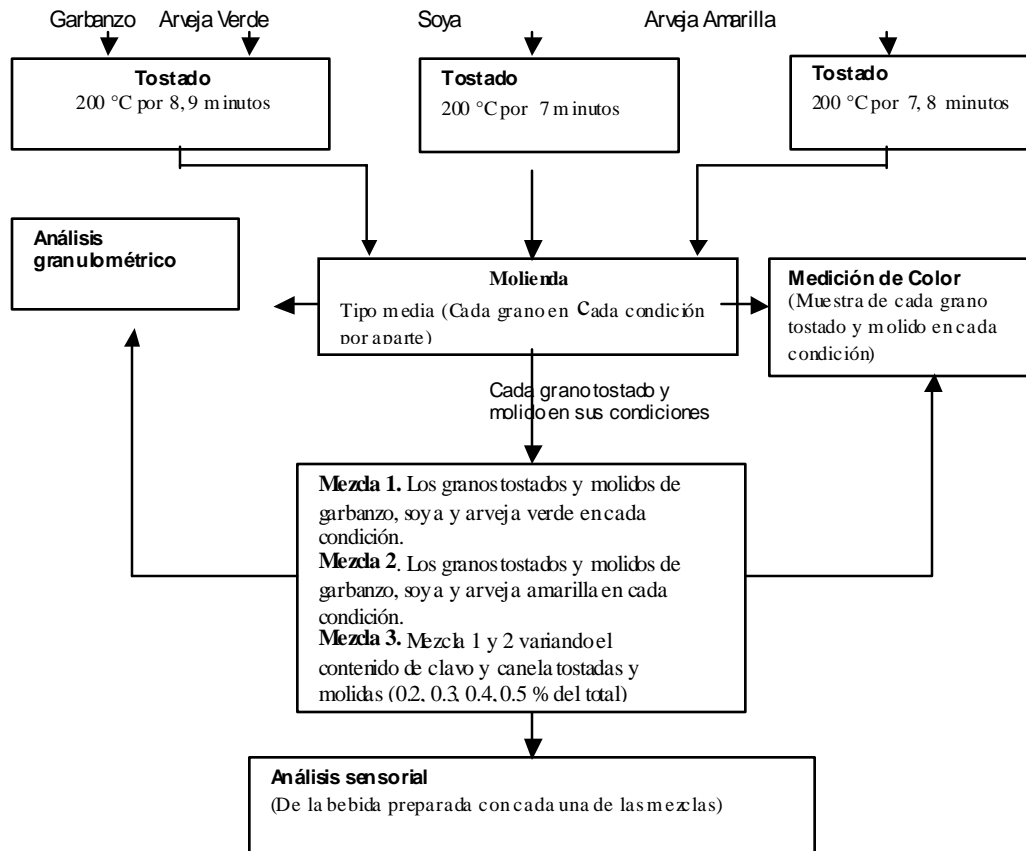
- Se evalúa fragancia, aroma, sabor, acidez, amargo, cuerpo, rancidez y la impresión global de la bebida y se llena el formato.

2.2.4 Etapa experimental.

Primero se definió el tiempo de tostado con la temperatura prefijada en la etapa preexperimental, (ver numeral 2.2.3.1), se continuó con el estudio de la cantidad de clavo y canela en la mezcla prefijada para evaluar con panel sensorial la aceptación del producto, se hizo el análisis granulométrico de los productos de la molienda y el índice de mezclado, la caracterización de la bebida, el desarrollo de un panel sensorial con el consumidor para así terminar con el estudio de la vida útil del producto final y los balances de materia para las operaciones de tostado y molienda, con el fin de determinar el rendimiento del proceso, y el balance de energía en la operación de tostado para conocer el consumo de energía.

A continuación se presenta el diagrama de flujo en donde se representa el proceso que se realizó en cada operación de la etapa experimental. (Ver figura 7).

Figura 7. Diagrama de flujo del proceso en cada operación de la etapa experimental.



2.2.4.1 Operación de tostado. Se realizó el tostado de las muestras a una sola temperatura (200 ° C) (Ver numeral 2.2.3.1) y a tiempos determinados para cada grano de 8 y 9 minutos. Se adicionó la arveja amarilla a los ensayos de tostado por lo que se encontró que no presenta demasiados residuos de cascarilla y le da un mejor sabor a la bebida con respecto a la arveja verde.

Para la soya y la arveja amarilla se adicionó el tiempo de 7 minutos en el tostado a 200 ° C por lo que estos granos son más sensibles al calor.

Se realizaron muestras por triplicado de tostado, de cada grano y se registraron las lecturas de color. El análisis de los datos que se desarrolló para obtener los resultados de estos ensayos fue el análisis de la t-Student para un solo factor

2.2.4.2 Operación de molienda. Esta operación se realizó con el mismo molino descrito en el cuadro 7 y a las mismas condiciones de la parte preexperimental. También se realizó el tamizado para cada grano y después se realizó el análisis granulométrico diferencial para cada producto de la molienda y para cada mezcla, utilizando la serie de tamices U.S (cuadro 11).

2.2.4.3 Operación de mezclado. Se realizó en las mismas condiciones y en el mismo mezclador (Cuadro 9) utilizado en la parte preexperimental.

Esta operación se hizo para todas las mezclas a sus distintas condiciones las cuales se realizaron por triplicado y se nombran a continuación:

- Mezcla de garbanzo tostado a 200 ° C por 8 minutos, con soya y arveja amarilla tostados a 200°C por 7 minutos.
- Mezcla de garbanzo tostado a 200 ° C por 9 minutos, con soya y arveja amarilla tostados a 200 °C por 7 minutos.
- Mezcla de garbanzo tostado a 200 ° C por 8 minutos, con soya tostada a 200°C por 7 minutos y arveja verde tostada a 200°C por 8 minutos.
- Mezcla de garbanzo tostado a 200 ° C por 8 minutos, con soya tostada a 200°C por 7 minutos y arveja verde tostada a 200°C por 9 minutos.

El contenido de clavo y canela de estas mezclas es del 0.75% del total de la mezcla.

- Para el contenido adecuado de harina clavo y canela se realizaron mezclas a distintas proporciones de estos: 0.2 %, 0.3 %, 0.4 % y 0.5 % del total de la mezcla de las harinas.

Se aplicó el índice de mezclado a la mezcla final de las harinas de los granos y de clavo y canela, realizadas en las condiciones finales; para realizar el índice de mezclado se utilizó el mezclador descrito en el cuadro 9. Como las harinas de los granos son del mismo color no se logró establecer un trazador fácilmente, por lo que se trabajó el índice de mezclado para cada harina utilizándola como trazador, mezclándola con harina de trigo durante 5 minutos, tomando muestras cada minuto, luego se tamizaron y se calculó la fracción del sólido trazador en la mezcla, para esto se usaron las formulas de índice de mezclado para sólidos no cohesivos. Este procedimiento permitió obtener resultados por cada harina, y el promedio de éstas determina el índice de mezclado de la harina de leguminosas y oleaginosa.

Finalmente se realizó la medición de color a cada grano obtenido de la molienda y de cada mezcla, con el mismo colorímetro utilizado en el mismo procedimiento descrito en la etapa preexperimental (Ver cuadro 8)

2.2.4.4. Análisis sensorial con jueces entrenados. Este análisis sensorial fue realizado por dos expertos: la Gerente Claudia Gil y el técnico Ever Torres Rodríguez ambos de la empresa CAFÉ MONTAÑA ROJA y también por las autoras, en las instalaciones de dicha empresa.

Se empleó el mismo procedimiento de catación del numeral 2.2.3.6. El análisis de los datos que se desarrollo para obtener los resultados de estos ensayos fue el análisis de varianza. Como se rechazaron algunas Ho se usó la Prueba de Duncan para determinar las diferencias.

La catación de esta etapa se divide en dos:

- Primera catación: se evalúan las mezclas con arveja verde y arveja amarilla para definir cual de estas le da mejores características al producto.
- Segunda catación: se catan muestras con distintas proporciones de clavo y canela para elegir la mezcla final de la bebida caliente.

2.3. ANALISIS SENSORIAL CONJUECES NO ENTRENADOS.

Este panel sensorial se realizó con consumidores mayores de 18 años de la ciudad de Bogotá con el fin de establecer el grado de aceptación que tiene la bebida en esta población.

Se inicio con la estructuración del plan de trabajo el cual define el procedimiento a seguir para conocer la aceptación de la bebida en la población objetivo.

- **Problema.** ¿La bebida caliente ofrecida es aceptada por el consumidor bogotano?
- **Propósito.** Este panel sensorial se realiza con el fin de conocer si la bebida caliente ofrecida al consumidor es aceptada para así cumplir con uno de los objetivos de este trabajo de grado.
- **Objetivos.**
 - Conocer la aceptación que tiene la bebida caliente por infusión en el consumidor de la ciudad de Bogotá.
 - Evaluar las características de sabor, color, olor y cuerpo de la bebida caliente.
- **Metodología.** Para desarrollar este panel sensorial se tomó como población objetivo hombres y mujeres mayores de 18 años residentes en la ciudad de Bogotá, sin excluir estratos.

- **Tamaño de la muestra.** Para hallar el tamaño de la muestra se utilizó la fórmula mostrada en el numeral 2.1 (ecuación 1). Para este estudio se tomará un nivel de confianza del 95 %, por lo tanto $Z=1.96$. La probabilidad de éxito será del 80% y de fracaso del 20%. El error estimado será del 7.5%. Esto se establece porque a las autoras les interesa tener más certeza de los datos obtenidos en este panel ya que uno de los objetivos de este trabajo es que al consumidor le agrade la nueva bebida. El tamaño de la población objetivo se de aproximadamente 3'801.578 personas³⁷

Aplicando la ecuación 1, se obtuvo el tamaño de muestra el cual es: $n= 110$

- **Diseño del estudio sensorial:**
 - Planteamiento de la hipótesis: La bebida caliente cumple con todas las expectativas que tiene el consumidor sobre este producto.
 - Tipo de prueba sensorial: Prueba de aceptación.
 - Adecuación de las muestras: Las muestras se presentaron en vasos de icopor de 4 onzas. Las muestras se ofrecieron al consumidor a una temperatura de 65 ° C aproximadamente. Para la preparación de la bebida se toman 10 g de muestra por cada 130 ml de agua. Se hierva el agua y se adiciona la cantidad de muestra, se deja calentar un poco, se filtra y se sirve.³⁸
 - Tipo de pregunta: Se usó una escala de 1 a 9 para cada característica del producto, siendo 1 me disgusta muchísimo, 5 ni me gusta ni me disgusta y 9 me gusta muchísimo.
 - 1 2 3 4 5 6 7 8 9
 - Sitio donde se efectúa el panel: salón comunal de los Barrios Quinta Paredes y Villa del Prado de la ciudad de Bogotá.
 - Análisis de datos: Se aplicó un tratamiento estadístico llamado la Chi-cuadrado.
- **Formato de la encuesta.** A continuación se presenta el formato de la encuesta para la evaluación de la bebida.

³⁷ D.A.P.D subdirección de Desarrollo Social. Área de Desarrollo Humano y Progreso Social. Año 2003

³⁸ Se baso en los ensayos preexperimentales y experimentales por parte de las autoras combinando con recomendaciones de la Gerente Claudia Gil.

Edad 18 a 25 ____
 26 a 35 ____
 36 a 45 ____
 46 a 55 ____
 > 55 ____

Fecha ____
 Sexo F ____ M ____

Pruebe la muestra y marque con una X sobre la escala siendo 1 me disgusta muchísimo, 5 ni me gusta ni me disgusta y 9 me gusta muchísimo.

Color de la bebida 1 2 3 4 5 6 7 8 9

Aroma de la bebida 1 2 3 4 5 6 7 8 9

Sabor de la bebida 1 2 3 4 5 6 7 8 9

En general la bebida 1 2 3 4 5 6 7 8 9

Sugerencia: _____

2.4 CARACTERIZACIÓN DE LA MEZCLA DE HARINAS Y DE LA BEBIDA CALIENTE.

Esta se llevo a cabo mediante los métodos descritos en las Normas Técnicas Colombianas (NTC) del ICONTEC, y de la AOAC los cuales se realizaron en las instalaciones del laboratorio de química de la Universidad de la Salle, sede la Floresta y se resumen en el cuadro 12.

Quadro 12. Métodos analíticos para la caracterización de la harina y de la bebida.

Componente	Norma	Método
Humedad	NTC 2558	Gravimétrico
Cenizas	NTC 4331	Gravimétrico
Extracto sdoble en agua fría	NTC 2602	Gravimétrico
Extractosoluble en agua caliente	NTC 4601	Gravimétrico
Extracto soluble en alcohó	NTC 2604	Gravimétrico
Extracto graso	Métodob soxlet	Gravimétrico
Nitrógeno total	AOAC 920.103	Volumétrico
Azúcares	Título de Felling	Volumétrico

2.5 ESTUDIO DE VIDA ÚTIL

La vida útil se estima comúnmente usando dos tipos de prueba de la estabilidad: pruebas en tiempo real y pruebas aceleradas. La estabilidad en tiempo real es una prueba donde el producto se almacena en las condiciones recomendadas y se supervisa hasta que falla la especificación. En las pruebas aceleradas de la estabilidad, el producto se almacena en condiciones elevadas de temperatura, humedad, y pH

Se realizó este estudio de vida útil con el fin de conocer el tiempo en el que el producto va a conservar sus características organolépticas iniciales. Para iniciar este estudio se partió de las condiciones de almacenamiento a las que se va a encontrar expuesto el producto y el tipo de empaque en el que se encuentre, se realizó un plan de trabajo para cumplir con el objetivo propuesto.

En este plan de trabajo se menciona el objetivo del estudio, la metodología a seguir y el análisis que se le aplicó a los resultados.

- **Objetivo.** Estimar la vida útil de la mezcla de harina de cereales utilizada para la elaboración de la bebida caliente por medio de la vida útil acelerada.

- **Metodología.**

- Presentación de las muestras: La harina es empacada en bolsas *Doy pack* de 100 g. Este es un producto que se mantiene al medio ambiente en estantes.

Se va a desarrollar la técnica de envejecimiento acelerado la cual se basa en los cambios rápidos de las reacciones químicas implicadas en la deterioración del producto siguiendo el modelo de la reacción de Arrhenius. (Ecuación 7) El modelo indica que un aumento o la disminución de 10 ° C de la temperatura de un proceso homogéneo, da lugar aproximadamente a dos o más cambios en las reacciones del producto.³⁹

$$Vida_{acelerada} = \frac{Vida_{enT_1}}{Q_{10}^{\Delta T/10}} \quad (\text{Ecuación 7}).$$

Siendo: Q_{10} = el cambio de la proporción al aumentar 10 ° C en la temperatura.

Vida en T_1 = número de días en que duran las características del producto a una $T = 45$ ° C.

ΔT = diferencia de temperaturas (T ambiente y T de aceleración).

- Definición de temperaturas: Se establecieron tres temperaturas: ambiente (20 ° C), refrigeración (3 ° C) y de aceleración (45 ° C); esta última temperatura se asume porque según Lynn A. Kuntz los rangos de temperatura a utilizar en este tipo de estudios son: -6.66 ° C a 0° C para los productos congelados; 7.22° C a 10° C para los productos refrigerados; y 29 ° C a 48 ° C para los productos de la temperatura ambiente,⁴⁰ con un control cada dos días, dando así un total de 7 controles para cada temperatura. En cada control se realizarán muestras por triplicado y se evalúan las características

³⁹ Accelerate Aging En: <http://www.medical-package-testing.com/AccelAge.asp> consultada el 30 de Abril de 2005

⁴⁰ KUNTZ LYNN A Food products. En: www.foodproductdesign.com/archive/1991/1291QA.html. consultada el 30 de Abril de 2005

organolépticas del producto. El Cuadro 13 explica la metodología a seguir.

▪ **Resultados.**

Para obtener estos se recurrió a la ecuación de Q_{10} desarrollada por Ted Labuza.⁴¹ (Ver ecuación 7).

En el cuadro 13 se explica la forma en la que se llevaran los controles para el estudio de la vida útil a las distintas temperaturas; los números que se encuentran en el cuadro son las muestras que se realizaron por triplicado.

Cuadro 13. Control de la vida útil del producto.

T °C controles	Ambiente 20 °C	Acelerada 45 °C	Refrigeración 3 °C
1	1-2-3	1-2-3	1-2-3
2	4-5-6	4-5-6	4-5-6
3	7-8-9	7-8-9	7-8-9
4	10-11-12	10-11-12	10-11-12
5	13-14-15	13-14-15	13-14-15
6	16-17-18	16-17-18	16-17-18
7	19-20-21	19-20-21	19-20-21
Muestra en uso.	1-2-3	4-5-6	7-8-9

Las muestras se enumeraron de 1 a 21 para poder llevar un adecuado control de las muestras y evitar confusiones.

⁴¹ Accelerated Shelf Life Testing Dr Ted Labuza En :
http://faculty.chc.umn.edu/fscr/Ted_Labuza/PDF_files/Presentations/ASLT.pdf

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

En este capítulo se muestran los resultados obtenidos durante todas las actividades realizadas para obtener la bebida caliente. Se inicia mencionando los resultados del sondeo del mercado potencial, siguiendo con los de las etapas preexperimental y experimental, y por último el análisis sensorial de la bebida por parte del consumidor.

3.1 SONDEO DEL MERCADO POTENCIAL.

Con este sondeo se pretendía mostrar los gustos del consumidor respecto a las bebidas caliente y además conocer que espera el consumidor de esta nueva bebida. Se encuestaron 120 personas entre hombres y mujeres mayores de 18 años que residen en la ciudad de Bogotá, para ello se realizó un análisis a cada pregunta por edades. Todos los datos se presentan en porcentaje y se manejan por frecuencias.

3.1.1 Análisis de las preguntas. A continuación se presenta el análisis de cada pregunta de la encuesta.

- **Primera pregunta** ¿Usted es un consumidor de café?

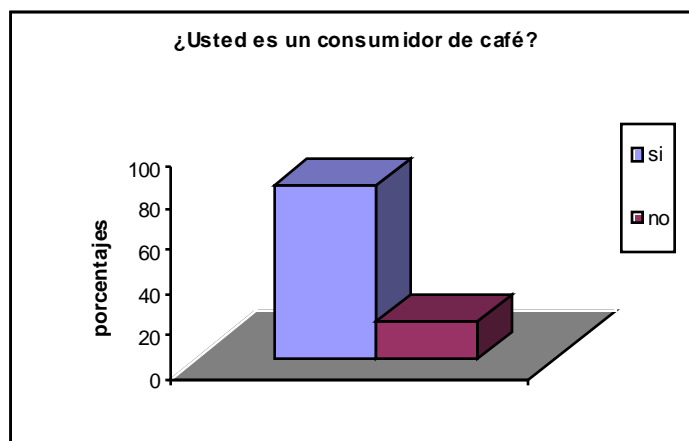
En el cuadro 14 se presenta el resumen de las personas que contestaron la pregunta.

Quadro 14. Consumidores de café

No personas SI	SI (%)	No personas NO	NO (%)
99	82,5	21	17,5

En la Figura 6, se observa el consumo de café como bebida caliente por parte de la población encuestada, pues es importante este referente para obtener una bebida similar que compita con el café que es una bebida tradicional en el mercado nacional.

Figura 6. Consumidores de café.



El 82.5% del total de la población encuestada consume café, es decir 99 personas, el 17.5% no lo consume, lo que muestra que hay un mercado potencial de consumidores de café que favorece la aceptación de la nueva bebida que propone este trabajo.

▪ **Segunda pregunta.** Con que frecuencia consume café.

Una vez al día _____

Dos veces al día _____

Tres veces al día _____

Otro _____

El cuadro 15, resume la frecuencia en porcentajes y el número de personas del consumo de café en la población bogotana.

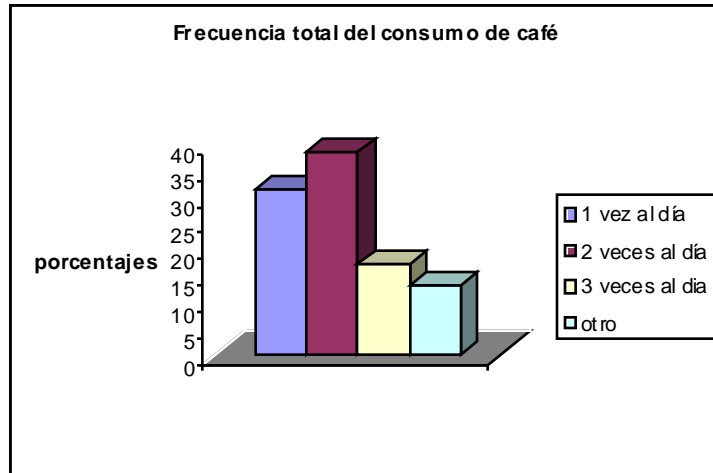
Quadro 15.Frecuencia de consumo de café

No personas	1 vez al día (%)	No personas	2 veces al día (%)	No personas	3 veces al día (%)	No personas	Otro (%)
31	31,31	38	38,38	17	17,17	13	13,13

La frecuencia en la que la población encuestada consume café una vez al día es del 31.31%; el 38.38 % consume dos veces al día; el 17.17% consume tres veces al día y el 13.13 % consume de cuatro a diez veces al día lo que indica que la mayoría de la población de Bogotá consume café dos veces al día.

La figura 7 representa la frecuencia del consumo de café en el total de la población bogotana encuestada.

Figura 7.Frecuencia del consumo de café



- **Tercera pregunta.** Qué tipo de café consume: Instantáneo ____
 Tradicional ____
 Saborizado ____
 Otro ____ cual? ____

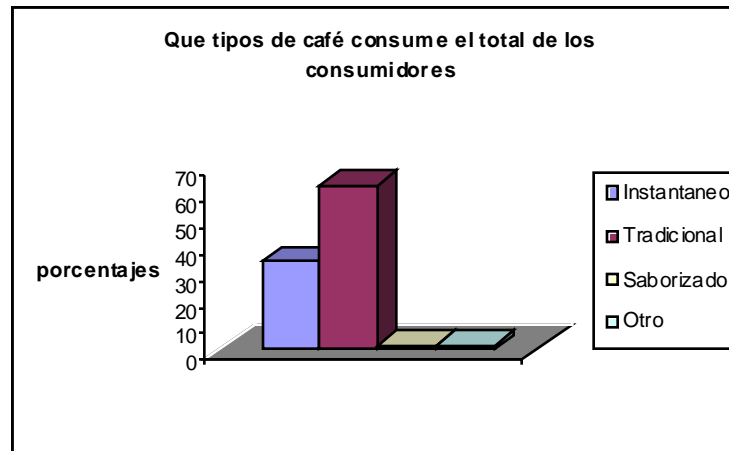
En el siguiente cuadro se muestran la cantidad de población que consume café tradicional, instantáneo, saborizado u otro.

Cuadro 16. Tipos de café que se consume.

No personas	Instantáneo (%)	No personas	Tradicional (%)	No personas	Saborizado (%)	No personas	Otro (%)
33	33,33	62	62,63	2	2,02	2	2,02

El tipo de café que más se consume es el tradicional con un 62.63%, seguido del café instantáneo con un 33.33% y los otros tipos de café los consume una pequeña parte de la población. La siguiente figura muestra de una manera clara la gran inclinación de la población por el café tradicional y el instantáneo.

Figura 8. Tipos de café que se consume.



Tomando en cuenta esta pregunta existen muy pocos consumidores de café saborizado, lo que puede causar un impacto fuerte en la aceptación de la nueva bebida ya que esta se desea saborizar.

- **Cuarta pregunta** ¿Le gustaría encontrar en el mercado una bebida caliente derivada de cereales, similar al café pero sin cafeína?

El cuadro 17 presenta el resumen de los resultados obtenidos en la posible aceptación que tendrá la nueva bebida en la población bogotana mayor de 18 años.

Cuadro 17. Aceptación de la nueva bebida

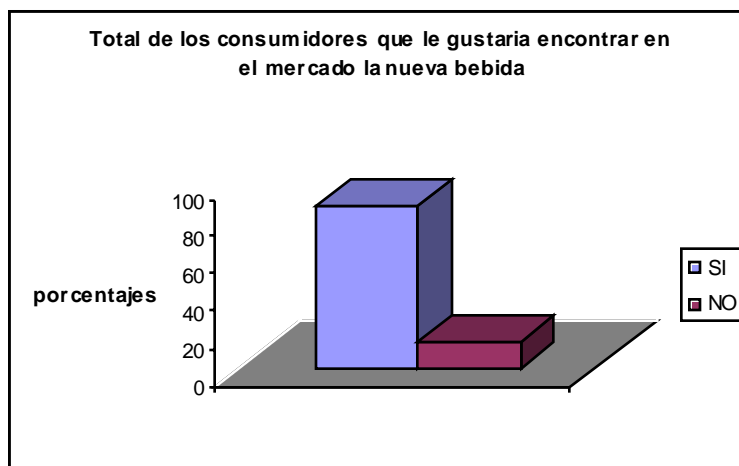
No personas	SI (%)	No personas	NO(%)
103	85,83	17	14,17

De las 120 personas a pesar de que solo 99 consumen café tradicional, hay 103 personas que si les gustaría encontrar en el mercado la nueva bebida caliente. Al 85.83% de las personas encuestadas, es decir 103 personas, les gustaría encontrar en el mercado la nueva bebida a partir de cereales porque desean innovar en los productos que consumen, y además porque consideran que puede llegar a ser una bebida saludable ya que ellos piensan que la cafeína hace daño. Esto es muy bueno para el trabajo ya que la nueva bebida va a tener un posible gran consumo.

El 14.17% de la población no le interesa esta nueva bebida ya que ellos consideran que la cafeína da energía y le da sabor al producto. Otra razón que opina el consumidor es que no le gustan los cereales y que prefieren la bebida tradicional.

En la figura 9, se observa gráficamente si a la población de Bogotá le gustaría encontrar en el mercado la nueva bebida.

Figura 9 ¿Le gustaría encontrar en el mercado la nueva bebida?



- **Quinta pregunta.** Como le gustaría que fueran las siguientes características en el producto:

COLOR: Muy oscuro ____
 Algo oscuro ____
 Apenas bien ____
 Algo claro ____
 Muy claro ____

En el cuadro 18 se presentan los resultados de las características de color que puede tener la nueva bebida según el gusto del consumidor.

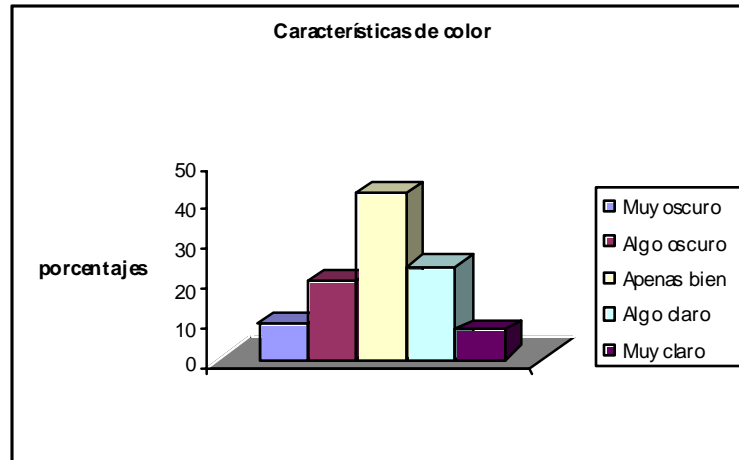
Quadro 18. Características de color.

No personas	Muy oscuro (%)	No personas	Algo oscuro (%)	No personas	Apenas bien (%)	No personas	Algo claro (%)	No personas	Muy claro (%)
9	8,74	20	19,42	43	41,75	24	23,30	7	6,80

El color que el consumidor prefiere en la nueva bebida es apenas bien con un 41.75%, lo que significa que el consumidor desea que el color no sea ni claro ni oscuro un intermedio entre estos. Seguido de un color algo claro con un 23.30%; lo que permite conocer hasta que punto máximo debe llegar el proceso de tostado de los granos que es la operación que define el color del producto

La figura 10, representa la característica de color que desea el consumidor de la nueva bebida caliente.

Figura 10. Características de Color.



Otra característica es:

SABOR: Muy fuerte ___
 Algo fuerte ___
 Apenas bien ___
 Algo suave ___
 Muy suave ___

El cuadro 19 presenta los resultados del sondeo para la característica de sabor de la nueva bebida.

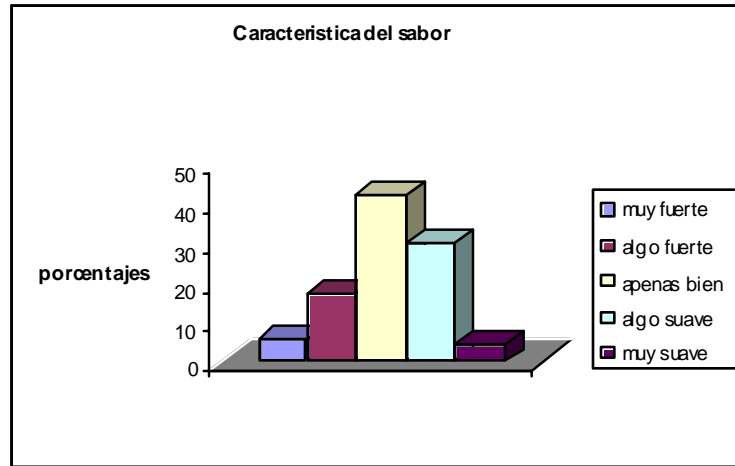
Cuadro 19. Características de sabor.

No personas	Muy fuerte (%)	No personas	Algo fuerte (%)	No personas	Apenas bien (%)	No personas	Algo suave (%)	No personas	Muy suave (%)
6	5,83	18	17,48	43	41,75	31	30,10	5	4,85

Los consumidores prefieren el sabor apenas bien con un 41.74% lo que quiere decir que desean que no sea ni suave ni fuerte algo intermedio sin llegar a extremos; seguido de algo suave con un 30.09%. Esto permite asumir que las condiciones del proceso de tostado y molienda deben dar como resultado un producto intermedio.

En la siguiente figura se muestra la inclinación del consumidor por el sabor que le gustaría que tuviera la nueva bebida.

Figura 11. Características de sabor.



Otra característica es:

SABORIZADA CON: Clavo____
 Canela____
 Clavo y canela____
 Otro__cual?____

El cuadro 20 presenta el resumen de las personas que contestaron la pregunta de con qué les gustaría saborizar la nueva bebida.

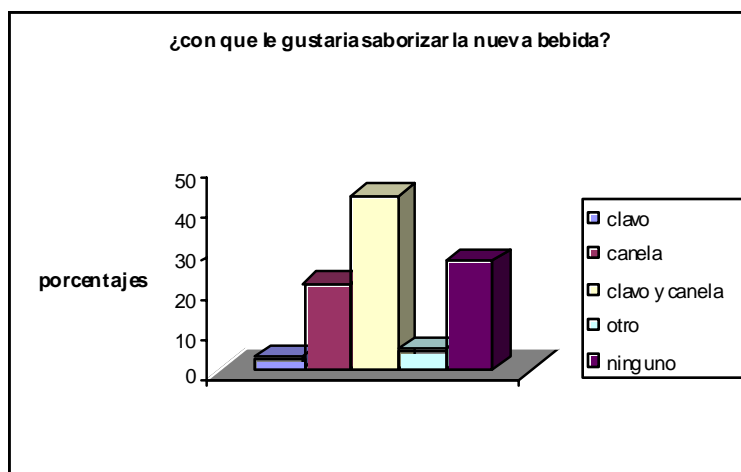
Cuadro 20. ¿Con que le gustaría saborizar la nueva bebida?

No p	Clavo (%)	No p	Canela (%)	No p	Clavo y canela (%)	No p	Otro (%)	No p	Ninguno (%)
3	2,91	22	21,36	45	43,69	5	4,85	28	27,18

Al 43.68 %, es decir a 45 personas, de los consumidores encuestados les gustaría encontrar la bebida saborizada con clavo y canela. El 27.18% de los consumidores prefieren la bebida sin estar saborizada. Esto indica que la nueva bebida saborizada con clavo y canela tendrá más aceptación en el mercado, además el clavo y la canela son saborizantes muy tradicionales que agradan al consumidor.

En la figura 12 se muestran gráficamente los resultados obtenidos sobre el saborizante que puede tener la nueva bebida según el gusto del consumidor

Figura 12. ¿Con que le gustaría saborizar la nueva bebida?



▪ **Sexta pregunta:** Usted quisiera encontrar en el producto:

Un tostado claro y molienda gruesa (tipo suave) ____

Un tostado y molienda media (tipo medio) ____

Un tostado oscuro y molienda fina (tipo fuerte) ____

El cuadro 21 presenta los datos obtenidos para el tipo de producto que desea encontrar el consumidor.

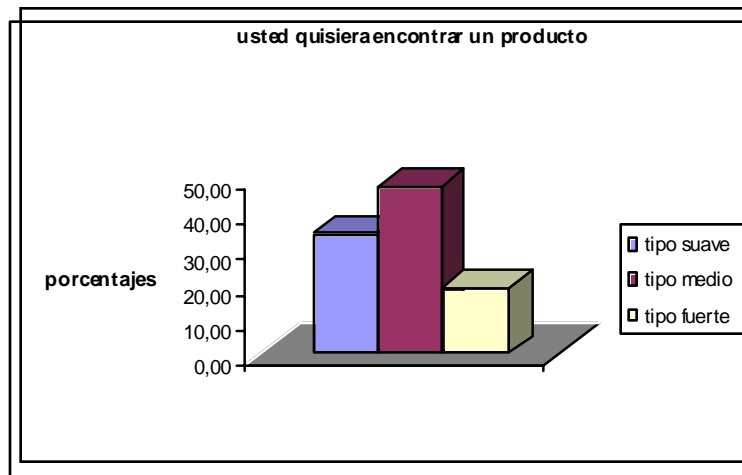
Quadro 21. Usted quisiera encontrar un producto

No personas	Tipo suave (%)	No personas	Tipo medio (%)	No personas	Tipo fuerte (%)
35	33,98	49	47,57	19	18,45

El 47.57% (49 personas) de los consumidores prefieren encontrar una bebida tipo medio (Un tostado y molienda media), seguido del 33.98 % que desean una bebida tipo suave (Un tostado claro y molienda gruesa), esto ayuda en el trabajo de investigación a definir las variables de los procesos de tostado y molienda y así saber por donde empezar el trabajo experimental.

En la Figura 13 se muestra el grado de tostado y molienda que le gustaría encontrar al consumidor en la nueva bebida.

Figura 13. Usted quisiera encontrar un producto.



En el sondeo del mercado potencial se concluyó que el consumidor, es decir de 120 personas encuestadas, 103 personas quieren una bebida que tenga las mismas características del café tradicional y quieren un producto con un tostado y molienda media, por lo tanto, se parte de esta información para realizar los ensayos de tostado y molienda.

3.2 ETAPA FREEEXPERIMENTAL.

Se presentan los resultados de las condiciones del proceso de tostado y la cantidad de cada grano en la mezcla. Además se realiza el análisis granulométrico para los granos y las mezclas.

3.2.1 Resultados de la operación de tostado.

En el numeral 2.2.3.1 se explica la metodología realizada. A las muestras de arveja verde, de garbanzo, de frijón de soja y de las mezclas de las harinas se les midió el color. La medida de color ideal varía en el rango de 200 a 225 (este dato se toma teóricamente), sabiendo que los colores bajos dan un sabor amargo y una presentación a quemado, y los datos altos dan un color claro con un sabor ácido y a cereal.⁴²

Las autoras aclaran que el número de ensayos realizados en la empresa CAFÉ MONTAÑA ROJA LTDA, son limitados puesto que el equipo de tostado está autorizado para trabajar con granos de café, por lo tanto la empresa aprobó el número de ensayos relacionados en los resultados.

A continuación se registran los datos obtenidos de los ensayos en los siguientes cuadros.

3.2.1.1 Tostado del garbanzo. Se realizó a 3 temperaturas y a 3 tiempos como lo muestra el cuadro 23 y la figura 14.

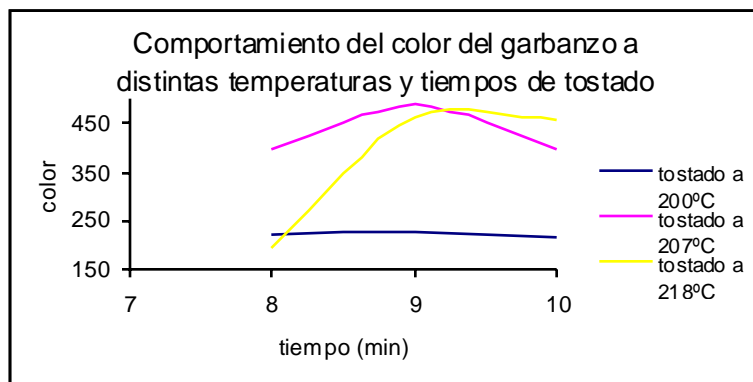
⁴²Entrevista con: Claudia Cristina Gil. Gerente del Café Montaña Roja. Bogotá Abril 26 de 2005.

Cuadro 22. Color a distintos tiempos y temperaturas de tostado en el garbanzo.

T (MIN) t °C	8	9	10
200	224	227	216
207	396	488	396
218	197	465	456

En la figura 14 se muestra de manera gráfica el comportamiento del color donde se aprecia que a 200 ° C no se presenta diferencia grandes entre los tiempos de tostado; a 207 ° C ya se va trazando una curva donde se observan los distintos niveles de color y a 218 ° C la gráfica presenta el aumento en el color a medida que aumenta el tiempo

Figura 14. Comportamiento del color del garbanzo a distintas temperaturas y tiempos de tostado



El garbanzo tostado a 200 ° C no presenta diferencia en el color para cada tiempo de ensayo, encontrándose en el rango esperado de color entre 200 y 225. En el tostado a 207 ° C el garbanzo presenta colores altos, quedando la harina clara y con un olor y sabor no agradable y lejano al patrón que en esta caso es el café, y por último el tostado a 218 ° C presentó variaciones grandes de color: en el primer tiempo un color bajo dando así un grano muy oscuro con olor y sabor a quemado, a 9 y a 10 minutos se da el caso opuesto, un grano claro y con olor y sabor a cereal demasiado acentuado.

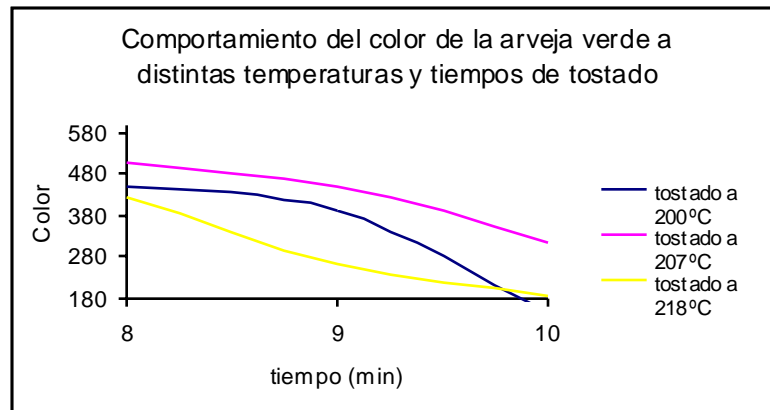
3.2.1.2. **Tostado de la arveja verde.** Se realizó a 3 temperaturas y a 3 tiempos como lo muestra el cuadro 23 y la figura 15.

Quadro 23. Color a distintos tiempos y temperaturas de tostado de la Arveja verde.

T (MIN) t °C	8	9	10
200	452	396	148
207	509	453	318
218	428	261	188

La figura 15 muestra el comportamiento del color de la arveja verde a los distintos tiempos y temperaturas de tostado en la que se puede observar el decrecimiento en la gráfica de color.

Figura 15. Comportamiento del color de la arveja verde a distintas temperaturas y tiempos de tostado



La arveja verde presenta en las tres temperaturas una disminución de color al aumentar el tiempo, lo que significa que a mayor tiempo y temperatura mas oscuro queda el grano.

3.2.1.3 **Tostado de la soya.** Se realizó a 2 temperaturas y a 3 tiempos, ya que el grano no resiste temperaturas elevadas en el tiempo como es el caso de 218 °C. A continuación se muestran los resultados.

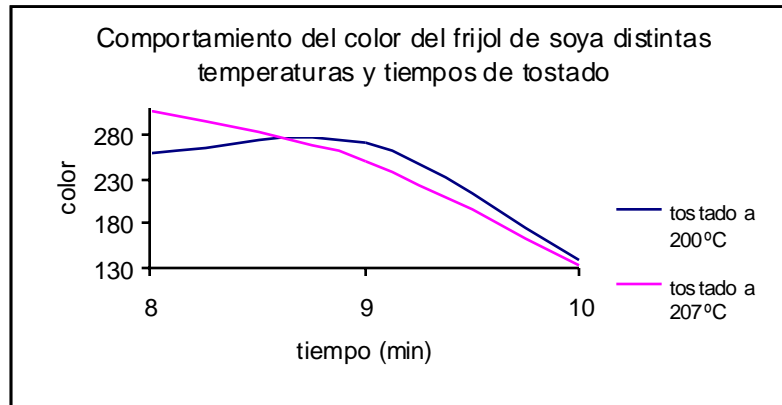
Quadro 24. Color a distintos tiempos y temperaturas de tostado en el Frijol de soya.

T (MIN) t °C	8	9	10
200	260	272	140
207	307	250	135
218	102	-	-

Los colores del frijol de soya tostado a 218 °C a 8, a 9 y a 10 minutos dan colores fuera del rango de especificaciones (ver numeral 3.2.1)

En la figura 16 se observa la disminución de color a medida que se aumenta el tiempo de tostado para 200°C y 207° C.

Figura 16. Comportamiento del color de la soya a distintas temperaturas y tiempos de tostado.



El grano de soya tostado a 200 ° C entre los 8 y 9 minutos presenta un pequeño aumento de color y entre 9 y 10 minutos se da una disminución de color, notando que el grano queda muy quemado y no se encuentra dentro del rango del patrón. A 218 ° C el color es muy bajo, 102, puesto que los granos se queman. La soya no resistió otros ensayos con más tiempo de tostado, saliendo los granos totalmente calcinados.

A continuación se presenta un resumen de los resultados obtenidos en la etapa preexperimental de tostado.

Quadro 25. Resumen de los resultados de la operación de tostado en la etapa preexperimental.

gRANO	T (MIN) DE TOSTADO	T (°C) DETOSTADO
garbanzo	8-9	200
arveja verde	8-9	200
soya	8	200

3.2.2 Resultados de la operación de molienda.

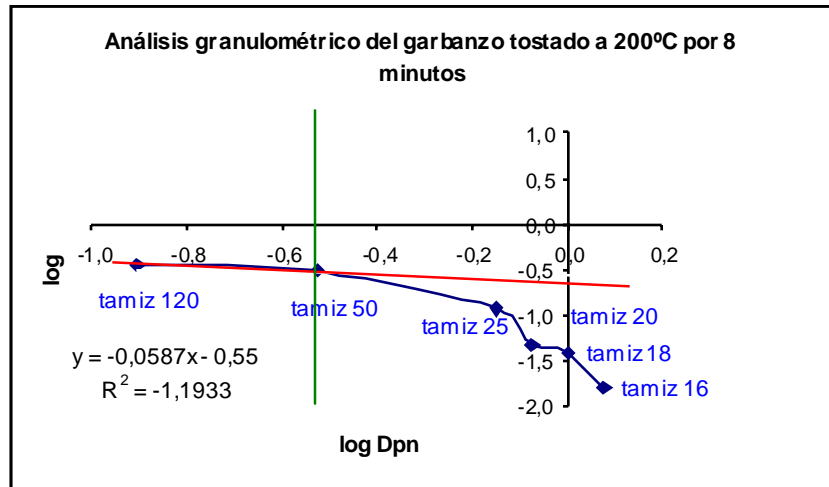
Luego del tostado de los granos, estos pasan a la molienda expresando los resultados en el análisis granulométrico.

3.2.2.1 Análisis granulométrico diferencial de tamizado del Garbanzo. En el anexo 3 se recopilan los datos del producto tamizado en tamices de la serie U.S No 16, 18, 20, 25, 50,120 y colector, con su respectivo diámetro de partícula para cada temperatura y tiempo de tostado.

Después se aplicó el análisis granulométrico por método diferencial a los datos de tamizado los resultados se presentan en el anexo 3 de la harina de garbanzo. (Ver en el anexo 2 la muestra de los cálculos del análisis granulométrico diferencial para el garbanzo tostado a 200 °C por 8 minutos)

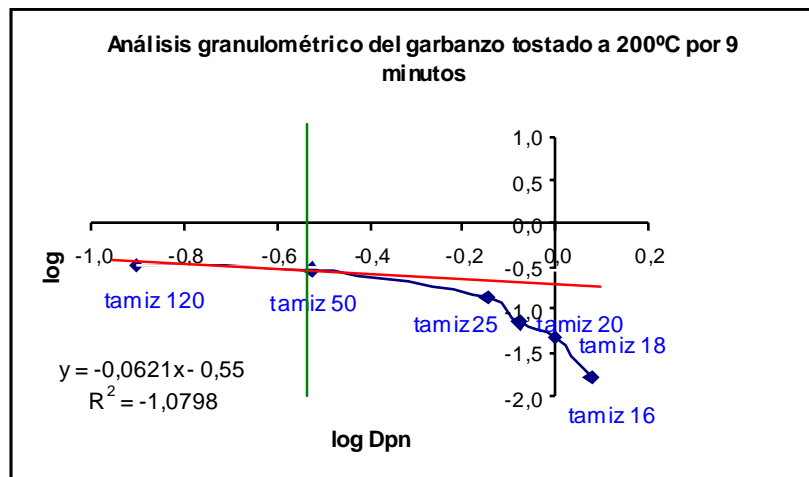
En las siguientes figuras, de la 17 a la 22 se observa las curvas del análisis granulométrico del garbanzo para cada las condiciones de tostado establecidas (200°C durante 8 y 9 minutos) donde se puede diferenciar claramente la división de partículas gruesas y finas en el tamiz Nb 50 de la serie U.S

Figura 17. Gráfico del Análisis granulométrico diferencial del garbanzo tostado a 200 ° C por 8 minutos.



La línea azul muestra el comportamiento logarítmico de los diámetros del tamiz contra el diferencial de las fracciones, la línea roja es la pendiente de la curva de partículas finas y por último la línea verde muestra la diferencia de partículas finas y gruesas en el tamiz Nb 50. Estas convenciones se manejan para el resto de gráficos del análisis granulométrico diferencial.

Figura 18. Gráfico del Análisis granulométrico diferencial del garbanzo tostado a 200 ° C por 9 minutos.



Además se calculó el área y número de partículas obtenidas después de la molienda con la información obtenida de los cuadros datos de tamizado del garbazo y el de análisis granulométrico diferencial (ver anexo 3) y de la pendiente del comportamiento de la curva de las figuras 17 y 18. Ahora se presentan en el cuadro 27 los resultados del área total y número de partículas gruesas y finas del garbanzo. En el anexo 2 se muestran los cálculos para estos resultados.

Cuadro 26. Área y número de partículas para el garbanzo tostado a distintas condiciones.

Condiciones de tostado	Área total obtenida (mm ² /Kg)	No de partículas gruesas / Kg	No de partículas finas / Kg	No de partículas total /Kg
200°C y 8 minutos	36	5,082	182	187,082
200°C y 9 minutos	34	5,155	163	168,155

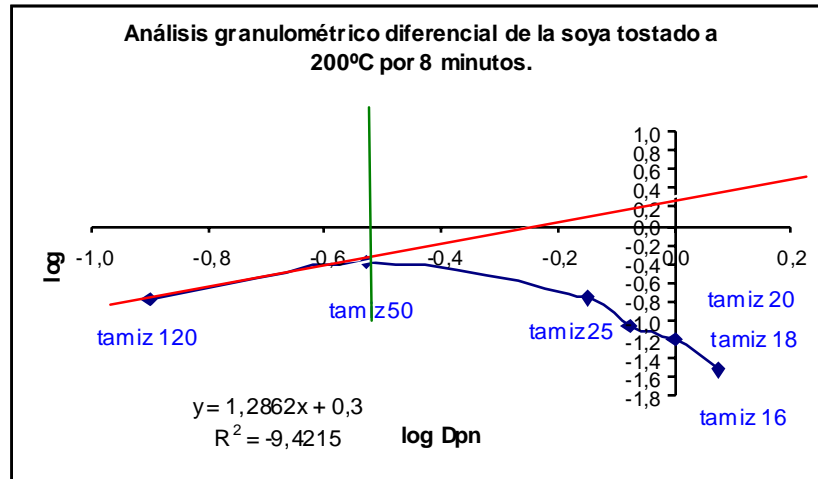
Se puede observar que hay mayor número de partículas finas que de gruesas. Respecto a las áreas, se puede establecer que a mayor tiempo disminuye el área. Al tener un área mayor permite más contacto con el agua, por eso facilita la migración de nutrientes al agua, por lo tanto la mejor muestra sería la del garbanzo tostado a 200° C por 8 minutos.

3.2.2.2. Análisis granulométrico diferencial de la Soya. En el anexo 4 se recopilan los datos del tamizado para la temperatura y tiempo de tostado seleccionada (200 °C por 8 minutos).

Después se aplicó el análisis granulométrico por método diferencial a los datos de tamizado y en el anexo 4 se presentan los resultados para la soya. Los cálculos se muestran en el anexo 2 ya que se aplican los mismos cálculos para todos los datos.

En la figura que se presenta a continuación, se puede apreciar la curva del análisis granulométrico de la soya para la condición de tostado establecida, donde se puede diferenciar claramente la división de partículas gruesas y finas en el tamiz No 50 de la serie de tamices U.S usando las mismas convenciones de los gráficos del garbanzo.

Figura 19. Gráfico del Análisis granulométrico diferencial de la soya tostada a 200 ° C por 8 minutos.



Ahora se presentan en el cuadro 38 los resultados del área total y número de partículas gruesas y finas de la soya. Para estos cálculos se necesitó la información de los cuadros del análisis granulométrico de la soya y la pendiente y punto de corte de cada uno de los gráficos.

Cuadro 27. Área y número de partículas para la soya tostada a 200 °C por 8 minutos.

Condiciones de tostado	Área total obtenida (mm ² /Kg)	No de partículas gruesas / Kg	No de partículas finas / Kg	No de partículas total /Kg
200°C y 8 minutos	550	9,069	4046	4055,069

Se puede observar que hay mayor número de partículas finas que de gruesas. El área obtenida es grande por lo tanto se recomendaría esta temperatura a ese tiempo ya que a mayor área mejor contacto de los componentes de la harina con el agua.

3.2.2.3 Análisis granulométrico diferencial de la arveja verde. En el anexo 5 se recopilan los datos del producto tamizado en tamices de la serie U.S No 16, 18, 20, 25, 50,120 y colector, con su respectivo diámetro de partícula para las temperaturas y tiempos de tostado seleccionadas (200 °C por 8 y 9 minutos). Los resultados del análisis granulométrico diferencial para la harina de arveja verde tamizada se presentan también en el anexo 5.

En las figuras presentadas a continuación se observa las curvas del análisis granulométrico de la arveja verde para las diferentes condiciones de tostado seleccionadas, donde se puede diferenciar claramente la división de partículas gruesas y finas en el tamiz No 50 de la serie U.S, donde se manejan las mismas convenciones que en los gráficos del garbanzo.

Figura 20. Gráfico del Análisis granulométrico diferencial de la arveja verde tostada a 200° C por 8 minutos.

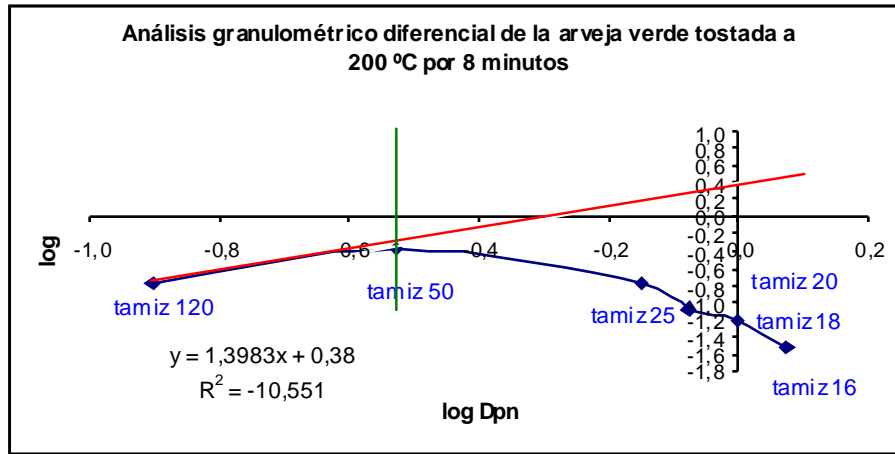
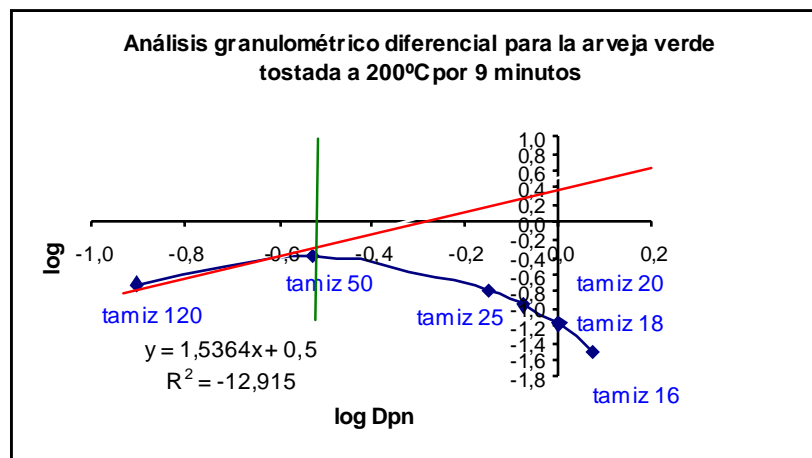


Figura 21. Gráfico del Análisis granulométrico diferencial de la arveja verde tostada a 200° C por 9 minutos.



En el cuadro 34 se presentan los resultados de las áreas y números de partícula para la arveja verde tostada a distintas condiciones. Para estos cálculos se necesitó la información obtenida en los cuadros 3 y 3 y en los gráficos de cada tiempo y temperatura de tostado.

Quadro 28. Área y número de partículas para la arveja verde tostada a distintas condiciones.

Condiciones de tostado	Área total obtenida (mm ² /Kg)	No de partículas gruesas / Kg	No de partículas finas / Kg	No de partículas total /Kg
200°C y 8 minutos	448	9,069	3262	3271,069
200°C y 9 minutos	1169	6,228	8860	8812,228

Se puede observar que hay mayor número de partículas finas que de gruesas. En las áreas, se nota que es menor en el tostado a 200°C por 8 minutos que en la de 9 minutos, por eso se recomendaría esta última ya que a mayor área hay mejor transmisión de los componentes de la harina al agua.

3.2.3 Resultados de la operación de mezclado. En el numeral 2.2.3.3 se explicó la metodología experimental para la operación de mezclado, el cual se realizó de dos maneras: las seis primeras son de igual cantidad en masa de cada grano, y las seis últimas con mayor contenido de soya. A estas mezclas se les realizó la medición de color cuyos resultados se muestran a continuación en el cuadro 41 y además se realizó el análisis granulométrico diferencial de las mezclas a las condiciones de tostado establecidas (200 °C por 8 y 9 minutos).

Cuadro 29. Color de las mezclas

CONDICIÓN DE TOSTADO	GARBANZO (G)	ARVEJA VERDE (G)	SOYA(G)	CLAVO Y CANELA (%)	COLOR
200°C por 8 minutos	25	25	25	0.75	312
200°C por 9 minutos	25	25	25	0.75	270
200°C por 10 minutos	25	25	25	0.75	215
207°C por 8 minutos	25	25	25	0.75	368
207°C por 9 minutos	25	25	25	0.75	334
207°C por 10 minutos	25	25	25	0.75	212
200°C por 8 minutos	37.5	18.75	18.75	0.75	288
200°C por 9 minutos	37.5	18.75	18.75	0.75	254
200°C por 10 minutos	37.5	18.75	18.75	0.75	192
207°C por 8 minutos	37.5	18.75	18.75	0.75	326
207°C por 9 minutos	37.5	18.75	18.75	0.75	344
207°C por 10 minutos	37.5	18.75	18.75	0.75	220

Se observa que los colores de las mezclas varían mucho, por ejemplo el color de la mezcla 9 (192) está muy por debajo del rango del patrón, y el color de la mezcla 11 (344) está muy por encima del patrón. Los colores que mas se aproximan a lo que se desea son los de las mezclas a 200 °C por 9 y 10 minutos y a 207 °C por 10 minutos.

Este patrón de color no es un criterio único de selección para el tiempo y temperatura de tostado, por eso se realizó el análisis sensorial con expertos entrenados y certificados por la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia ya que el catar las bebidas es la mejor forma de conocer sus cualidades o defectos y así acercarse a un producto que sea agradable al consumidor y que cumpla con sus expectativas de consumir una bebida similar al café.

3.2.3.1 Análisis granulométrico diferencial de tamizado de las mezclas de granos tostados en igual cantidad con un contenido de 0.75 % de clavo y canela.

En el anexo 6 se recopilan los datos del producto tamizado en tamices de la serie U.S con su respectivo diámetro de partícula para la temperatura de 200 °C con un tiempo de tostado de 8 y 9 minutos.

Después se aplicó el análisis granulométrico por método diferencial a los datos de tamizado y en el anexo 6 se presentan los resultados de la mezcla de harinas de granos en igual cantidad a distintas condiciones de tostado.

En las siguientes figuras se observa las curvas del análisis granulométrico de las mezclas a igual cantidad de granos para cada condición de tostado, donde se puede diferenciar claramente la división de partículas gruesas y finas en el tamiz No 50 de la serie U.S, se usan las mismas convenciones que en los gráficos del garbanzo.

Figura 22. Gráfico del Análisis granulométrico diferencial de la mezcla de granos de igual cantidad tostados a 200°C por 8 minutos.

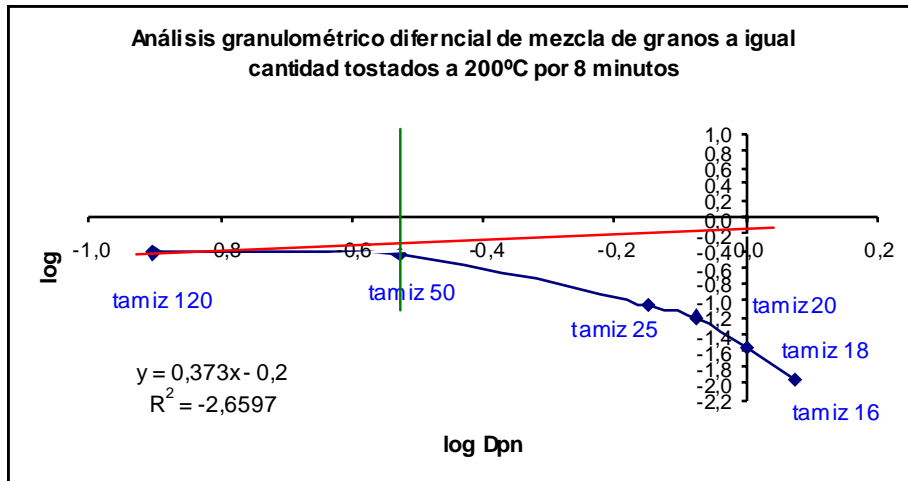
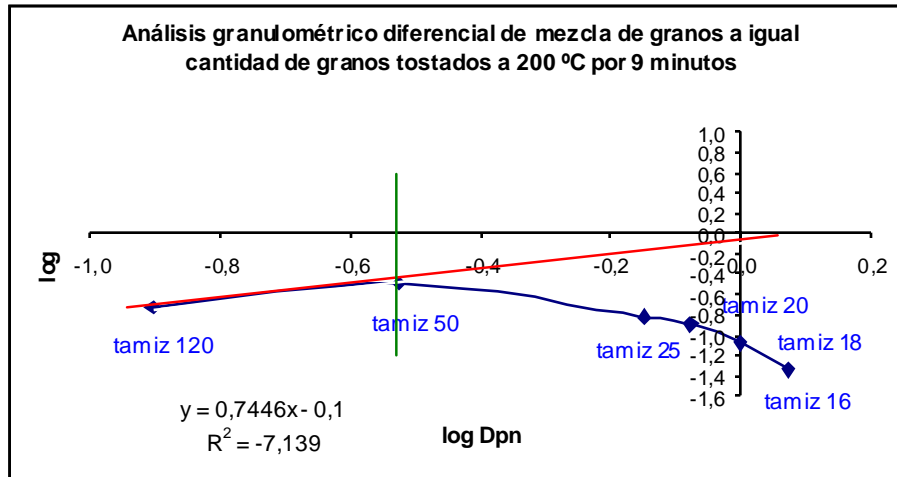


Figura 23. Gráfico del Análisis granulométrico diferencial de la mezcla de granos de igual cantidad tostados a 200°C por 9 minutos.



En el cuadro 30, se presentan los resultados obtenidos del área total y números de partículas gruesas y finas para las mezclas de harinas con igual cantidad de granos tostados a distintas condiciones. Para estos cálculos se utilizaron los datos de tamizado y del análisis granulométrico diferencial, además de las pendientes y puntos de corte de los gráficos para cada tiempo temperatura de tostado.

Cuadro 30. Área y número de partículas para las mezclas a igual cantidad de granos tostados a distintas condiciones.

Condiciones de tostado	Área total obtenida (mm ² /Kg)	No de partículas gruesas / Kg	No de partículas finas / Kg	No de partículas total /Kg
200°C y 8 minutos	26	5,778	95	100,778
200°C y 9 minutos	465	5,87	385	390,87

Se puede observar que hay mayor número de partículas finas que de gruesas y el mayor número de finas se presenta a 9 minutos. Respecto a las áreas, se puede establecer que la más pequeña es a 200 °C por 8 minutos y 9 minutos es mas grande siendo esta la recomendada porque al tener un área mayor permite más contacto con el agua, por eso facilita la migración de nutrientes al agua

3.2.3.2 Análisis granulométrico diferencial de las mezclas de granos tostados en diferente cantidad con un contenido de 0.75 % de clavo y canela.

En el anexo 7 se recopilan los datos del producto tamizado para cada temperatura y tiempo de tostado de igual manera se presenta el análisis granulométrico por método diferencial .

En las siguientes figuras se observa las curvas del análisis granulométrico de las mezclas para cada condición de tostado, donde se puede diferenciar claramente la división de partículas gruesas y finas en el tamiz Nb 50 de la serie U.S usando las mismas convenciones que en los gráficos del garbanzo.

Figura 24. Gráfico del Análisis granulométrico diferencial de la mezcla de granos de diferente cantidad tostados a 200°C por 8 minutos.

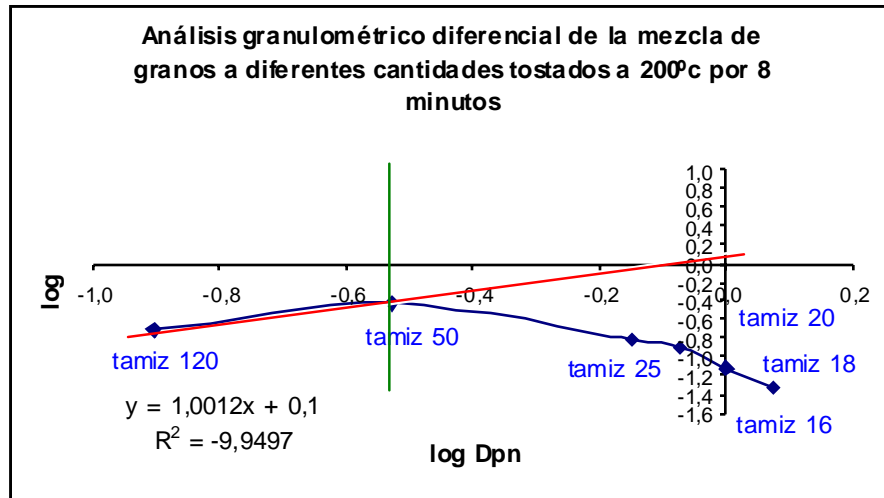
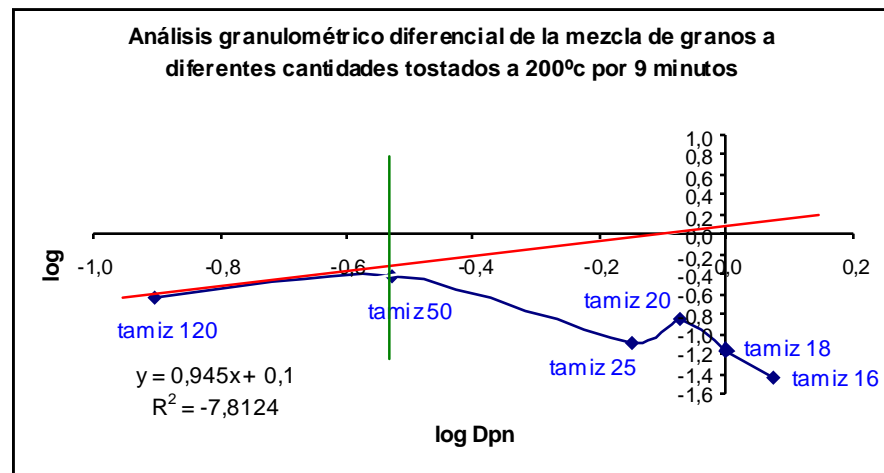


Figura 25. Gráfico del Análisis granulométrico diferencial de la mezcla de granos de diferente cantidad tostados a 200°C por 9 minutos.



En el siguiente cuadro se muestran el área total y el número de partículas obtenido de los cálculos del análisis granulométrico diferencial para la mezcla de harinas a diferente cantidad de granos tostados a distintas condiciones.

Cuadro 31. Área y número de partículas para las mezclas a diferente cantidad de granos tostados a distintas condiciones.

Condiciones de tostado	Área total obtenida (mm ² /Kg)	No de partículas gruesas / Kg	No de partículas finas / Kg	No de partículas total /Kg
200°C y 8 minutos	229	6,384	1632	1638,384
200°C y 9 minutos	129	6,298	874	880,298

Se observa con los cálculos que hay mayor número de partículas finas que de gruesa. El contenido de gruesas es constante en cada proceso, y el número de finas es mayor a 8 minutos que a 9. Las áreas no están tan distanciadas entre los dos tiempos. Se recomendaría la de 200°C a 8 minutos porque al tener un área mayor permite más contacto con el agua, por eso facilita la migración de nutrientes al agua.

3.2.4 Resultados del Análisis Sensorial preliminar con expertos. Como se mencionó en la metodología en el numeral 2.2.3.6, para la evaluación preliminar de las mezclas realizadas para la bebida, se usó el formato de Evaluación Sensorial de Café Tostado. (Análisis Cuantitativo descriptivo. NTC 4883, de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia). Se obtuvo el siguiente cuadro 70 de resultados. (Ver anexo 2)

Cuadro 32. Resultados de la fragancia de la bebida.

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12
Prom	8	8	7,3	6	6	5	3	3	3,8	2	1,8	2
max	8	9	8	6	6	6	3	3	4	3	2	2
min	8	8	7	5	5	4	3	2	3	1	1	2
rango	0	-1	-1	-1	-1	-2	0	-1	-1	-2	-1	0

Cuadro 33. Resultados del aroma de la bebida.

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12
Prom	7	7	8	3	3	3	2	3	4	1,8	1,3	2,3
max	7	8	9	4	3	4	3	4	5	2	2	3
min	6	6	7	2	3	3	1	3	4	1	1	2
rango	-1	-2	-2	-2	0	-1	-2	-1	-1	-1	-1	-1

Cuadro 34. Resultados de la acidez de la bebida

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12
Prom	5	5	7	6	6	5	6	6	5	4	4	4,3
max	6	6	8	7	7	5	6	6	5	5	6	6
min	4	5	6	4	6	4	5	6	4	1	1	2
rango	-2	-1	-2	-3	-1	-1	-1	0	-1	-4	-5	-4

Cuadro 35. Resultados del amargo de la bebida.

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12
Prom	7	8	6,8	7	6	7	7	5	4	4,8	4	3,8
max	8	8	7	8	7	8	8	5	4	5	5	4
min	7	7	6	6	5	7	6	4	4	4	3	3
rango	-1	-1	-1	-2	-2	-1	-2	-1	0	-1	-2	-1

Cuadro 36. Resultados del cuerpo de la bebida.

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12
Prom	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5,8	4,8	4,5
max	5	5	5	6	6	6	6	6	5	6	5	5
min	5	5	5	5	4	4	2	4	4	5	4	4
rango	0	0	0	-1	-2	-2	-4	-2	-1	-1	-1	-1

Cuadro 37. Resultados del sabor residual de la bebida.

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12
Prom	8	9	8,8	7	8	8	9	6	9	8	7	6,8
max	9	9	9	7	8	8	9	7	9	8	7	7
min	7	9	8	7	7	8	9	4	9	8	7	6
rango	-2	0	-1	0	-1	0	0	-3	0	0	0	-1

Cuadro 38. Resultados de la impresión global de la bebida.

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12
Prom	7	6	5,8	5	4	5	4	4	3	1	1,3	1
max	7	7	6	6	5	6	4	5	4	1	2	1
min	7	5	5	4	4	5	3	3	3	1	1	1
rango	0	-2	-1	-2	-1	-1	-1	-2	-1	0	-1	0

En donde se presentaron rangos altos es donde fue más difícil identificar la característica de la muestra. Esto se presentó en la evaluación de la acidez para las muestras 10 , 11 y 12; en la evaluación del cuerpo para la muestra 7 y en el sabor residual de la muestra 8.

Las figuras que se presentan a continuación muestran los promedios obtenidos en las evaluaciones realizadas para cada muestra.

Figura 26. Promedios de la evaluación sensorial de las muestras

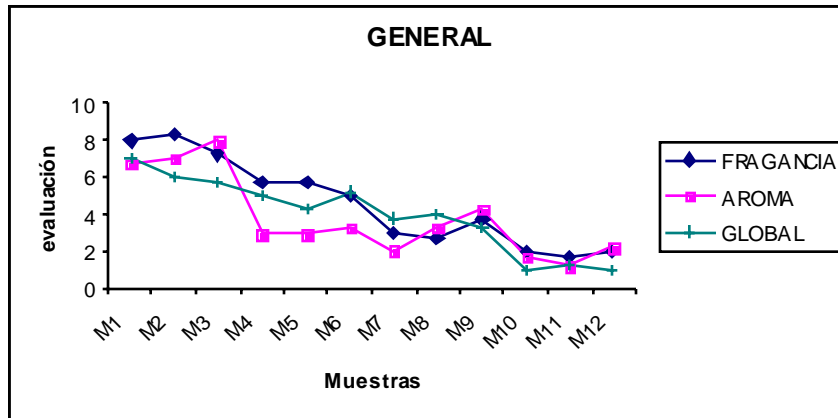
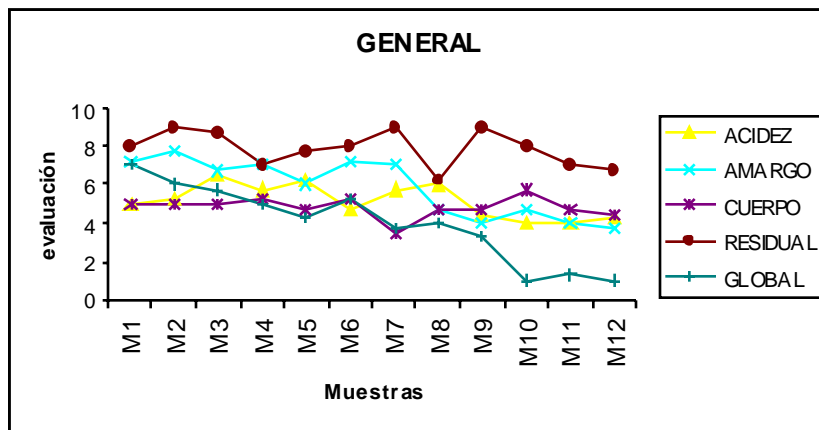


Figura 27. Promedios de la evaluación sensorial de las muestras.



A los datos se les realizó el Análisis de varianza en donde se manejó H_0 = todas las muestras son iguales, y H_1 = al menos 1 muestra es diferente. A continuación se presenta el cuadro con el resultado del Análisis de varianza realizado a cada característica evaluada en las bebidas.

Cuadro 39. Resultado de análisis de varianza

CARACTERISTICA	RESULTADO
Fragancia	si hay diferencia
Aroma	si hay diferencia
Acidez	si hay diferencia
Amargo	si hay diferencia
Cuerpo	no hay diferencia
Sabor Residual	si hay diferencia
impresión Global	si hay diferencia

Como se encontró diferencia entre las muestras, excepto en la característica de cuerpo, se aplicó la prueba de Duncan para establecer cuales muestras son

diferentes. A continuación se presentan los resultados de esta prueba para cada característica. (ver anexo 11)

Cuadro 40. Resultados de la Prueba de Duncan.

CARACTERÍSTICA	MUESTRAS IGUALES
Fragancia	M1 - M2. M4 con M5 y M6. M7 con M8 y M10. M10 con M8-M11 y M12 M10-M11-M12
Aroma	M1 - M2 M4-M5-M6-M8 M4 -M5-M12 M7-M10-M11-M12
Acidez	M1-M2 M1 con M6-M9 M2 con M4-M6-M7 M3 con M5 y M8 M4 con M2-M5-M7-M8 M7-M5 M8 con M3-M4-M5-M7 M9 con M1-M6-M10- M11-M12
Amargo	M1 con M4-M6-M7 M4 con M1-M3-M7 M7 con M1-M3-M4-M6 M8-M10 M12-M9-M11
Sabor Residual	M1 -M5-M6-M10 M2-M3-M7-M9 M4-M11-M12
Impresión Global	M2-M3 M4-M6 M5-M8 M7-M8 M10-M11-M12

Las muestras 3 y 9 son totalmente diferentes respecto a la fragancia porque a pesar de que manejan las mismas condiciones de tostado, la cantidad de las harinas no es la misma, la muestra 3 tiene el mismo contenido de cada una de las harinas, mientras que la muestra 9 tiene mayor contenido de soya.

El cuadro 40 presenta los grupos de muestras que son iguales, sin embargo entre cada grupo hay diferencias por las condiciones de tostado o por la cantidad de cada harina en la mezcla.

M1 y M2 son iguales entre ellas por lo tanto diferentes a las demás, estas muestras fueron tostadas a 200°C durante 8 y 9 minutos respectivamente y además son mezclas de igual cantidad de cada grano y 0.75 % de clavo y

canela. Estas muestras fueron las más agradables al paladar ya que obtuvieron mayor calificación en fragancia, aroma y la impresión global.

Por esto se escoge la temperatura de 200 ° C y los tiempos de 8 y 9 minutos de tostado para la arveja verde y el garbanzo; para la soya hay que mirar un menor tiempo ya que esta presentó un aroma y sabor un poco quemado. La cantidad de granos para la mezcla será igual para la parte experimental del proyecto.

Con esto se puede observar que los tiempos y temperaturas elevados no son recomendables para el desarrollo de la bebida, además las mezclas con mayor cantidad de soya tampoco son recomendables ni agradables al paladar.

A continuación se presenta un cuadro resumen de los resultados obtenidos en esta etapa preexperimental.

Quadro 41. Resumen de los resultados obtenidos en la etapa preexperimental.

GRANO	CONDICIÓN TOSTADO	CANTIDAD EN LA MEZCLA
Garbanzo	200 °C por 8 y 9 min.	igual cantidad
Arveja verde	200 °C por 8 y 9 min.	igual cantidad
Soya	200 °C por un tiempo menor.	igual cantidad

3.3 ETAPA EXPERIMENTAL.

Esta etapa comienza a partir de los resultados obtenidos en la etapa preexperimental. Se efectúan las mediciones de color en los distintos tostados establecidos, el análisis granulométrico de los granos y de las mezclas y por último el análisis sensorial por expertos.

3.3.1 Resultados de la operación de tostado.

Se inicia con el tostado de los granos de garbanzo y arveja verde a 8 y 9 minutos. Además se toma en cuenta la arveja amarilla para conocer si hay diferencias entre estas dos variedades (arveja verde y arveja amarilla) y se ensaya a 7 y 8 minutos a 200 ° C ya que presenta el mismo tamaño, color y comportamiento de la soya al ser tostada por eso se le aplica un tiempo de tostado de 7 minutos con uno de 8 minutos para comparar el comportamiento.

La soya se tuesta a 200 ° C por 5,6 y 7 minutos. Este cambio de temperatura se debe a que el fríjol de soya es un grano que no resiste altas temperaturas por un espacio de tiempo, y como se pudo apreciar en los resultados de la etapa preexperimental (ver numeral 3.2.1.3) los colores del grano de soya tostado a 200° C por 8 y 9 minutos se dan en rangos por fuera de las especificaciones (ver numeral 3.2.3). Al aplicar un menor tiempo se esperan mejoras en los resultados de color de este grano.

A los resultados de color obtenidos en el tostado del garbanzo, de la arveja verde y del frijól de soya se les aplicó el análisis de la *t-Student* en la cual se formulan las siguientes hipótesis nula y alterna respectivamente:

H_0 = No hay diferencia en los colores de los granos a 200 ° C al cambiar el tiempo de tostado.

H_1 = Si hay diferencia en los colores de los granos a 200 ° C al cambiar el tiempo de tostado.

3.3.1.1 Tostado del garbanzo. A continuación se presentan los cuadros con los resultados de la medición de color en el tostado del garbanzo y se realiza el análisis de la *t-Student* y el coeficiente de variación para los resultados obtenidos.

Quadro 42. Color a 200 ° C por 8 y 9 minutos del garbanzo.

$T(MIN)$ $t^{\circ}C$	8	8	8	9	9	9
200	372	299	439	256	285	286

El cuadro presenta los resultados del análisis estadístico de la *t-Student* para los datos de color del garbanzo a 200° C por 8 y 9 minutos.

Quadro 43. Resultados de la *t-Student* para el garbanzo

	8 min	9 min
Media	370	275,6
Varianza	4903	290,33
Observaciones	3	3
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	2	
Estadístico t	2,2672	
$P(T \leq t)$ una cola	0,0757	
Valor crítico de t (una cola)	2,9200	
$P(T \leq t)$ dos colas	0,1515	
Valor crítico de t (dos colas)	4,3026	

El valor crítico de ambas colas se encuentra fuera del t estadístico, por lo tanto se acepta la Hipótesis nula, eso indica que no hay diferencia en los colores de los granos a 200 ° C al cambiar el tiempo de tostado.

Quadro 44. Resultado del porcentaje de coeficiente de variación para el garbanzo

	desviación	promedio	%CV
8 min.	70,02	370	18,92
9 min.	17,039	275,67	6,18

El garbanzo tostado a 8 minutos presenta mayor coeficiente de variación que en el tostado a 9 minutos. Se observa que el color obtenido a 9 minutos es

estable y se aproxima al rango de color del patrón. Por lo tanto se escoge el tostado del garbanzo a 200° C por 9 minutos.

3.3.1.2 **Tostado de la arveja verde.** Se presentan a continuación los cuadros con los resultados de la medición de color en el tostado de la arveja verde y se realiza el análisis de la *t -Student* y el coeficiente de variación para los resultados obtenidos

Cuadro 45. Cobr a 200° C por 8 y 9 minutos de la arveja verde

T (MIN) t °C	8	8	8	9	9	9
200	209	278	227	126	161	158

El siguiente cuadro presenta los resultados de la *t -Student* para la arveja verde.

Cuadro 46. Resultados de la t Student para la arveja verde.

	8 min	9 min
Media	238	148,33
Varianza	1281	376,33
Observaciones	3	3
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	3	
Estadístico t	3,8150	
P(T<=t) una cola	0,0158	
Valor crítico de t (una cola)	2,3533	
P(T<=t) dos colas	0,0317	
Valor crítico de t (dos colas)	3,1824	

El valor crítico de ambas colas se encuentra por dentro del rango del t estadístico por lo tanto se rechaza Ho la cual indica que si hay diferencia en los colores de los granos a 200° C al cambiar el tiempo de tostado.

Cuadro 47. Resultado del porcentaje de coeficiente de variación para la arveja verde.

	desviación	promedio	%CV
8 min.	35,79	238	15,04
9 min.	19,40	148,33	13,08

El color de la arveja verde tostada por 9 minutos es bajo por lo que los granos quedan quemados, por lo tanto ese tiempo no es el adecuado para este grano, mientras que el de 8 minutos presenta un color más cercano al rango patrón por lo que este tiempo puede servir para el tostado adecuado de la arveja verde.

3.3.1.3 **Tostado de la soya.** Se presenta a continuación los cuadros de los resultados de la medición de color y el análisis de la *t-Student* y el coeficiente de varianza para los datos.

Como el frijol de soya es muy sensible a las altas temperaturas, se tomó tiempos de tostado más cortos para poder establecer el tiempo adecuado de tostado.

Cuadro 48. Color a 200° C y distintos tiempos de la soya

T (MIN) t °C	7	6	6	5 1/2	6 1/2	6 1/2
200	140	334	513	375	379	290

Por los datos obtenidos de color se logró establecer un tiempo de 7 minutos para el tostado del frijol de soya, en el cuadro se muestra los resultados de la medición de color.

Cuadro 49. Color a 200° C por 7 minutos de la soya

T (MIN) t °C	7	7	7	7	7	7	7
200	231	240	221	236	238	220	249

Cuadro 50. Resultados de la *t-Student* para la soya

	6 min	7 min
Media	423,5	235,666
Varianza	16020,5	20,333
Observaciones	2	3
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	1	
Estadístico t	2,0978	
P(T<=t) unacola	0,1415	
Valor crítico de t (una cola)	6,313	
P(T<=t) dos colas	0,2831	
Valor crítico de t (dos colas)	12,706	

El valor crítico de ambas colas se encuentra por dentro del t estadístico por lo tanto se acepta Hipótesis nula lo cual indica que no hay diferencia en los colores de los granos a 200° C al cambiar el tiempo de tostado.

Cuadro 51. Resultado del porcentaje de coeficiente de variación para la soya.

	Desviación	promedio	%CV
6 min.	126,57	423,5	29,89
7 min.	4,509249753	235,666667	1,91

El coeficiente de variación es mayor en el color a 6 y el de 7 minutos es menor, por lo tanto el mejor tiempo para el tostado de la soya puede ser el de 7 minutos ya que se busca una uniformidad entre los tratamientos de tostado.

Otra razón para escoger el tiempo de 7 minutos es que el color se acerca más a los rangos de color establecidos (entre 200 y 225).

3.3.1.4 Tostado de la arveja amarilla. Este es el primer ensayo que se realiza con este grano, se toma la misma temperatura de los otros granos para el tostado (200 ° C) y el tiempo del frijol de soya ya que estos granos tienen el mismo color. A continuación se presentan los cuadros del resultado de color en el tostado y el coeficiente de variación entre los datos obtenidos a 7 minutos.

Quadro 52. Color a 200° C por 7 y 8 minutos de la arveja amarilla

T (MIN) t °C	8	8	8	7	7	7	7	7
200	152	128	146	256	291	298	291	364

El cuadro 53, presenta el análisis de la *t-student* aplicado a los tiempos de tostado de la arveja amarilla a 200°C.

Quadro 53. Resultados de la *t-Student* para la arveja amarilla

	7 min	8 mn
Media	300	142
Varianza	1549,5	156
Observaciones	5	3
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	5	
Estadístico t	8,3054	
P(T<=t) una cola	0,0002	
Valor crítico de t (una cola)	2,0150	
P(T<=t) dos colas	0,0004	
Valor crítico de t (dos colas)	2,5706	

El valor crítico de ambas colas se encuentra por fuera del t estadístico, por lo tanto la H_0 se rechaza, eso quiere decir que si hay diferencia en los colores de los granos a 200 ° C al cambiar el tiempo de tostado.

Quadro 54. Resultado del porcentaje de coeficiente de variación para la arveja amarilla.

	Desviación	promedio	%CV
7 min.	39,36	300	13,12
8 min.	14,489	142	8,80

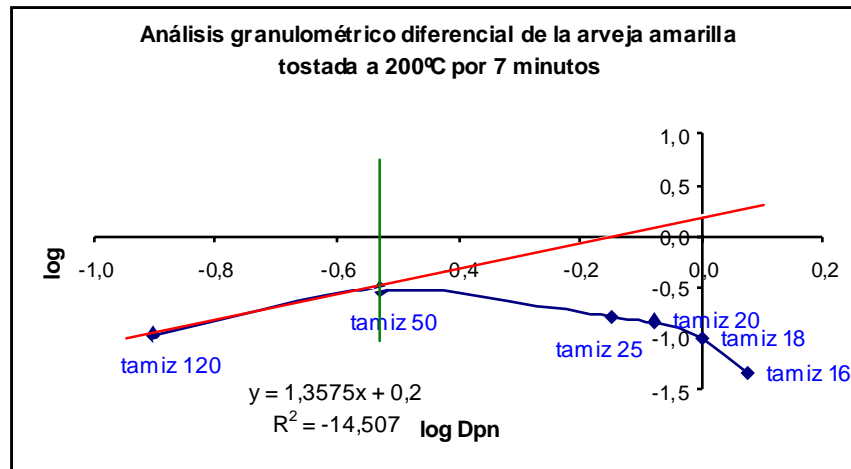
Los datos obtenidos en el tostado de la arveja amarilla a 200 ° C por 8 minutos tiene un CV menor que el de 7 minutos pero de todas maneras no están tan distanciados, sin embargo con el ensayo realizado a 8 minutos se nota que los granos no aguantan altas temperaturas y se queman, por eso los colores se encuentran por debajo de 200. Entonces se escoge el tiempo de 7 minutos para el tostado de la arveja amarilla.

3.3.2 Resultados de la operación de molienda.

3.3.2.1 **Análisis granulométrico diferencial de tamizado de la arveja amarilla.** En el anexo 8 se recopilan los datos de la arveja amarilla tostada a 200°C por 7 minutos tamizado en tamices de la serie U.S No 16, 18, 20, 25, 50,120 y colector, con su respectivo diámetro de partícula y además se presenta los resultados del análisis de tamizado diferencial. El análisis del garbanzo y de la arveja verde se presenta en la etapa preexperimental en el numeral 3.2.2.3 y 3.2.2.4 respectivamente.

A continuación se presentan los gráficos del análisis granulométrico diferencial para la arveja amarilla tostada en las condiciones establecidas. Donde la línea azul muestra el gráfico del comportamiento del tamizado, la línea roja la pendiente de la curva de finas y la línea verde el cambio de partículas gruesas a finas en el tamiz número 50, estas convenciones se manejan para todos los gráficos.

Figura 28 .Gráfico del Análisis granulométrico diferencial de la arveja amarilla tostada a 200°C por 7 minutos.



En el cuadro 55 se presentan los resultados del área y número de partícula de la muestra de arveja amarilla tostada a 200 °C por 7 minutos. Para estos cálculos se usaron los datos obtenidos en el análisis granulométrico diferencial y las pendientes y puntos de corte de los gráficos.

Quadro 55. Área y número de partículas para la arveja amarilla.

Condiciones de tostado	Área total obtenida (mm ² /Kg)	No de partículas gruesas / Kg	No de partículas finas / Kg	No de partículas total /Kg
200°C y 7 minutos	800	5,560	6025	6030,560

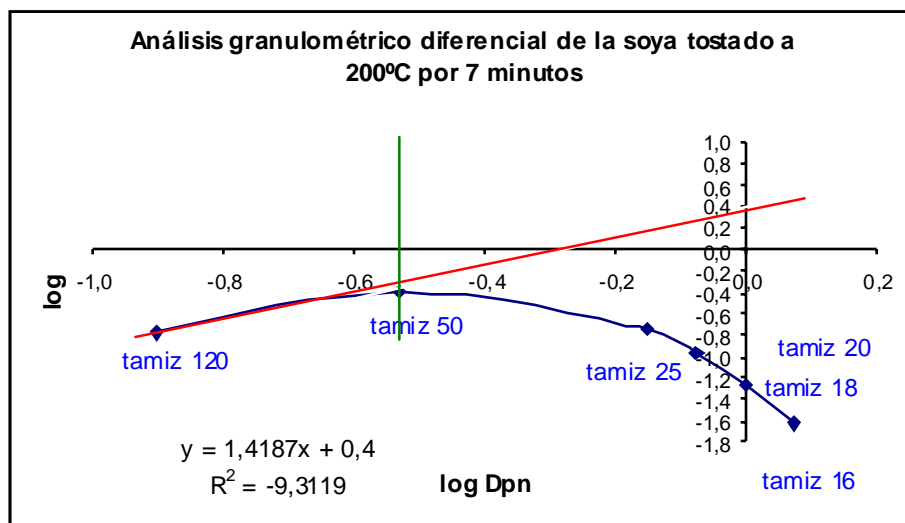
Se puede observar que hay mayor número de partículas finas que de gruesas y que la diferencia es bastante amplia entre ambos. Respecto al área, se puede decir que es un área buena para que el producto tenga buen contacto con el agua.

3.3.2.2 Análisis diferencial de tamizado para la soya.

En el anexo 9 se presentan los datos del tamizado del frijol de soya tostado a 200°C por 7 minutos, además los resultados del análisis granulométrico diferencial

En la figura se presenta el gráfico del análisis granulométrico diferencial del frijol de soya tostado a 200 ° C por 7 minutos donde se puede apreciar al cambio de partículas finas y gruesas en el tamiz No 50 de la serie U.S. se usaron las mismas convenciones que para los gráficos de la arveja amarilla.

Figura 29. Gráfico del análisis granulométrico diferencial de la soya tostado a 200 ° C por 7 minutos



A continuación se presentan los resultados obtenidos del área y números de partículas finas y gruesas del frijol de soya tostado a 200°C por 7 minutos. Para estos cálculos se usaron los datos de los cuadros anteriores y la pendiente y punto de corte del gráfico.

Cuadro 56. Área y número de partículas para la soya tostada a 200°C por 7 minutos

Condiciones de tostado	Área total obtenida (mm ²)	No de partículas gruesas / g	No de partículas finas / g	No de partículas total / g
200°C y 7 minutos	476	9.389	3479	3488

Igual que en los anteriores se puede observar que hay mayor número de partículas finas que de gruesas con una gran diferencia. El área obtenida es

menor que la de la arveja amarilla pero puede establecer la harina un buen contacto con el agua.

3.3 Operación de mezclado.

En esta etapa se realizaron diferentes tipos de mezclas: en las primeras se cambio la arveja, unas mezclas fueron con arveja verde y otras con arveja amarilla; después se mezclaron los granos con diferentes concentraciones de clavo y canela y ya por último las mezclas finales con las cantidades de grano, de clavo y de canela determinadas durante todo el trabajo de experimentación.

3.3.1 **Mezclas realizadas con arveja verde y arveja amarilla.** A continuación se presentan en el cuadro los resultados de color de las mezclas.

Cuadro 57. Color de las mezclas con Arveja verde y Arveja amarilla.

CONDICION DE TOSTADO	GARBANZO (G)	ARVEJA (G)	FRIJOL DE SOYA(G)	CANTIDAD DE CALVO Y CANELA (%)	ARVEJA QUE CONTIENE.	COLOR
200 °C por 8 min	30	30	30	0.75	verde	314
200 °C por 8 min	30	30	30	0.75	verde	278
200 °C por 8 min	30	30	30	0.75	verde	286
200 °C por 9 min	30	30	30	0.75	verde	223
200 °C por 9 min	30	30	30	0.75	verde	276
200 °C por 9 min	30	30	30	0.75	verde	287
200 °C por 8 min	30	30	30	0.75	amarilla	215
200 °C por 8 min	30	30	30	0.75	amarilla	178
200 °C por 8 min	30	30	30	0.75	amarilla	299
200 °C por 9 min	30	30	30	0.75	amarilla	213
200 °C por 9 min	30	30	30	0.75	amarilla	206
200 °C por 9 min	30	30	30	0.75	amarilla	287

Para el análisis de estos resultados se aplica el análisis de varianza de un factor dividiendo las mezclas por tiempo de tostado. Se definen las siguientes hipótesis:

H₀ = no hay diferencia en el color de las muestras con el mismo tiempo de tostado pero utilizando diferente arveja.

H₁ = si hay diferencia en el color de las muestras con el mismo tiempo de tostado pero utilizando diferente arveja.

En los siguientes cuadros se presentan los resultados del análisis de varianza para las distintas mezclas en estudio.

3.1.1 Resultados del análisis de varianza para las mezclas realizadas con arveja verde y con arveja amarilla.

Quadro 58. Resumen de los datos para el análisis de varianza de las mezclas con arveja verde y con arveja amarilla a 200 ° C por 8 minutos de tostado.

RESUMEN				
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Columna 1	3	692	230,666	3844,33
Columna 2	3	878	292,666	357,33

Quadro 59. Resultados del análisis de varianza para las mezclas realizadas con arveja verde y con arveja amarilla a 200 ° C por 8 minutos de tostado.

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	5766	1	5766	2,74	0,173	7,71
Dentro de los grupos	8403,33	4	2100,83			
Total	14169,33	5				

Con el tiempo de 8 minutos de tostado, se acepta H_0 porque el valor crítico para F es mayor a F, por lo tanto se define que no hay diferencia en el color de las muestras con el mismo tiempo de tostado pero utilizando diferente arveja. Esto indica que se puede escoger cualquier tipo de arveja para manejar en la mezcla, sin embargo se va a recurrir al análisis sensorial de las mezclas para definir cual de las dos mezclas es más agradable para el consumidor.

Quadro 60. Resumen de los datos para el análisis de varianza de las mezclas con arveja verde y con arveja amarilla a 200 ° C por 9 minutos de tostado.

RESUMEN				
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Columna 1	3	786	262	1171
Columna 2	3	706	235,33	2014,33

Quadro 61. Resultados del análisis de varianza para las mezclas realizadas con arveja verde y con arveja amarilla a 200 ° C por 9 minutos de tostado.

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	1066,67	1	1066,67	0,67	0,46	7,71
Dentro de los grupos	6370,67	4	1592,67			
Total	7437,33	5				

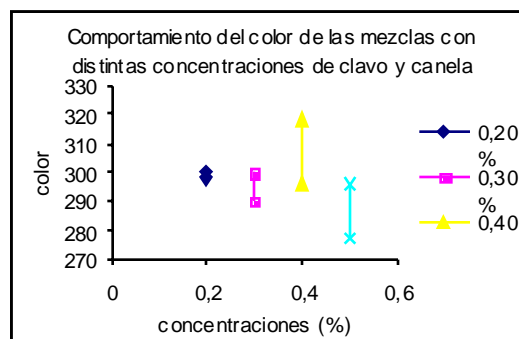
Con el tiempo de 9 minutos de tostado, se acepta H_0 porque el valor crítico para F es mayor a F, por lo tanto se define que no hay diferencia en el color de las muestras con el mismo tiempo de tostado pero utilizando diferente arveja. Este resultado establece que si hay diferencias entre todas las mezclas, por lo que esta herramienta estadística no permite definir cual de las dos arvejas utilizar en la elaboración de la bebida. Para poder obtener un criterio de selección que se acerque más a cumplir con las expectativas del consumidor, se recurre al análisis sensorial de las bebidas por un experto. (ver numeral 3.4.1)

3.3.2 Resultados de las mezclas realizadas con distintas concentraciones de clavo y canela. En la catación de las mezclas anteriores (numeral 3.4.1), los expertos notaron una acentuación en el sabor de la bebida de clavo y canela, por esta razón se decide trabajar mezclas con distintas concentraciones que van desde 0.2 % hasta el 0.5 %. El cuadro muestra los colores obtenidos en cada mezcla.

Quadro 62. Color de las mezclas de distintas concentraciones de clavo y canela

GARBANZO(G)	ARVEJA AMARILLA (G)	SOYA(G)	CONTENIDODE CLAVO Y CANELA(%)	COLOR
15	15	15	02	300
15	15	15	02	298
15	15	15	03	290
15	15	15	03	300
15	15	15	04	318
15	15	15	04	296
15	15	15	05	277
15	15	15	05	296

Figura 30. Comportamiento del color de las mezclas con distintas concentraciones de clavo y canela.



La figura muestra que en las mezclas de 0.4 % y 0.5 % hay un gran aumento de color, en cambio las muestras con 0.2 % y 0.3 % tiene colores muy similares. Este análisis gráfico no permite definir la mejor concentración de clavo y canela para la bebida caliente, por esto se realiza una evaluación sensorial con expertos. (Véase en el numeral 3.4.2)

3.3.3 Análisis de tamizado diferencial de las mezclas realizadas con Arveja verde.

En el anexo 10 se recopilan los datos del producto tamizado en tamices de la serie U.S Nb 16, 18, 20, 25, 50,120 y colector, con su respectivo diámetro de partícula para la temperatura y tiempo de tostado seleccionado (200 °C por 8 minutos) además se presentan los resultados del análisis de tamizado diferencial .

A continuación se presentan los gráficos del análisis granulométrico diferencial para las mezclas de granos la condición de tostado establecida.

Figura 31. Gráfico del análisis granulométrico diferencial para las mezclas de granos con arveja verde tostados a 200 °C por 8 minutos.

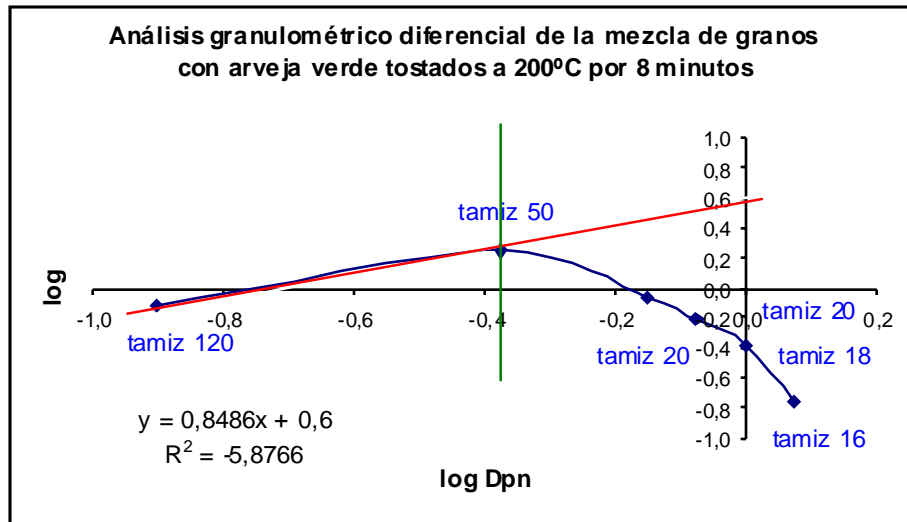
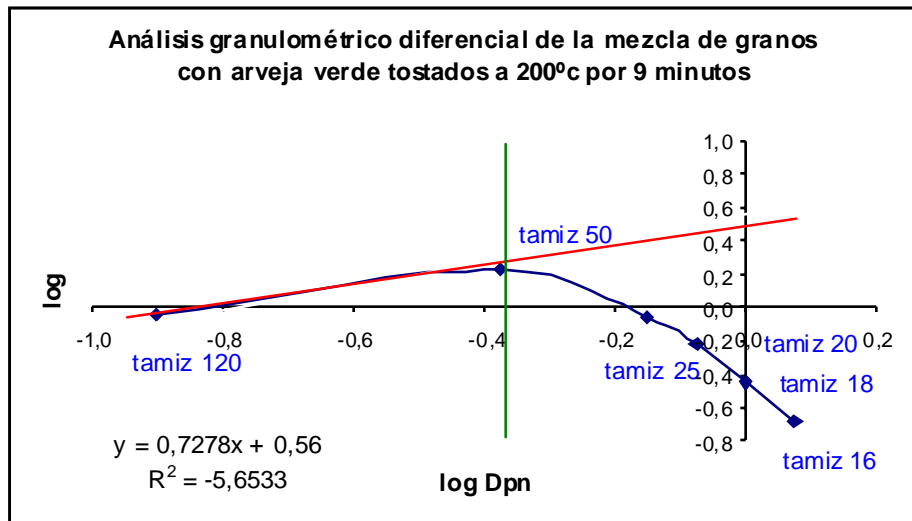


Figura 32. Gráfico del análisis granulométrico diferencial para las mezclas de granos con arveja verde tostados a 200 °C por 9 minutos.



En el cuadro 63 se presentan los resultados del área y número de partícula de la mezclas de granos con arveja verde.

Quadro 63. Área y número de partículas para las mezclas de granos con arveja verde tostados a distintas condiciones.

Condiciones de tostado	Área total obtenida (mm ² /Kg)	No de partículas gruesas / Kg	No de partículas finas / Kg	No de partículas total /Kg
200°C y 8 minutos	93	5,091	607	612,091
200°C y 9 minutos	80	5,010	513	518

Se puede observar que hay mayor número de partículas finas que de gruesas y que la diferencia es bastante amplia entre ambos. Respecto al área, se puede decir que es pequeña comparada con los otros resultados de las áreas entonces puede ser que no haya buena migración de nutrientes.

3.3.2.4 Análisis diferencial de tamizado para las mezclas realizadas con Arveja amarilla.

En el anexo 11 se recopilan los datos del tamizado de las mezclas de granos a la condición de tostado establecida y además se presentan los resultados del análisis de tamizado diferencial.

En la siguiente figura se presentan los gráficos del análisis granulométrico diferencial para las mezclas de granos a distintas condiciones de tostado con arveja amarilla, donde se puede apreciar el cambio de partículas gruesas y finas en el tamiz No 50. se tomaron las mismas convenciones que en los gráficos de la arveja amarilla.

Figura 33. Gráfico del análisis granulométrico diferencial para las mezclas de granos con arveja amarilla tostados a 200 °C por 8 minutos.

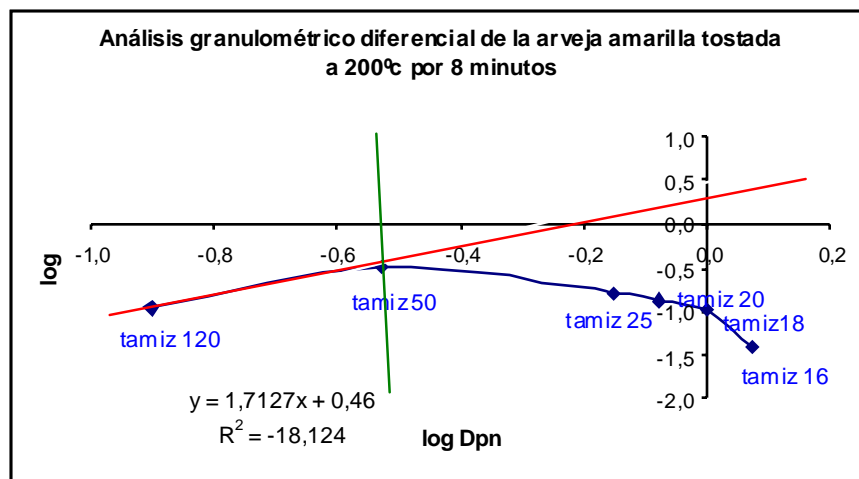
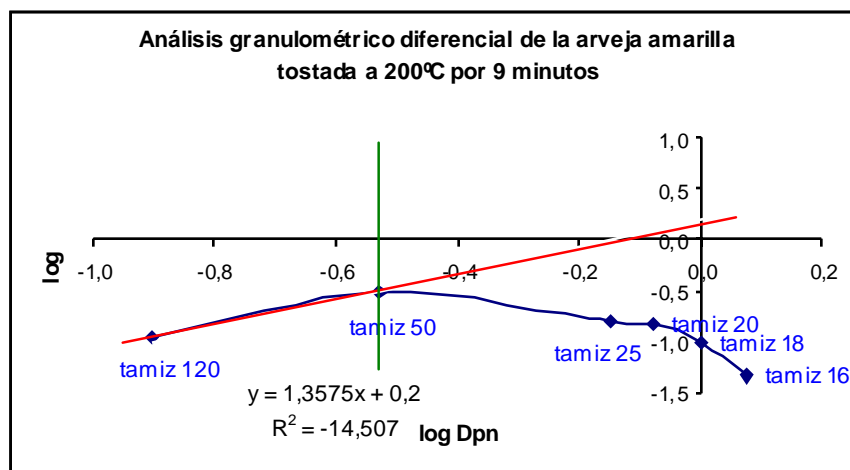


Figura 34. Gráfico del análisis granulométrico diferencial para las mezclas de granos con arveja amarilla tostados a 200 °C por 9 minutos.



En el cuadro 64 se presentan los resultados del área y número de partícula e la mezclas de granos con arveja amarilla tostados a distintas condiciones. Para estos cálculos se utilizaron los datos del análisis granulométrico diferencial y la pendiente y punto de corte de los gráficos de cada mezcla.

Quadro 64. Área y número de partículas para las mezclas de granos con arveja amarilla tostados a distintas condiciones.

Condiciones de tostado	Área total obtenida (mm ² /Kg)	No de partículas gruesas / Kg	No de partículas finas / Kg	No de partículas total /Kg
200°C y 8 minutos	107	5.931	706	711
200°C y 9 minutos	74	5.986	450	455

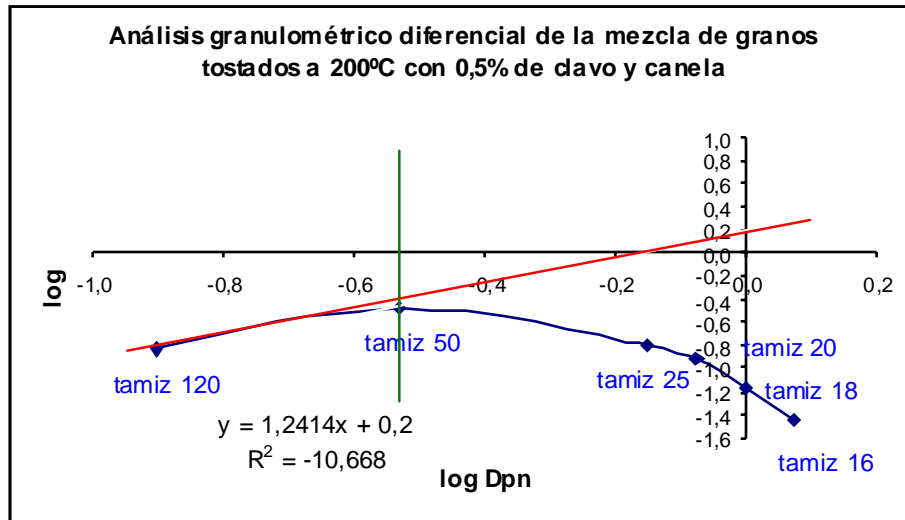
Se puede observar que hay mayor número de partículas finas que de gruesas y que la diferencia es bastante amplia entre ambos y si comparamos con las mezclas con arveja verde, las mezclas con arveja amarilla presentan mayor área y el número de partículas gruesas y finas muy similar. El área obtenida con un tostado de 200°C por 8 minutos es mayor por lo que se puede decir que es la mejor porque las partículas de la harina tendrán un mejor contacto con el agua en el momento de la preparación de la bebida.

3.3.2.5 Resultados del análisis diferencial para las mezclas realizadas con distintas cantidades de clavo y canela.

Los datos del tamizado de las mezclas realizadas con contenido de clavo y canela del 0.5 % del total de la mezcla y el análisis granulométrico por método diferencial a los datos de tamizado se presentan en el anexo No 10.

En la figura se muestra la curva de la mezcla tamizada. Se manejan las mismas convenciones que en los gráficos de la arveja amarilla.

Figura 35. Gráfico del análisis granulométrico diferencial de la mezcla de granos tostados a 200°C con 0.5% de clavo y canela.



En el cuadro se presentan los resultados del área y números de partícula de las mezclas con 0.5% de clavo y canela. Para estos cálculos se utiliza la información del análisis granulométrico diferencial y de la pendiente y punto de corte de los gráficos para cada condición.

Quadro 65. Área y número de partículas para las mezclas con 0.5% de clavo y canela

Cantidad de clavo y canela	Área total obtenida (mm ² /Kg)	No de partículas gruesas / Kg	No de partículas finas / Kg	No de partículas total /Kg
0.5%	194	5,825	1367	1372,825

Se puede observar que hay mayor número de partículas finas que de gruesas y el área obtenida no es mayor como en otras pero se espera que haya una buena migración de nutrientes en la preparación de la bebida.

3.3.4 Resultados del Índice de mezclado para la harina final. El grado de uniformidad está dado por el Índice de mezclado que indica el criterio de equilibrio de los componentes de la mezcla, que depende a su vez del tipo de mezcladora. El control de esta etapa consiste en muestrear el material y analizar las muestras.

A medida que el tiempo de operación transcurre la mezcla se volverá más ordenada al azar y después de un tiempo el estado aleatorio se alcanza, lo que significa que el producto está bien mezclado.

A continuación se presentan los resultados del índice de mezclado de las harinas. La metodología de este proceso se explica en el numeral 2.2.5.3 y para los cálculos ver el anexo 11 .

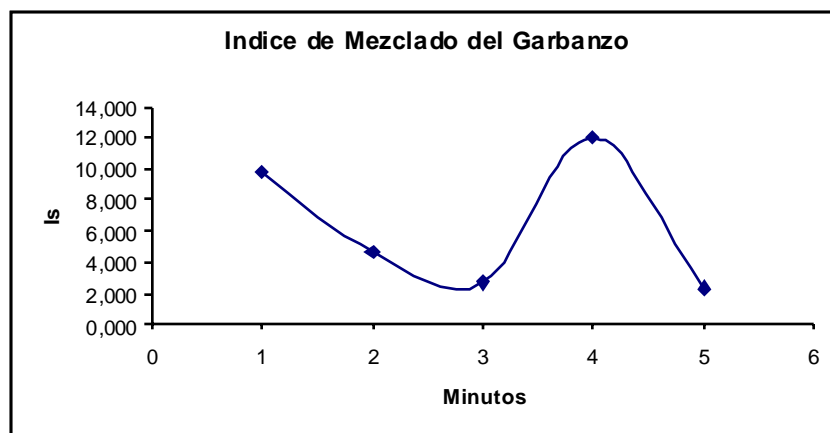
Quadro 66. Datos para el cálculo del índice de mezclado del garbanzo

tiempo (min)	P muestra (g)	P trazador (g)
1	11,4196	1,256
2	11,7032	1,1925
3	19,537	1,9098
4	8,5875	0,9398
5	16,433	1,9444

Quadro 67. Resultados del Índice de Mezclado del Garbanzo

X_i	X_{prom}	$(X_i - X_{prom})$	$(X_i - X_{prom})^2$	S	σ_e	I_s
0,1099	0,10728	0,00262	$6,864 \times 10^{-6}$	0,00131	0,01275	9,733
0,1018	0,10728	-0,00548	$3,003 \times 10^{-6}$	0,00274	0,01275	4,653
0,0977	0,10728	-0,00958	$9,178 \times 10^{-6}$	0,00479	0,01275	2,662
0,1094	0,10728	0,00212	$4,494 \times 10^{-6}$	0,00106	0,01275	12,028
0,1183	0,10728	0,01102	$1,214 \times 10^{-4}$	0,00551	0,01275	2,314

Figura 36. Gráfico del Índice de Mezclado del Garbanzo.



El valor máximo de mezclado se encuentra en el tiempo de 4 minutos con un I_s de 12.028, y al declinar la gráfica en el tiempo de 5 minutos se establece que la mezcla ya llegó a su homogeneidad que es la que viene a establecer el tiempo de mezcla. Las fracciones del trazador (X_i) se encuentran por dentro de la desviación estándar de las muestras exceptuando la fracción del tiempo 3, esto nos indica que la mezcla si es homogénea.

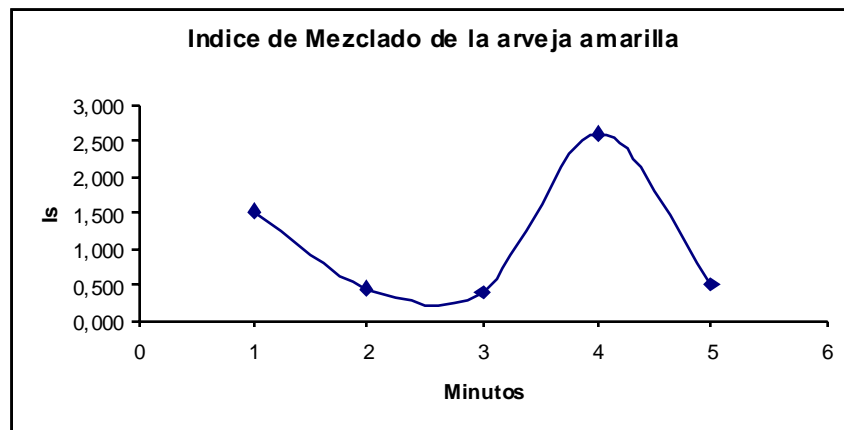
Cuadro 68. Datos para el cálculo del índice de mezclado de la Arveja Amarilla.

Tiempo (min)	P muestra (g)	P trazador (g)
1	13,2718	1,6448
2	15,951	2,5962
3	16,4942	2,823
4	13,824	1,6195
5	15,561	2,4538

Cuadro 69. Resultados del Índice de Mezclado de la Arveja Amarilla.

X_i	X_{prom}	$(X_i - X_{prom})$	$(X_i - X_{prom})^2$	S	σ_e	I_s
0,1239	0,10728	0,01662	0,00028	0,00831	0,01275	1,534
0,1628	0,10728	0,05552	0,00308	0,02776	0,01275	0,459
0,1711	0,10728	0,06382	0,00407	0,03191	0,01275	0,400
0,1171	0,10728	0,00982	0,00010	0,00491	0,01275	2,597
0,1577	0,10728	0,05042	0,00254	0,02521	0,01275	0,506

Figura 37. Gráfico del Índice de Mezclado de la Arveja Amarilla.



El valor máximo de mezclado se encuentra en el tiempo de 4 minutos, igual que en el garbanzo con un I_s de 2.597 y al declinar la gráfica en el tiempo de 5 minutos se establece que la mezcla ya llegó a su homogeneidad que es la que viene a establecer el tiempo de mezcla. Las fracciones del trazador (X_i) se encuentran por dentro de la desviación estándar de las muestras lo que indica que la mezcla si es homogénea.

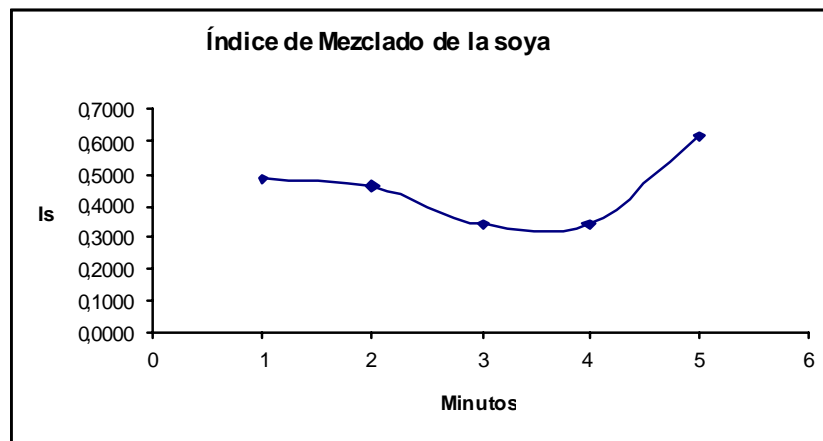
Cuadro 70. Datos para el cálculo del índice de mezclado del Frijol de soya.

Tiempo (min)	P muestra (g)	P trazador (g)
1	18,8316	3,02
2	17,7051	2,8931
3	14,9192	2,7323
4	11,055	2,0211
5	10,1061	1,5012

Quadro 71. Resultados del Índice de Mezclado del Frjol de soya.

X_i	X_{prom}	$(X_i - X_{prom})$	$(X_i - X_{prom})^2$	S	σ_e	I_s
0,1603	0,10728	0,05302	0,0028	0,02651	0,01275	0,4810
0,1634	0,10728	0,05612	0,0031	0,02806	0,01275	0,4544
0,1831	0,10728	0,07582	0,0057	0,03791	0,01275	0,3363
0,1828	0,10728	0,07552	0,0057	0,03776	0,01275	0,3377
0,1485	0,10728	0,04122	0,0017	0,02061	0,01275	0,6186

Figura 38. Gráfico del Índice de Mezclado de la soya.



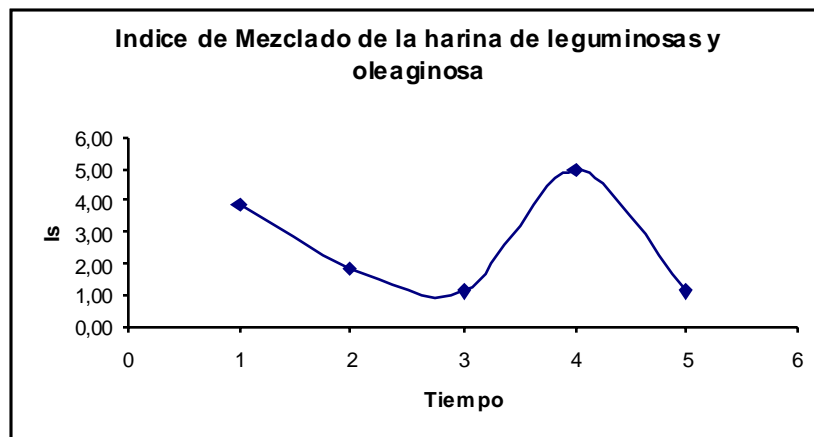
El índice de mezclado de la soya alcanza su valor máximo de mezclado en el tiempo de 5 minutos con un I_s de 0.6186, al no presentar la gráfica declinación después de este punto se puede decir que la mezcla no alcanzó su homogeneidad.

Quadro 72. Resultados del Índice de Mezclado para la harina de leguminosas y oleaginosas.

Tiempo	I_s
1	3,916
2	1,856
3	1,133
4	4,988
5	1,146

Este índice de la mezcla de harinas de leguminosa y oleaginosas se halló por el promedio del índice de cada uno de los granos (ver metodología en el numeral 2.2.5.3)

Figura 39. Gráfico del Índice de Mezclado para la harina de leguminosas y oleaginosa.



Esta gráfica muestra el mismo comportamiento de los gráficos de índice de mezclado de la arveja amarilla y del garbanzo, donde se alcanza el mayor valor de mezclado en el tiempo 4 minutos y una declinación hasta el tiempo 5.

3.4 Análisis sensorial con jueces entrenados. Como se mencionó en la metodología, para la evaluación sensorial de las mezclas realizadas para la bebida en esta experimental, se usó el formato de Evaluación Sensorial de Café Tostado. Análisis Cuantitativo descriptivo. NTC 4883, de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Se obtuvo el siguiente resultado

3.4.1 Resultado de la evaluación sensorial para las mezclas con arveja verde y con arveja amarilla (ver anexo 14):

Cuadro 73. Resultados de la fragancia de la bebida.

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12
Prom	7	6	7	6	6	5	5	8	6	6,8	6	6
max	7	7	7	7	6	5	6	9	6	7	7	6
min	7	6	7	5	5	5	5	8	5	6	5	6
rango	0	-1	0	-2	-1	0	-1	-1	-1	-1	-2	0

Cuadro 74. Resultados del aroma de la bebida.

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12
Prom	5	5	6	3	3	3	6	7	5	6	5	6
max	5	5	7	3	3	4	6	8	6	7	5	7
min	4	5	6	3	3	2	5	6	4	5	5	5
rango	-1	0	-1	0	0	-2	-1	-2	-2	-2	0	-2

Cuadro 75. Resultados de la acidez de la bebida

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12
Prom	5	6	6	6	6	6	6	6	5	5,8	5,5	5,3
max	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
min	5	5	5	6	5	5	5	6	5	5	5	5
rango	-1	-1	-1	0	-1	-1	-1	0	-1	-1	-1	-1

Cuadro 76. Resultados del amargo de la bebida.

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12
Prom	7	6	7	7	6	7	5	5	6	7,3	6	6,3
max	7	6	8	7	7	8	6	6	6	8	6	7
min	6	5	6	7	3	6	4	4	6	7	6	6
rango	-1	-1	-2	0	-4	-2	-2	-2	0	-1	0	-1

Cuadro 77. Resultados del cuerpo de la bebida.

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12
Prom	1	1	1	2	3	2	7	7	8	8,3	8,8	8,3
max	2	1	2	2	3	3	7	8	9	9	9	9
min	1	1	1	1	3	2	7	7	8	8	8	8
rango	-1	0	-1	-1	0	-1	0	-1	-1	-1	-1	-1

Cuadro 78. Resultados del sabor residual de la bebida.

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12
Prom	8	9	9	7	8	8	6	3	4	6	3,8	4,8
max	9	9	9	8	8	8	7	4	4	7	4	5
min	8	9	8	7	7	7	5	2	4	5	3	4
rango	-1	0	-1	-1	-1	-1	-2	-2	0	-2	-1	-1

Cuadro 79. Resultados de la impresión global de la bebida.

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12
Prom	4	5	5	5	4	5	8	8	9	6,8	8,3	8
max	4	6	5	6	4	5	9	9	9	7	9	9
min	3	5	4	4	4	4	7	7	8	6	8	7
rango	-1	-1	-1	-2	0	-1	-2	-2	-1	-1	-1	-2

El rango de la muestra 5 en la evaluación del amargo es el mayor, esto se presentó porque los jueces no percibieron claramente esta característica.

Las siguientes figuras muestran los promedios de las características evaluadas para cada una de las muestras.

Figura 40. Promedios de la evaluación sensorial de las muestras con arveja verde y arveja amarilla

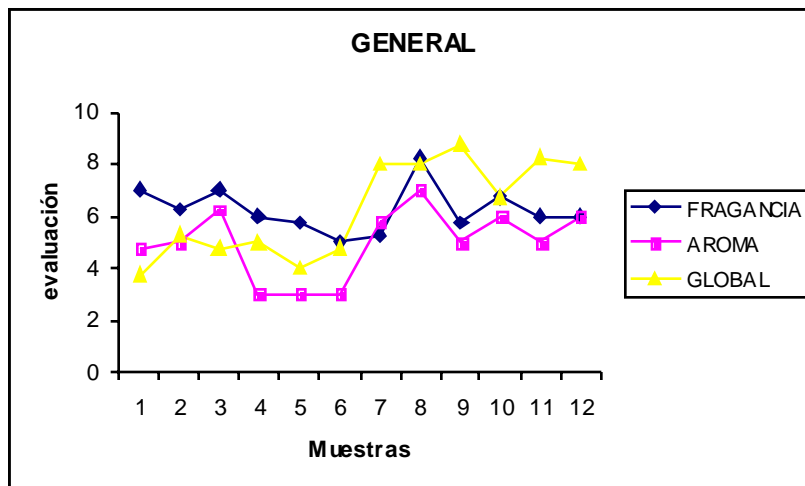
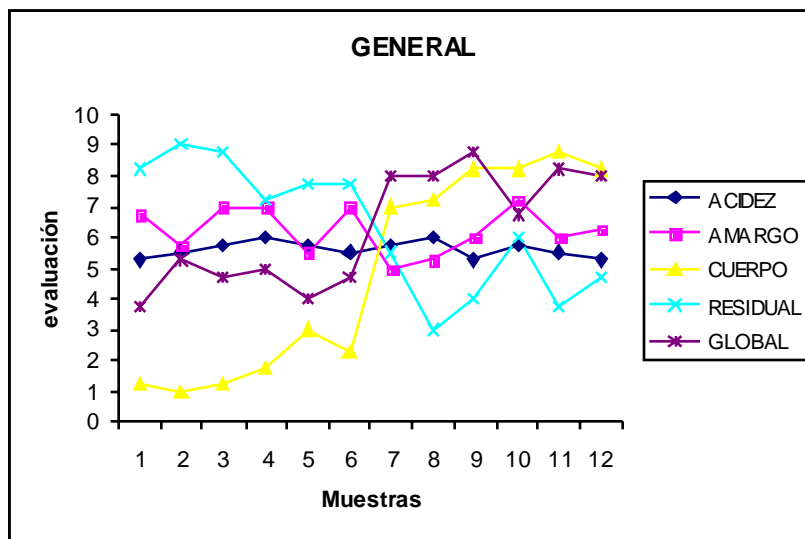


Figura 41. Promedios de la evaluación sensorial de las muestras con arveja verde y arveja amarilla



A los datos de las muestras se les aplicó el Análisis de varianza para determinar si hay diferencias entre ellas se usaron la mismas hipótesis que para la evaluación sensorial preliminar (ver numeral 3.2.4). El siguiente cuadro muestra los resultados de este análisis.

Cuadro 80. Resultados del Análisis de varianza para las muestra con arveja verde y arveja amarilla.

CARACTERÍSTICA	RESULTADO
Fragancia	si hay diferencia
Aroma	si hay diferencia
Acidez	no hay diferencia
Amargo	si hay diferencia
Cuerpo	si hay diferencia
Sabor Residual	si hay diferencia
impresión Global	si hay diferencia

Como se presentó diferencia en todas las características menos en acidez, se aplicó la Prueba de Duncan para determinar cuales son las muestras diferentes. En el siguiente cuadro se muestran los resultados de esta prueba (ver anexo).

Cuadro 81. Resultados de la prueba Duncan para las muestras con arveja verde y arveja amarilla.

CARACTERÍSTICA	MUESTRAS IGUALES
Fragancia	M1-M3 M2-M12 M4 con M5-M9-M11-M12 M9 con M4-M5-M11 M12 con M2-M4-M11
Aroma	M1 -M2-M9-M11 M3 con M10-M12 M4-M5-M6 M12-M3-M7-M10
Amargo	M1 con M3-M4-M6 M2 con M5-M9-M12 M3 con M1-M4-M6-M10 M5 con M2-M3 M7-M8 M8 con M5-M7 M9 con M2-M11-M12 M10 con M3-M4-M6
Cuerpo	M1-M3 M9-M10-M12
Sabor Residual	M2-M3 M5-M6 M9-M11
impresión Global	M1-M5 M2-M4 M3 con M4-M6 M7 -M8-M11-M12

En cada característica se encuentran muestras totalmente diferentes y entre los grupos de muestras iguales también hay diferencias. Las principales diferencias se aprecian en el cuerpo, el sabor residual y la impresión global; donde las muestras con arveja amarilla presentaron mayores calificaciones comparadas con las muestras de arveja verde.

El cuerpo es una característica muy importante en este tipo de bebidas por esta razón se escoge desarrollar la bebida caliente con arveja amarilla. Se notó un acentuado sabor y aroma de clavo y canela, por eso se decide bajar el contenido de estas en la mezcla. Como se estaba usando el 0.75 % de clavo y canela sobre el total de la mezcla, se decide utilizar del 0.2 % al 0.5 % de contenido de clavo y canela sobre el total de las mezclas.

3.4.2 Resultado de la evaluación sensorial para las mezclas con diferentes contenidos de clavo y canela. (ver anexo 15)

Cuadro 82. Resultados de la fragancia de la bebida.

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
Prom	5	5	6	5	6	7	7	8
max	5	5	7	5	6	7	7	8
min	4	5	5	5	6	6	7	7
rango	-1	0	-2	0	0	-1	0	-1

Cuadro 83. Resultados del aroma de la bebida.

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
Prom	5	4	6	4	4	4	5	7
max	5	4	6	6	4	4	6	8
min	4	4	5	3	3	3	3	6
rango	-1	0	-1	-3	-1	-1	-3	-2

Cuadro 84. Resultados de la acidez de la bebida

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
Prom	6	4	6	3	5	4	5	7
max	7	4	7	3	6	6	6	8
min	5	4	6	3	4	3	3	7
rango	-2	0	-1	0	-2	-3	-3	-1

Cuadro 85. Resultados del amargo de la bebida.

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
Prom	5	5	6	6	6	6	6	6
max	6	5	6	6	6	8	6	6
min	4	5	6	6	6	5	6	5
rango	-2	0	0	0	0	-3	0	-1

Cuadro 86. Resultados del cuerpo de la bebida.

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
Prom	7	7	7	7	7	8	8	7
max	8	7	7	7	8	8	8	8
min	6	7	7	6	6	8	6	6
rango	-2	0	0	-1	-2	0	-2	-2

Cuadro 87. Resultados del sabor residual de la bebida.

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
Prom	5	4	5	5	5	6	6	4
max	5	4	5	5	6	6	8	6
min	5	4	5	5	5	5	4	3
rango	0	0	0	0	-1	-1	-4	-3

Cuadro 88. Resultados de la impresión global de la bebida.

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
Prom	7	6	7	7	7	8	7	8
max	7	7	7	7	8	8	8	8
min	6	6	7	7	7	7	4	8
rango	-1	-1	0	0	-1	-1	-4	0

El rango mas elevados son los de la muestra 7 en el sabor residual y la impresión global de la bebida. Esto se debe a que la característica de evaluación no fue bien identificada por los jueces.

Las siguientes figuras muestran los promedios de las características evaluadas para cada una de las muestras.

Figura 42. Promedios de las muestras con distintas concentraciones de clavo y canela.

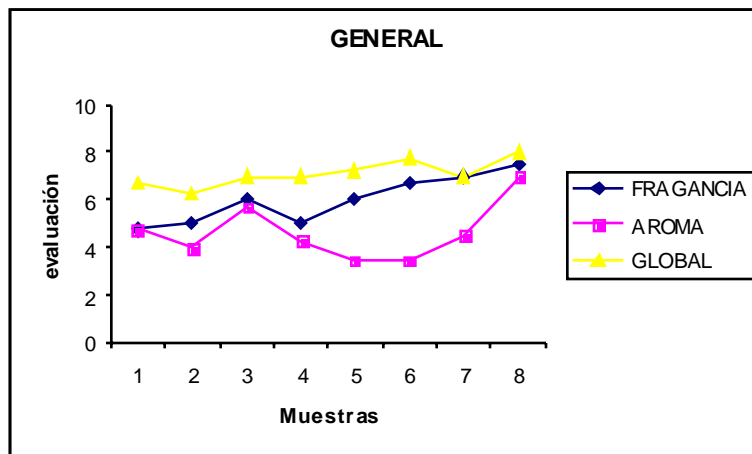
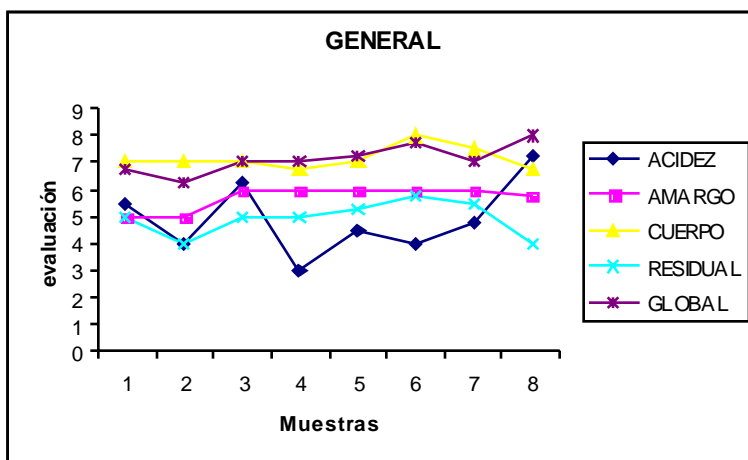


Figura 43. Promedios de las muestras con distintas concentraciones de clavo y canela.



A los datos de las muestras se les aplicó el Análisis de varianza para determinar si hay diferencias entre ellas se usaron la mismas hipótesis que para la evaluación sensorial preliminar (ver numeral 3.2.4). El siguiente cuadro muestra los resultados de este análisis.

Cuadro 89. Resultados del Análisis de varianza para las muestra con distintas concentraciones de clavo y canela.

CARACTERÍSTICA	RESULTADO
Fragancia	si hay diferencia
Aroma	si hay diferencia
Acidez	si hay diferencia
Amargo	no hay diferencia
Querpo	no hay diferencia
Sabor Residual	no hay diferencia
impresión Global	no hay diferencia

Como se presentó diferencia en todas las características menos en acidez, se aplicó la Prueba de Duncan para determinar cuales son las muestras diferentes. En el siguiente cuadro se muestran los resultados de esta prueba (ver anexo 15).

Cuadro 90. Resultados de la prueba Duncan para las muestras con distintas concentraciones de clavo y canela.

CARACTERÍSTICA	MUESTRAS IGUALES
Fragancia	M2-M4 M3-M5
Aroma	M1-M7 M2-M4 M4 con M2-M7 M5-M6 M7 con M1-M4
Acidez	M2-M6 M5-M7

Se encuentra que los resultados de la evaluación de las características de las bebidas con distintas concentraciones de clavo y canela no fueron bien definidas porque pudo presentarse que las distintas concentraciones de clavo y canela no tuvieran diferencias notorias entre ellas y por lo tanto los jueces no las identificaron completamente. De todas maneras si hay diferencias en la fragancia, el aroma y la acidez de las bebidas.

Se escogió la muestra 8 (0.5% de clavo y canela) porque presentó la mayor evaluación en fragancia, aroma y en su impresión global.

3.5 Características de la harina seleccionada. Después de haber realizado estas dos etapas experimentales se definen las condiciones de proceso y formulación de la bebida caliente. Las cuales se resumen en el siguiente cuadro.

Quadro 91. Características finales del proceso de obtención de la harina seleccionada por los expertos para la bebida caliente

Materia prima	Proceso	Condiciones	Cantidad (%)
Garbarzo	Tostad.	200 ° C por 9 minutos	33.33
	Molienda	Media	
	Mezclado		
Frijol de soya	Tostado	200 ° C por 7 minutos	33.33
	Molienda	Media	
	Mezclado		
Arveja amarilla	Tostado	200 ° C por 7 minutos	33.33
	Molienda	Media	
	Mezclado		
Clavo y canela	Tostado	A fuego alto hasta obtener el color deseado	50 clavo 50 canela
	Molienda		
	Mezclado	Fina	0.5% del 100% de la mezcla
Harina de granos tostados y molidos		Cdor : 235	

3.6 Análisis sensorial con jueces no entrenados. Se realizó el análisis sensorial con 110 consumidores de la ciudad de Bogotá, hombres y mujeres mayores de 18 años. A los datos se les aplicó el tratamiento estadístico del Chi-cuadrado y se evaluó el porcentaje de las frecuencias para cada característica de la bebida y así determinar el porcentaje de aceptación del nuevo producto. Para aceptar el producto se tomará como referencia la suma de los porcentajes de las escalas 6, 7, 8 y 9 (me gusta y me gusta muchísimo) que debe ser mayor al 60 %.

A continuación se presentan los cuadros de los resultados del análisis sensorial de la bebida caliente con los consumidores.

▪ **Color de la Bebida.**

El cuadro 92 resume los resultados obtenidos en la evaluación sensorial de la bebida realizada por consumidores de la ciudad de Bogotá.

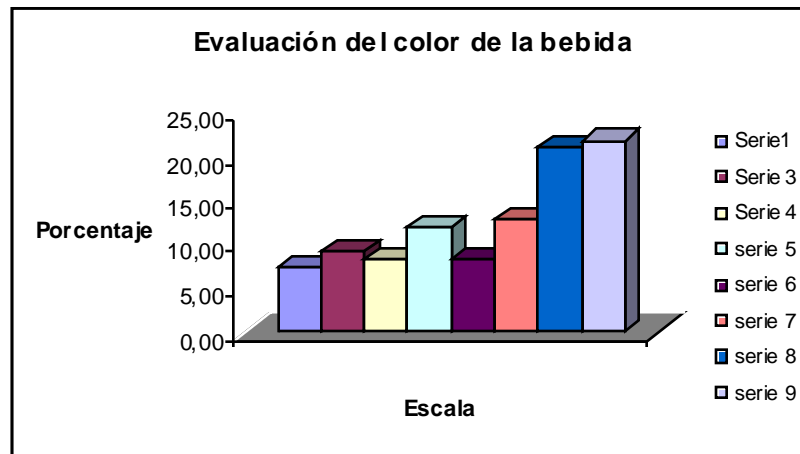
Cuadro 92. Resultados de la evaluación del color de la bebida.

Escaa	Frecuencia	%
1	1	0,91
3	1	0,91
4	6	5,45
5	20	18,18
6	12	10,91
7	20	18,18
8	27	24,55
9	23	20,91
Total	110	100

En la evaluación del color de la bebida se obtuvo que la mayor concentración de respuesta se dio entre 6, 7,8 y 9 con un 74.55 % lo que indica que el color de la bebida le agrado al consumidor encuestado.

La figura 44 muestra gráficamente los resultados obtenidos de la evaluación de color de la bebida caliente.

Figura 44. Evaluación del color de la bebida



▪ **Aroma de la bebida.**

El cuadro 93 muestra los resultados de lo que piensa el consumidor del aroma de la nueva bebida.

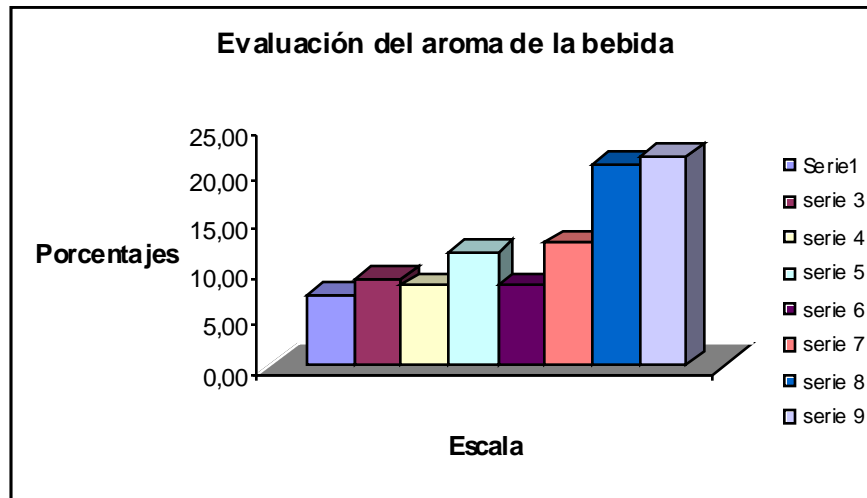
Cuadro 93. Resultados de la evaluación del aroma de la bebida.

Escala	Frecuencia	%
1	8	7,27
3	10	9,09
4	9	8,18
5	13	11,82
6	9	8,18
7	14	12,73
8	23	20,91
9	24	21,82
Total	110	100

- En la evaluación del aroma de la bebida se encuentran muchos picos ya que los datos se encuentran concentrados en distintas partes de la escala, pero el 63.64 % (que es la suma de la escala 6 a 9) de la población le agradó el aroma

En la figura 45 se muestran gráficamente los resultados obtenidos.

Figura 45. Evaluación del aroma de la bebida.



- **Sabor de la bebida.**

En el siguiente cuadro se presentan los resultados de la evaluación del sabor de la nueva bebida.

Cuadro 94. Resultados de la evaluación del sabor de la bebida.

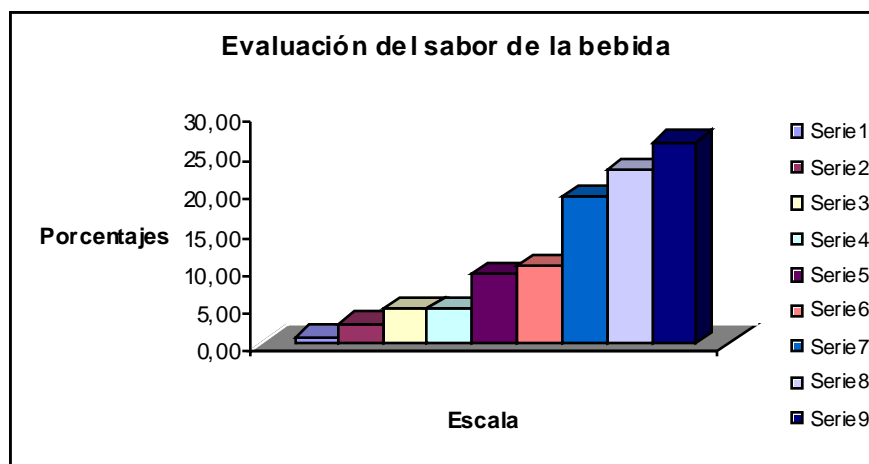
Escala	Frecuencia	%
1	1	0,91
2	3	2,73
3	5	4,55
4	5	4,55
5	10	9,09
6	11	10,00

7	21	19,09
8	25	22,73
9	29	26,36
Total	110	100

El 78.18 % de la población encuestada le agradó el sabor de la bebida. Este porcentaje muestra que el producto cumple con las expectativas del consumidor.

La figura 46, muestra los resultados obtenidos gráficamente de la impresión del sabor de la bebida.

Figura 46. Evaluación del sabor de la bebida



▪ Impresión general de la bebida.

El cuadro 95 presenta los resultados obtenidos sobre la impresión general que tiene el consumidor sobre la nueva bebida, es muy importante porque así se sabe con más certeza la aceptación de esta nueva bebida.

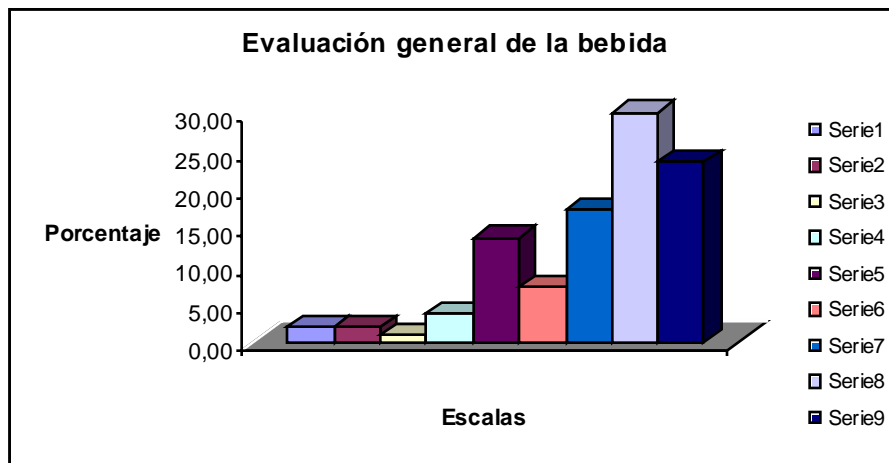
Cuadro 95. Resultados de la evaluación de la impresión general de la bebida

Escala	Frecuencia	%
1	2	1,82
2	2	1,82
3	1	0,91
4	4	3,64
5	15	13,64
6	8	7,27
7	19	17,27
8	33	30,00
9	26	23,64
Total	110	100

Un 78.18 % de los consumidores encuestados tuvieron una buena impresión de la bebida, lo que indica que este producto puede llegar a tener una buena aceptación en el mercado.

La figura 47 muestra gráficamente los resultados obtenidos de la impresión general de la nueva bebida.

Figura 47. Evaluación de la impresión general de la bebida.



Para complementar el análisis de las frecuencias de cada pregunta, se realiza el análisis estadístico de los datos con la prueba Chi – cuadrado con un 95 % de confiabilidad, para la cual se formulan las siguientes hipótesis:

H₀ = Igual número de evaluadores estuvieron en toda la escala

H = diferente número de evaluadores estuvieron en toda la escala

Cuadro 96. Resultados del análisis sensorial con el consumidor aplicando la prueba del Chi – cuadrado.

	Color	Aroma	Sabor	General
Chi-Square	52,90909195	20,61818123	69,01818848	89,6363678
df	7	7	8	8
Asymp. Sig.	3,86321E-09	0,004378338	7,70566E-12	5,5119E-16

Al observar los datos obtenidos en la prueba de Chi – cuadrado, se determina que H₀ se rechaza para todas las características evaluadas por lo tanto, igual número de evaluadores no estuvieron en toda la escala, esto se puede demostrar con los porcentajes determinados en cada una de las características evaluadas.

4. RESULTADOS Y PROCESOS DE OBTENCIÓN PROPUESTOS PARA LA HARINA Y LA BEBIDA CALIENTE

En este capítulo se menciona la caracterización de los productos obtenidos, el estudio de vida útil de la harina y las operaciones del proceso con sus variables y equipos recomendados a nivel industrial.

4.1 CARACTERIZACIÓN DE LA HARINA OBTENIDA

La harina obtenida para la elaboración de la bebida, es la mezcla del garbanzo tostado a 200 °C por 9 minutos y molido tipo medio, de la arveja amarilla tostada a 200 °C por 7 minutos y molida a tipo medio, de la soya tostada a 200 °C por 7 minutos y molida a tipo medio, cada grano en la misma cantidad y el 0.5% del total de la mezcla de los anteriores de clavo y canela en proporción 50-50 tostados a fuego lento hasta obtener el color deseado y molidos a tipo fino.

Se tomaron muestras representativas de la harina obtenida y se realizaron pruebas fisicoquímicas para determinar la humedad, las cenizas, la grasa la cantidad de nitrógeno total y los azúcares. (Ver el numeral 2.4)

En el cuadro 97 se muestran los resultados de las pruebas realizadas para la caracterización de la harina obtenida. (Ver los cálculos de las pruebas realizadas en el anexo 12)

Quadro 97. Resultados de la caracterización fisicoquímica de la harina obtenida.

Contenido	(%)
Humedad	2.09
Cenizas	4.52
Grasa	21.21
Azúcares totales	20.99
Nitrógeno total	30.286
Sólidos totales	97.91

4.2. CARACTERIZACIÓN DE LA BEBIDA CALIENTE

Inicialmente se preparó la bebida caliente, para la cual primero se toma la medida de la taza que es 254 mL de agua y 10,4942 g de la harina obtenida. El agua se pone a calentar a fuego alto y luego se agrega la medida de la harina obtenida, después se filtra y se sirve al consumidor. Luego se realizaron pruebas fisicoquímicas para determinar la humedad, las cenizas totales, la grasa, la cantidad de nitrógeno total y nitrógeno no proteico los azúcares, el extracto soluble en agua fría, el extracto soluble en agua caliente, el extracto soluble en etano. (Ver el numeral 2.4 de la metodología).

Los extractos son porcentajes que se informan sobre una base de la muestra: seca y humedad (Ver los cálculos de las pruebas realizadas en el anexo 12), además estos extractos se manejan independientes no son acumulables, es

decir que la suma de ellos no debe dar el 100 %. Cada extracto da la presencia de determinados componentes de la harina. Por ejemplo en el extracto en agua recupero proteínas, azúcares y algunos minerales que son compuestos polares. En el extracto en etanol recupero compuestos esenciales como lo son las grasas. Estos extractos ayudan a establecer que según la forma cómo se prepare la bebida se recupera determinada cantidad de nutrientes. En este caso se estudiaron los porcentajes recuperados en agua ya que es la forma que se propone en este trabajo para la preparación de la bebida.

En el cuadro 98 se muestran los resultados de las pruebas realizadas para la bebida caliente y el porcentaje recuperado de la harina en la bebida caliente de cada una de características fisicoquímicas evaluadas.

Quadro 98. Resultados de la caracterización fisicoquímica de la bebida caliente y el porcentaje recuperado de la harina en la bebida caliente de cada una de características fisicoquímicas evaluadas.

Contenido	Bebida (%)	Taza (10 g /254 ml de agua)	Recuperado (%)
Humedad	99.19	-	-
Cerizas	0.069	0.1756	37.61
Grasa	0.56	1.422	67.04
Azúcares totales	0.505	1.2827	31.61
Nitrógeno tdal	0.2451	0.6225	20.55
Sólidos totales	0.82	2.0828	21.27

Quadro 99. Resultados de los extractos de la bebida.

Extracto soluble en agua caliente(% expresado en base seca)	5.358
Extracto soluble en agua fría (% en masa)	15.58
Extracto soluble en etanol (% en masa)	47.43

Según los resultados en el desarrollo del producto, a pesar de que los granos son sometidos a altas temperaturas, se puede observar en los resultados de la harina que esta presenta un contenido significativo de grasa, azúcares y nitrógeno total, de estos componentes al preparar la bebida se observa que esta recupera de la harina en gran forma los azúcares, la grasa y las cenizas.

Se presentan los cálculos por porción (taza) para saber realmente cuanto se consume al tomar una taza de este producto, y así conocer su verdadero aporte.

El porcentaje recuperado es una comparación que se hace entre la cantidad total de cada componente en la harina y el contenido de cada componente por porción (taza). Estos datos se pueden corroborar con el extracto en agua caliente ya que la bebida tradicionalmente se prepara de esa forma.

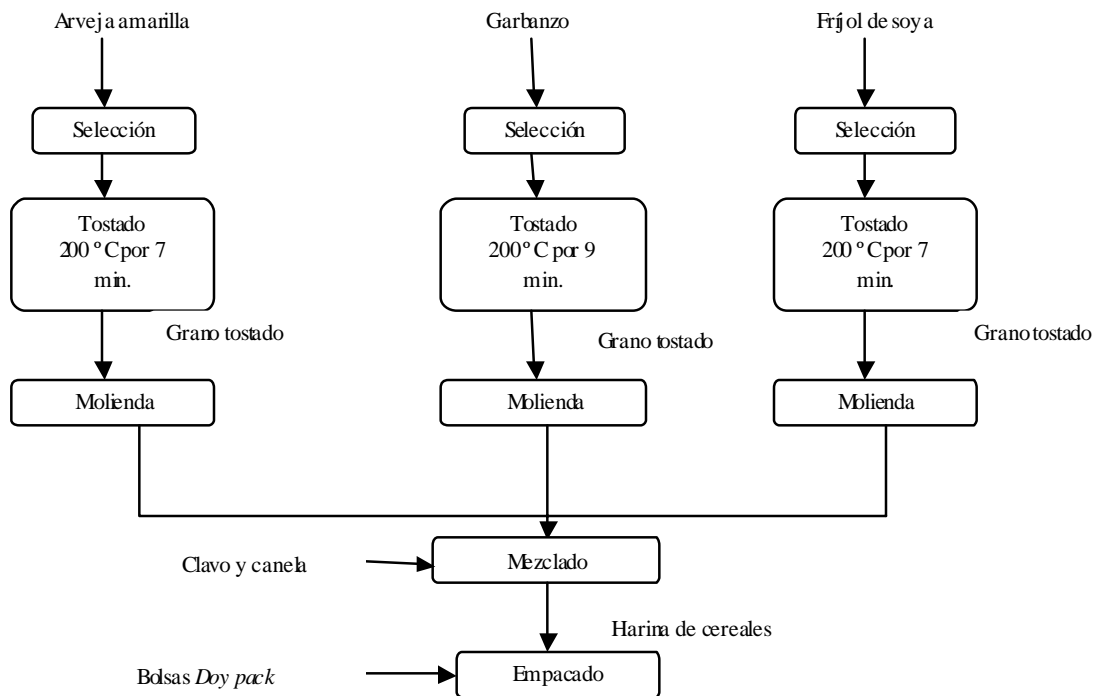
La caracterización de la harina y de la bebida muestra que este nuevo producto a pesar de que en su proceso la materia prima se ve expuesta a altos cambios de temperatura, conserva parte de sus componentes y tiene un aporte de nutrientes importante para nuestra dieta.

4.3 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO LA HARINA OBTENIDA.

El proceso de obtención de la harina consta de las siguientes operaciones: selección, tostado, molienda, mezclado y empacado. La operación unitaria que maneja este proceso es el manejo de sólidos. A continuación se describe cada operación del proceso de obtención de la harina.

4.3.1. **Diagrama de flujo del proceso de obtención de la harina.** A continuación se presenta un diagrama de flujo que representa el proceso de obtención de la harina

Figura 48 . Diagrama de flujo del proceso de obtención de la harina.



- **Selección.** Consiste en la separación de los granos buenos, de los granos dañados (que vengan quebrados, con algún insecto o color no característico) o de las piedras, hojas y granos que no correspondan al que se está seleccionando. Esta selección se realiza por aparte para cada grano. Estas propiedades físicas de color, tamaño y forma son importantes

porque determinan su eventual adecuación para el proceso. Esta selección se realiza para asegurar un producto de calidad uniforme.⁴³

Para las siguientes operaciones del proceso se hace una recomendación de equipos a nivel semi-industrial.

- **Tostado.** Las condiciones de tostado son: temperatura de 200 ° C entre 7 y 9 minutos dependiendo del grano a tostar. Para el garbanzo se aplica un tiempo de 9 minutos, para la arveja amarilla y el frijol de soya se aplica un tiempo mas corto: 7 minutos, por lo que estos granos son más sensibles a altas temperaturas. En estas condiciones se obtiene un color entre el rango de 200 y 250 el cual indica que se tiene un grado de tostado medio, que es el ideal para esta clase de productos.

Para esta operación se utilizan tostadores los cuales pueden ser para nivel de pruebas de laboratorio, para puntos de venta como los son los tostadores de lecho fluido y por último los tostadores a nivel industrial:

- Tostadores de lecho fluido: este equipo es desarrollado para tiendas de café utilizando un novedoso proceso de tostación de café por lecho fluido, con el cual se logran tostaciones muy rápidas y homogéneas, además por su diseño permite observar la evolución del proceso de tostación del grano. Tiene un control de proceso automático y programable que le permite lograr diferentes puntos de tostado, solamente controlando la temperatura límite de tostado. Logra tostados rápidos hasta 1000 g cada 6 minutos. Es de fácil manejo y mantenimiento.

Figura 49. Tostador de Lecho Fluido para tiendas de café.



⁴³ FELLOWS Peter. Tecnología del procesado de alimentos. Editorial Acribia. Zaragoza-España 1.994.

Cuadro 100. Ficha técnica del tostador de lecho fluido para tiendas de café

ESPECIFICACIONES	
Aplicación	Café almendra (opcional para cacao, maní, otras almendras y nueces).
Capacidad	1200 gramos de café verde.
Tiempo de Tostación	6 - 10 minutos.
Indicación de Temperatura	Digital del límite de tostación y del lecho de café en proceso.
Control de Proceso	Automático programando el punto de tostación deseado por temperatura (claro, medio, oscuro)
Sensor de Temperatura	Termopar tipo K.
Calentamiento	Por resistencia eléctrica de 4,5W.
Motor de la Turbina	1 - HP.
Sistema de enfriamiento y extracción de humos	Separador Ciclónico.
Conexión a la red	220 VCA, 3 fases, 60 Hz +/- 10%.
Consumo de corriente	25 Amperios.
Dimensiones	70x70x180 cms.
Peso Neto	92 Kg.
Peso Bruto	140 Kg.
Accesorios	Canastilla de enfriamiento y manual de instrucciones

Fuente: Industrias Quantik Ltda. Consultada En: http://www.quantik.com.co/Home/Espanol/Productos/Tostadora_Tiendas/tostadora_tiendas.html

- Tostador industrial

Figura 50. Tostador industrial Modelo L5/L12



Cuadro 101. Especificaciones de un tostador industrial para café.

ESPECIFICACIONES	
Capacidad	6Kg mínimo. 12Kg máximo
Tiempo de Tostación	20-30 minutos.
Alto total	1.83 m
Largo total	1.74 m
Calentamiento	Agas
Motor	0.5 HP.
Diámetro del secador	0.9 m ²
Largo de la Tola	0.6 m
Profundidad de la Tola	0.41 m

Fuente: Industrias Quantik Ltda. Consultada En: http://www.quantik.com.co/Home/Espanol/Productos/Tostadora_Tiendas/tostadora_tiendas.html

- **Molienda:** Los granos tostados requieren una preparación y acondicionamiento, con el fin de obtener un tamaño determinado de partícula. Esto requiere de dos operaciones: reducción de tamaño (molienda) y la caracterización granulométrica.

Al aplicar la reducción de tamaño a los granos se obtiene un producto más o menos polvoriento. Esto depende de las condiciones del equipo, tiempo de operación y otros. No todas las partículas producidas tienen el mismo tamaño, por lo que es de gran interés conocer la distribución de los tamaños que cada máquina puede producir.⁴⁴

Los molinos varían en su capacidad y forma dependiendo de la marca que se utilice, pero en todos los casos, el tamaño de la partícula está relacionado con la potencia del motor, a menor tamaño, se requiere de mayor potencia.

Un molino ideal debe tener gran capacidad, requerir una potencia pequeña por unidad de producto y dar un producto de tamaño único o con una distribución de tamaño deseado.

El objetivo de esta operación es producir partículas pequeñas a partir de otras mayores. El rendimiento energético de la operación se mide por la nueva superficie creada durante la reducción de tamaño, por estas razones, las características geométricas de las partículas, tanto aisladas como en sus mezclas son importantes al evaluar el producto obtenido en un molino.⁴⁵

A continuación se presenta la figura de un molino industrial con capacidad de 80 a 500 Kg.

⁴⁴ IBARZ RIBAS A. Métodos experimentales en Ingeniería Alimentaria.

⁴⁵ MC CABE Smith. Operaciones básicas de Ingeniería Química. Editorial Reverte S.A, España 1981.

Tomo II

Figura 51. Molino industrial



En el cuadro 102 se presentan las especificaciones de un molino para café.

Cuadro 102. Especificaciones de un molino para café industrial.

ESPECIFICACIONES	
Capacidad del tanque (2)	70 Kg
Alto total	229 m
Largo total	065 m
Funcionamiento	electricidad

Fuente: Industrias Quantik Ltda. Consultada En: http://www.quantik.com.co/Home/Espanol/Productos/Tostadora_Tiendas/molino.html

- **Mezclado:** El mezclado es una operación importante la cual implica la íntima interposición de dos o más componentes separados, para formar un producto más o menos uniforme. Los mezcladores actúan sobre dos o materiales separados para entremezclarlos, casi siempre al azar. Una vez que uno de los materiales está distribuido al azar dentro de otro, puede considerarse completa la operación de mezclado. El mezclado se efectúa mediante agitación de la masa a baja velocidad en un tambor rotativo.

La operación de mezclado inicia alimentándola con una carga dentro del cuerpo de la máquina hasta llenar el 50 o 60 %, se cierran los extremos del recipiente y se agitan los sólidos durante 5 a 20 minutos, se detiene la máquina y se descarga el material mezclado por el fondo del recipiente.

La mezcladora de tambores gemelos se fabrica con dos cilindros unidos en forma de V y se hace girar sobre un eje horizontal.

El grado de uniformidad está dado por el Índice de mezclado que indica el criterio de equilibrio de los componentes de la mezcla, que depende a su vez

del tipo de mezcladora. El control de esta etapa consiste en muestrear el material y analizar las muestras.

A medida que el tiempo de operación transcurre la mezcla se volverá más ordenada al azar y después de un tiempo el estado aleatorio se alcanza, lo que significa que el producto esta bien mezclado.

- **En paque:** Es una parte integral de los procesos y un medio de manejo en alimentos, con el cual se pretende proteger, conservar, y dar facilidad de transporte y/o manipulación, para la harina obtenida se utiliza un empaque primario ya que este se encuentra en contacto directo con el alimento. A continuación se presenta la figura de una empacadora - selladora de harina.

Figura 52. Empacadora - Selladora industrial



Fuente: Metálicas Merchán. Consultada En [http// www.hergo.com](http://www.hergo.com).

En el cuadro 103 se presentan las especificaciones de una empacadora – selladora para harina.

Cuadro 103. Especificaciones de una empacadora - selladora industrial

Especificaciones	
Dosificación	Automática por un tornillo sin fin
Capacidad	De 5 - 1000 g, 60 unidades/mn
Provista	Panel de control

Fuente: Metálicas Merchán. Consultada En [http// www.hergo.com](http://www.hergo.com)

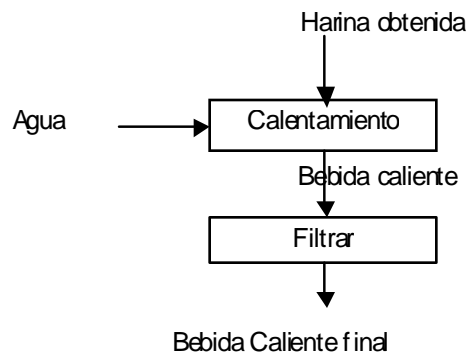
4.3.2 Resumen del proceso propuesto para la obtención de la harina.

Quadro 104 . Resumen del proceso propuesto para la obtención de la harina.

OPERACIÓN	EQUIPO	VARIABLES	REQUERIMIENTOS		
	RECOMENDADO		MATERIAL	ENERGIA	CAPACIDAD
Selección	Cribas	Tamaño	a. Inoxidable		1000g
Tostado	Tostador industrial	Temperatura Tiempo, Color	a. Inoxidable Motor	Gas Eléctrica, 0,5 Hp	Mn 6 Kg Max 12 Kg
Molienda	Molino	Diámetro de partícula	Motor a. Inoxidable	Eléctrica, 1 Hp	70 Kg
Mezcla	Mezcladora en V	Tiempo	a. Inoxidable	Eléctrica, 0.6 Hp	10 litros
Empacado	Empacadora-selladora	Dosificación	a. Inoxidable	Eléctrica	5 - 1000g

4.4. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PROPUESTO DE LA BEBIDA CALIENTE.

Figura 104. Diagrama de flujo de la elaboración la bebida caliente.



La elaboración de la bebida caliente consta en tres pasos, primero colocar agua a calentar en fuego alto, segundo agregar cierta cantidad de harina obtenida (la medida de la taza de la bebida es por 254 ml de agua por cada 10.4249 g) mezclar y tercero filtrar; aquí la bebida caliente ya esta lista para consumir.

4.5. BALANCES DE MATERIA Y DE ENERGÍA

A continuación se presentan los cálculos de los balances de materia y energía a nivel piloto.

4.5.1 Balance de Materia. Como se mencionó en la metodología, el balance de materia se realizó en las operaciones de tostado y molienda con el fin de conocer los rendimientos del proceso.

Cuadro 105. Balance de Materia en la operación de tostado.

MATERIA PRIMA	Masa que entra (g)	Masa que sale (g)	Rendimiento (%)
Garbanzo	100	75.14	75.14
Arveja amarilla	100	78.96	78.96
Soya	100	79.42	79.42

Cuadro 106. Balance de materia en la operación de molienda.

MATERIA PRIMA	Masa que entra (g)	Masa que sale (g)	Rendimiento (%)
Garbanzo	75.14	75.05	99.91
Arveja amarilla	78.96	78.96	100
Soya	79.42	79.4	99.98

4.5.2 **Balance de Energía.** El Balance de energía se realiza en la operación de tostado con el fin de conocer el consumo de energía durante el proceso y esos se ve representado en costos.

Cuadro 107. Balance de energía en la operación de tostado.

MATERIA PRIMA	Consumo de energía (KJ)
Garbanzo	29.025
Arveja amarilla	29.57
Soya	34.26

4.6. ESTUDIO DE LA VIDA UTIL DE LA HARINA OBTENIDA.

La vida útil es la duración estimada de un producto en donde cumpla con todas sus características de calidad. El estudio se realizó con la prueba de estabilidad en tiempo real. Un producto se almacena en las condiciones recomendadas y se supervisa hasta que falla la especificación y en las pruebas aceleradas de la estabilidad, un producto se almacena en las condiciones elevadas de la tensión (tales como temperatura, humedad, y pH).

En las pruebas de estabilidad en tiempo real se parte de la temperatura a la cual la harina obtenida se va a encontrar en condiciones de almacenamiento, la cual es temperatura ambiente, y se deja 3 muestras empacadas correctamente, expuestas a la temperatura normal de almacenamiento en Bogotá, la cual es aproximadamente 18 °C, a estas muestras se le realizan controles cada 2 días y se realizarán siete controles para evaluar sus características sensoriales.

En las pruebas de la aceleración de la estabilidad, se realizó un envejecimiento acelerado a temperaturas elevadas por períodos de tiempo específico, se utiliza para simular los efectos del envejecimiento en tiempo real y proporciona los datos que permite calcular exactamente el efecto del envejecimiento en tiempo real de la harina obtenida. Para analizar esto se colocaron muestras de la harina obtenida en una incubadora a temperatura de 45°C a las cuales se les realizaron controles cada 2 días, es decir, siete controles para evaluar sus características sensoriales. Los resultados se muestran en el cuadro 108.

Quadro 108. Resultados del análisis organoléptico en el estudio de vida útil

T °C controles	Ambiente 20° C	Acelerada 45° C	Refrigeración 3° C
1	Aroma: característico Sabor: característico Color: característico	Aroma: característico Sabor: característico Color: característico	Aroma: característico Sabor: característico Color: característico
2	Aroma: característico Sabor: característico Color: característico	Aroma: característico Sabor: característico Color: característico	Aroma: característico Sabor: característico Color: característico
3	Aroma: característico Sabor: característico Color: característico	Aroma: característico Sabor: característico Color: característico	Aroma: característico Sabor: característico Color: característico
4	Aroma: característico Sabor: característico Color: característico	Aroma: no característico Sabor: no característico Color: no característico	Aroma: característico Sabor: característico Color: característico
5	Aroma: característico Sabor: característico Color: característico	Aroma: no característico Sabor: no característico Color: no característico	Aroma: característico Sabor: característico Color: característico
6	Aroma: característico Sabor: característico Color: característico	Aroma: no característico Sabor: no característico Color: no característico	Aroma: característico Sabor: característico Color: característico
7	Aroma: característico Sabor: característico Color: característico	Aroma: no característico Sabor: no característico Color: no característico	Aroma: característico Sabor: característico Color: característico

Las características evaluadas de la harina obtenida en el estudio de vida útil fueron el aroma y el color de la harina, y el sabor de la bebida caliente elaborada con la harina en análisis. El aroma característico de la harina es el que ésta ha tenido desde que su proceso terminó y se mide subjetivamente, el color característico de la harina obtenida es un café oscuro el cual se midió por observación tomando como referencia la harina recién elaborada, al decir que es el color característico es porque se mantiene el mismo color con el que se

empaco; y el sabor característico de la bebida caliente, es el que se analizó antes de empacar la harina, ya que se realizaron pruebas sensoriales antes de empacar las muestras.

Las muestras que se almacenan a temperatura ambiente se dejaron en observación por 4 meses, así se puede corroborar los resultados calculados de la vida útil de la harina obtenida; las muestras en refrigeración también se dejaron en observación por 4 meses, aunque ya al mes en el control 8, el día 7 de mayo se presentó una disminución en el aroma; la muestra en temperatura de aceleración presentó una pérdida total de aroma en el control No 4, siendo este el día 8 de estar almacenada a esa temperatura.

A continuación se presentan los resultados del estudio de vida útil acelerada a una temperatura de 45 ° C, usando la Ecuación 7 (ver numeral 2.5) donde:

- Q_{10} = entre 2 y 5 (3 es el recomendado por el autor para alimentos)
- Vida a 45 ° C = 8 días.
- $\Delta T = T_{\text{ambiente}} - T_{\text{acelerada}} (20 - 45) ^\circ \text{C}$

Quadro 109. Resultados del estudio de vida útil tomando un rango de Q_{10} entre 2 y 5.

Q_{10}	VIDA UTIL ESTIMADA (DÍAS)	VIDA UTIL ESTIMADA (MESES)
2	45	1 ½
3	125	4
4	256	8 ½
5	447	15

Se observa que la vida útil del producto puede estar aproximadamente entre mes y medio y 15 meses, aunque según la Gerente de la Empresa CAFÉ MONTAÑA ROJA Claudia Gil, este tipo de productos conservan todas sus características sensoriales por 4 meses. Además si se usa el Q_{10} recomendado para alimentos según el autor de la fórmula (ver numeral 2.5) la vida útil estimada de la harina de leguminosas y oleaginosas para la preparación de la bebida caliente será de 4 meses.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El 82.5% de la población bogotana encuestada consume café, siendo esto favorable para la aceptación del nuevo producto desarrollado.
- En el sondeo del mercado potencial se conoció que el consumidor busca que la bebida sea de características medias (que no se vaya a ninguno de los extremos: suave- amargo) y que sea similar la café tradicional.
- En las dos etapas experimentales se define que la temperatura ideal de tostado para los granos en estudio es de 200°C siendo para el garbanzo un tiempo de 9 minutos, para la soya por 7 minutos, para la arveja verde durante 9 minutos y para la arveja amarilla por 7 minutos.
- Con la evaluación sensorial realizada por los expertos se concluye que la bebida obtiene mejores características sensoriales especialmente sabor y cuerpo usando arveja amarilla en la mezcla de las harinas para la elaboración de la bebida que la arveja verde.
- En las evaluaciones sensoriales realizadas de las mezclas de harinas a distintas condiciones con personas expertas se obtiene que la mezcla que más se aproxima a las características esperadas por el consumidor es la realizada con la misma cantidad de harina de garbanzo, de soya y de arveja amarilla y con un contenido de clavo y canela del 0.5% sobre el total de la mezcla de harinas de los granos.
- En el análisis granulométrico diferencial se encuentra que hay mayor número de partículas y área de finas que de las gruesas, en todas las harinas de granos y de mezclas estudiadas, además en el tamiz No 50 de la Serie U.S, se encuentra el cambio de partículas gruesas a finas.
- El índice de mezclado realizado indica que la mezcla alcanza cierto homogeneidad porque la harina da cada uno de los granos están dispersos en la mezcla ya que son sólidos granulares no cohesivos.
- La obtención de la mezcla de harinas de leguminosas y oleaginosas es un proceso rentable ya que las pérdidas en promedio durante la operación de tostado son del 22.16%.
- La caracterización de la harina y de la bebida muestra que este nuevo producto a pesar de que en su proceso la materia prima se ve expuesta a altas temperatura, conserva 2.09 % de humedad, un 4.52% de cenizas, 21.21% de gasa, 20.99% de azúcares totales, 30.28% de

nitrógeno total y un 97.91% de sólidos totales los cuales dan un importante aporte de nutrientes para la dieta.

- La vida útil calculada con el Q_{10} de 3, que es el recomendado para alimentos, para la harina de leguminosas y oleaginosas es de 4 meses.
- En el análisis sensorial con el consumidor se encontró que el sabor de la bebida le agradó al 78.18% de las personas encuestadas; el aroma a un 63.64 % de la población y el color le agradó a un 63.64%.
- El porcentaje de aceptación de la nueva bebida en la población total encuestada mayor de 18 años en la ciudad de Bogotá incluyendo todos los estratos es del 78.18%, lo que indica que se logró satisfacer las características de sabor, aroma y color esperadas por el consumidor.
- Se recomienda realizar un sondeo de mercado en varias regiones del país para conocer la aceptación de la nueva bebida.
- Se recomienda realizar ensayos con otra clase de saborizantes y compararla con la bebida desarrollada en este trabajo de grado.
- Se recomienda que la bebida sea analizada por más jueces entrenados para así poder tener más exactitud en los resultados obtenidos y más sugerencias para posibles mejoras en la bebida.
- Se recomienda elaborar un diseño de planta usando los equipos propuestos para posibles industrializaciones.
- Se recomienda realizar los costos y el estudio de factibilidad para la posible industrialización de este producto.

BIBLIOGRAFÍA.

OFICINA REGIONAL PARA MÉXICO, CENTRO AMÉRICA Y EL CARIBE/
Stephan G, Campano central Soya Company, Inc.Fort Wayne, .Productos de
proteína de soya en carnes procesadas. En_____
<http://www.aces.uiuc.edu/asamex/carnico4.html>. Consultada el 27 de Octubre
de 2004.

ARGUÑANO Karbs. Guías de alimentación y nutrición: bebidas, café,
infusiones. Editorial Debate y Asergara. España. Año 2001.

ANDIA SALAZAR Oscar, REY DE ANDIA Marina, JURADO ABARCA Edgar y
ANDIA DE JURADO Teresa. Tablas de Composición de Alimentos
Colombianos e Internacionales: Medicentro División Med-Infornática. 1º
Edición. Año 1991.

INFOAGRO. El cultivo del Garbanzo. En_____
<http://www.infoagro.com/herbaceos/legumbres/garbanzo.htm>. Consultada en la
fecha 28 de Octubre de 2004.

COLOMBIA. MINISTERIO DE SALUD. Utilización de leguminosas y cereales
para una mayor nutrición. Año 1990. p. 16 -17.

En: http://www.uc.cl/sw_edu/cultivos/legumino/arveja/semillas.htm Consultada
en la fecha 28 de Octubre de 2004.

VARNAM A.H y SUTHERLAND J.P. Bebidas: tecnología, Química y
Microbiología. Serie alimentos básicos. Editorial Acribia S.A Zaragoza
España.año 1994

BUSS D., TYLER H, BARBER S., CRAWLEY H Manual de Nutrición. Ed
Acribia S.A, Zaragoza (España). Año 1987.

CAFÉ DE COLOMBIA. Historia del café de Colombia
En: <http://www.juanvaldez.com/espanol/menu/history/roasting.html>. Consultada
el 1 Noviembre de 2004.

En: <http://www.cafedecolombia.com/>. Consultada el 1 de Noviembre de 2004

MCABE, SMITH, HARRIOTT. Operaciones unitarias en ingeniería química.
Sexta edición. Ed Mac Graw Hill. Año 2001. p 837, 1041,1065

SANCHO.J, BOTA.E, DE CASTRO.JJ. Análisis sensorial de los alimentos. Ed
alfaomega. Año 2002. México p 101, 119-120.

NARESH K, Maholtra. Investigación de mercados un enfoque práctico. Segunda edición. Ed Pearson Educación. Año 1997. p. 8-10,21-22, 245-246

SUAREZ Germán. Manual sobre el cultivo, negociación y comercialización de la arveja. Bogotá 1997, p 41. Trabajo de grado (Administrador de empresas agropecuarias). Universidad de la Salle

SOTO, Escolástico. El Análisis de la Varianza. Centro de investigaciones Agronómicas. Maracay, Venezuela. Año 1963.

FAIGUENBAUM H. Morfología, crecimiento y desarrollo de la arveja. Pontificia Universidad Católica de Chile. Año 1990. p 1-3.

EKAY Daysi. Legumbres alimenticias. Ed Acribia. Zaragoza, España. Año 1985 p 97.

MEFADDEN C, ATKINSON C. Enciclopedia del café. Ed Hyma. Barcelona, España. Año 1999

ENTREVISTA con Claudia Cristina Gil, Gerente Café Montaña Roja. Bogotá, 15 de Febrero de 2005

CARPENTERR, LYON D, TERRY A. Análisis Sensorial en el desarrollo y control de la calidad de alimentos. Editorial Acribia. Zaragoza España. 2.000.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS Y CERTIFICACIÓN, NTC 4883. Análisis Sensorial para el café. Metodología para el análisis Sensorial cuantitativo descriptivo del café. Año 2000

D.A.P.D subdirección de Desarrollo Social. Área de Desarrollo Humano y Progreso Social. Año 2003

Industrias Quantik Ltda. En: <http://www.quantik.com.co>. Consultada el 4 de Abril de 2005.

PROEMPAQUES. Empaques flexibles y laminados. Empaque PROLAM 800. En: <http://www.proempaques.com/productos/productos.htm>. Consultada el 26 de Marzo de 2005

Accelerate Aging En: <http://www.medical-package-testing.com/AccelAge.asp>. Consultada el 30 de Abril de 2005.

KUNTZ LYNN A. Food products. En: www.foodproductdesign.com/archive/1991/1291QA.html. Consultada el 30 de Abril de 2005

Accelerated Shelf Life Testing Dr Ted Labuza En :
http://faculty.che.urm.edu/fscn/Ted_Labuza/PDF_files/Presentations/ASLT.pdf.
Consultada el 25 de Abril de 2005.

Metálicas Merchán. Consultada En <http://www.hergo.com> Consultada el 1 de Junio de 2005.

SHARMA S, MULVANEY S, RIZVI S. Ingeniería de alimentos, Operaciones unitarias y practicas de laboratorio. Limusa Willey. Primera edición. México. 2003

IBARZ RBASA. Métodos experimentales en Ingeniería Alimentaria

FELLOWS Peter. Tecnología del procesado de alimentos. Editorial Acribia. Zaragoza-España. 1.994.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS Y CERTIFICACIÓN,
NTC 4601. Té: Determinación de extracto seco. Año 2000.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS Y CERTIFICACIÓN,
NTC 2558. Café tostado y molido. Determinación del contenido de humedad.
Método por la determinación de la pérdida en masa a 103°C. Año 2000

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS Y CERTIFICACIÓN,
NTC 2602. Especies y condimentos. Determinación de extracto soluble en agua fría. Año 2000.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS Y CERTIFICACIÓN,
NTC 2604. Industria agrícola. Especia y condimentos. Determinación de extracto soluble en alcohol. Año 2000.

AOAC. Official method 920.103. Protein in tea.

SINGH. P .Introducción a la Ingeniera de los alimentos. Ed. Acribia año 1998 p 154

En: www.es.wikipedia.org/wiki/mezcla Consultada el 6 de agosto de 2005

En: www.uc.cl/quimica/agua/glos3.htm Consultada el 6 de agosto de 2005

ANEXO 1.
CÁLCULOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DIFERENCIAL

El análisis diferencial granulométrico se realizó para todas las harinas y mezclas en estudio, la siguiente ecuaciones describen como se halló el tamaño de la partícula más pequeña del colector, el área y el número de las partículas finas y gruesas del garbanzo tostado (a 200°C por 9 minutos) y molido.

$$\phi_1 = \phi_2 = \frac{B}{K+1} (Dp_1^{k+1} - Dp_2^{k+1})$$

$\phi_1 = \phi_2$ = La fracción diferencial del colector.

B = Constante de la reducción de tamaño. (El intercepto entre la pendiente y la grafica de Log Dp_n contra Log $\Delta\phi_n$)

K = Constante de la reducción de tamaño. (m - 1).

M = Pendiente.

Dp_1 = Diámetro de la partícula más grande del colector.

Dp_2 = Diámetro de la partícula más pequeña del colector.

$$B = 0.55$$

$$m = -1.092$$

$$K = -2.092$$

$$\frac{(\phi_1 = \phi_2) (K + 1)}{B} - Dp_1^{k+1} = - Dp_2^{k+1}$$

$$\frac{(0.146) (-1.092)}{0.55} - 0.125^{-0.192} = - Dp_2^{k+1}$$

$$Dp_2 = 0.121 \text{ mm}$$

$$A_F = \frac{6\lambda B}{\rho_p K} (Dp_1^k - Dp_2^k)$$

$$A_G = \frac{6\lambda}{\rho_p} \sum \frac{\Delta\phi_n}{Dp_n}$$

$$N_F = \frac{B}{a \rho_p (2-K)} * \frac{1}{Dp_2^{2-k}} - \frac{1}{Dp_1^{2k}} \quad N_G = \frac{1}{a \rho_p} * \sum \frac{\Delta \phi_n}{Dp_n^3}$$

A_F = Área de las partículas finas.

λ = Factor forma = 1.4. ($\lambda = b / a$). El factor forma del polvo de carbón = 1.4⁴⁶

b = Constante = 1.4

a = Constante = 1

m = Pendiente

B = Constante de la reducción de tamaño. (El intercepto entre la pendiente y la grafica de $\text{Log } Dp_n$ contra $\text{Log } \Delta \phi_n$, es igual a 0.55.

ρ_p = Densidad de la partículas.

K = Constante de la reducción de tamaño. ($m - 1 = -2.092$).

Dp_1 = Diámetro de la partícula más grande del colector.

Dp_2 = Diámetro de la partícula más pequeña del colector

$\Delta \phi_n$ = Fracción de las partículas por cada tamiz.

Dp_n = Diámetro de partícula de cada tamiz.

$$A_F = 0.023 \text{ mm}^2/\text{g}$$

$$A_G = 0.013 \text{ mm}^2/\text{g}$$

$$N_F = 0.182 \text{ 7/g}$$

$$N_G = 0.005082 \text{ /g}$$

⁴⁶McCabe. Operaciones.. p. 846

ANEXO 2.
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DIFERENCIAL PARA EL GARBANZO A
DISTINTAS CONDICIONES DE TOSTADO.

Datos del tamizado del garbanzo a distintas condiciones de tostado.

Condiciones de tostado	TAMIZ	Dp (mm)	% retenido	% pasa	masa por tamiz (g)
200°C por 8 minutos	16	1,19	1,492	98,508	0,076
	18	1	3,833	94,675	0,194
	20	0,84	4,523	90,152	0,229
	25	0,71	11,492	78,660	0,582
	50	0,297	29,007	49,654	1,470
	120	0,125	33,783	15,871	1,712
	colector	<			0,729
200°C por 9 minutos	16	1,19	1,632	98,368	0,082
	18	1	4,703	93,665	0,235
	20	0,84	7,024	86,641	0,352
	25	0,71	13,627	73,014	0,682
	50	0,297	28,596	44,418	1,431
	120	0,125	32,783	11,635	1,641
	colector	<			0,535
200°C por 10 minutos	16	1,19	1,535	98,465	0,077
	18	1	3,859	94,606	0,195
	20	0,84	9,713	84,894	0,490
	25	0,71	12,483	72,411	0,630
	50	0,297	28,095	44,316	1,417
	120	0,125	36,182	8,134	1,825
	colector	<			0,392
207°C por 8 minutos	16	1,19	2,087	97,913	0,105
	18	1	5,656	92,257	0,285
	20	0,84	9,253	83,003	0,466
	25	0,71	11,759	71,244	0,593
	50	0,297	30,008	41,237	1,513
	120	0,125	28,000	13,237	1,411
	colector	<			0,482
207°C por 9 minutos	16	1,19	2,713	97,287	0,138
	18	1	5,372	91,915	0,274
	20	0,84	9,129	82,786	0,470
	25	0,71	13,613	69,173	0,694
	50	0,297	28,660	40,513	1,460
	120	0,125	26,585	13,928	1,355
	colector	<			0,595
	16	1,19	1,815	98,185	0,019
	18	1	4,062	94,123	0,206
	20	0,84	8,094	86,029	0,453

207°C por 10 minutos	25	0,71	13,334	72,695	0,675
	50	0,297	31,951	40,744	1,617
	120	0,125	19,326	21,418	0,978
	colector	<			0,957

Análisis granulométrico diferencial para el garbanzo tostado a distintas condiciones de tostado.

Condiciones de tostado	TAMIZ	$\Delta \phi_n$ diferencial de las fracciones	Dn promedio de diámetros	$\Delta \phi_n/D_n$	Dn3	$\Delta \phi_n/D_n3$
Tostado a 200°C por 8 minutos	16	0,015				
	18	0,039	1,095	0,036	1,313	0,030
	20	0,046	0,920	0,050	0,779	0,059
	25	0,117	0,775	0,151	0,465	0,251
	50	0,294	0,504	0,585	0,128	2,307
	120	0,343				
	colector	0,146				
	totales		3,294	0,821	2,685	2,646
Tostado a 200°C por 9 minutos	16	0,016				
	18	0,047	1,095	0,043	1,313	0,036
	20	0,071	0,920	0,077	0,779	0,091
	25	0,138	0,775	0,178	0,465	0,296
	50	0,289	0,504	0,573	0,128	2,262
	120	0,331				
	colector	0,108				
	totales		3,294	0,871	2,685	2,684
Tostado a 200°C por 10 minutos	16	0,015				
	18	0,039	1,095	0,035	1,313	0,030
	20	0,097	0,920	0,106	0,779	0,125
	25	0,125	0,775	0,162	0,465	0,269
	50	0,282	0,504	0,560	0,128	2,209
	120	0,363				
	colector	0,078				
	totales		3,294	0,863	2,685	2,633
Tostado a 207°C por 8 minutos	16	0,022				
	18	0,059	1,095	0,054	1,313	0,045
	20	0,096	0,920	0,104	0,779	0,123
	25	0,122	0,775	0,158	0,465	0,262
	50	0,312	0,504	0,619	0,128	2,441
	120	0,291				
	colector	0,099				
	totales	0,978	3,294	0,934	2,685	2,871
	16	0,028				
	18	0,055	1,095	0,050	1,313	0,042

Tostado a 207°C por 9 minutos	20	0,094	0,920	0,102	0,779	0,121
	25	0,139	0,775	0,180	0,465	0,299
	50	0,293	0,504	0,582	0,128	2,295
	120	0,272				
	colector	0,119				
	totales	0,972	3,294	0,914	2,685	2,756
Tostado a 207°C por 10 minutos	16	0,004				
	18	0,042	1,095	0,038	1,313	0,032
	20	0,092	0,920	0,100	0,779	0,119
	25	0,138	0,775	0,178	0,465	0,296
	50	0,330	0,504	0,655	0,128	2,583
	120	0,199				
	colector	0,195				
	totales	0,996	3,294	0,971	2,685	3,029

ANEXO 3. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DIFERENCIAL PARA LA SOYA.

Datos del tamizado de la soya a distintas condiciones de tostado.

Condiciones de tostado	TAMIZ	Dp (mm)	% retenido	% pasa	masa por tamiz (g)
200°C por 8 minutos	16	1,19	3060	96,940	0,1552
	18	1	6181	90,759	0,3135
	20	0,84	8675	82,084	0,44
	25	0,71	17,602	64,482	0,8928
	50	0,297	41,892	22,590	2,1248
	120	0,125	16,847	5,743	0,8545
	colector	<			0,2488
200°C por 9 minutos	16	1,19	3087	96,913	0,1188
	18	1	6696	90,217	0,2577
	20	0,84	10,682	79,536	0,4111
	25	0,71	16,037	63,499	0,6172
	50	0,297	40,089	23,410	1,5429
	120	0,125	18,817	4,594	0,7242
	colector	<			0,1363
200°C por 10 minutos	16	1,19	1,917	98,084	0,0482
	18	1	3161	94,923	0,0795
	20	0,84	7,209	87,714	0,1813
	25	0,71	12,728	74,986	0,3201
	50	0,297	43,058	31,929	1,0829
	120	0,125	28,247	3,682	0,7104
	colector	<			0,0657
207°C por 8 minutos	16	1,19	2378	97,623	0,1194
	18	1	5396	92,226	0,271
	20	0,84	10,663	81,563	0,5355
	25	0,71	18,290	63,274	0,9185
	50	0,297	41,344	21,930	2,0763
	120	0,125	16,595	5,335	0,8334
	colector	<			0,2158
207°C por 9 minutos	16	1,19	2722	97,278	0,1382
	18	1	4997	92,282	0,2537
	20	0,84	10,807	81,475	0,5487
	25	0,71	17,635	63,840	0,8954
	50	0,297	40,526	23,315	2,0577
	120	0,125	16,099	7,216	0,8174
	colector	<			0,2534
207°C por 10 minutos	16	1,19	2543	97,457	0,1129
	18	1	5320	92,137	0,2419
	20	0,84	10,192	81,944	0,4865
	25	0,71	17,176	64,768	0,869
	50	0,297	42,524	22,244	2,2353
	120	0,125	17,729	4,516	0,9094
	colector	<			0,2314

200°C por 7 minutos	16	1,19	2,543	97,457	0,113
	18	1	5,320	92,137	0,242
	20	0,84	10,192	81,944	0,487
	25	0,71	17,176	64,768	0,869
	50	0,297	42,524	22,244	2,235
	120	0,125	17,729	4,516	0,909
	colector	<			0,231

Análisis granulométrico diferencial para la soya a distintas condiciones de tostado.

Condiciones de tostado	TAMIZ	$\Delta \phi_n$ diferencial de las fracciones	Dn promedio de diámetros	$\Delta \phi_n/D_n$	Dn3	$\Delta \phi_n/D_n3$
Tostado a 200°C por 8 minutos	16	0,031				
	18	0,062	1,095	0,056	1,313	0,047
	20	0,087	0,920	0,094	0,779	0,111
	25	0,176	0,775	0,227	0,465	0,378
	50	0,419	0,504	0,832	0,128	3,282
	120	0,168				
	colector	0,049				
	totales		3,294	1,210	2,685	3,819
Tostado a 200°C por 9 minutos	16	0,031				
	18	0,067	1,095	0,061	1,313	0,051
	20	0,107	0,920	0,116	0,779	0,137
	25	0,160	0,775	0,207	0,465	0,345
	50	0,401	0,504	0,796	0,128	3,141
	120	0,188				
	colector	0,035				
	totales		3,294	1,180	2,685	3,673
Tostado a 200°C por 10 minutos	16	0,019				
	18	0,032	1,095	0,029	1,313	0,024
	20	0,072	0,920	0,078	0,779	0,093
	25	0,127	0,775	0,164	0,465	0,273
	50	0,431	0,504	0,855	0,128	3,373
	120	0,282				
	colector	0,026				
	totales		3,294	1,127	2,685	3,763
Tostado a 207°C por 8 minutos	16	0,024				
	18	0,054	1,095	0,049	1,313	0,041
	20	0,107	0,920	0,116	0,779	0,137
	25	0,183	0,775	0,236	0,465	0,393
	50	0,413	0,504	0,821	0,128	3,239
	120	0,166				
	colector	0,043				
	totales		3,294	1,222	2,685	3,810
	16	0,027				

Tostado a 207°C por 9 minutos	18	0,050	1,095	0,046	1,313	0,038
	20	0,108	0,920	0,117	0,779	0,139
	25	0,176	0,775	0,228	0,465	0,379
	50	0,405	0,504	0,805	0,128	3,175
	120	0,161				
	colector	0,050				
	totales		3,294	1,196	2,685	3,731
200°C por 7 minutos	16	0,022				
	18	0,047	1,095	0,043	1,313	0,036
	20	0,095	0,920	0,104	0,779	0,122
	25	0,170	0,775	0,220	0,465	0,366
	50	0,438	0,504	0,870	0,128	3,430
	120	0,178				
	colector	0,045				
totales		3,294	1,236	2,685	3,954	

ANEXO 4. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DIFERENCIAL PARA LA ARVEJA VERDE.

Datos del tamizado de la arveja verde a distintas condiciones de tostado.

Condiciones de tostado	TAMIZ	Dp (mm)	% retenido	% pasa	masa por tamiz (g)
200°C por 8 minutos	16	1,19	6,771	93,229	0,1552
	18	1	10,834	82,395	0,3135
	20	0,84	15,246	67,149	0,44
	25	0,71	17,076	50,074	0,8928
	50	0,297	29,604	20,470	2,1248
	120	0,125	10,436	10,034	0,8545
	colector	<			
200°C por 9 minutos	16	1,19	6,971	93,029	0,1188
	18	1	11,700	81,329	0,2577
	20	0,84	16,038	66,291	0,4111
	25	0,71	17,019	48,272	0,6172
	50	0,297	29,491	18,781	1,5429
	120	0,125	9,775	9,006	0,7242
	colector	<			
200°C por 10 minutos	16	1,19	4,523	95,477	0,0482
	18	1	8,823	86,654	0,0795
	20	0,84	13,283	73,371	0,1813
	25	0,71	14,666	58,705	0,3201
	50	0,297	31,010	27,694	1,0829
	120	0,125	16,936	10,759	0,7104
	colector	<			
207°C por 8 minutos	16	1,19	6,078	93,922	0,1194
	18	1	11,524	82,398	0,271
	20	0,84	14,781	67,618	0,5355
	25	0,71	15,196	52,421	0,9185
	50	0,297	29,267	23,155	2,0763
	120	0,125	14,135	9,020	0,8334
	colector	<			
207°C por 9 minutos	16	1,19	5,382	94,618	0,1382
	18	1	9,825	84,793	0,2537
	20	0,84	14,394	70,399	0,5487
	25	0,71	17,159	53,241	0,8954
	50	0,297	31,427	21,814	2,0577
	120	0,125	12,048	9,766	0,8174
	colector	<			
207°C por 10 minutos	16	1,19	2,459	97,541	0,1129
	18	1	8,902	88,640	0,2419
	20	0,84	15,090	73,550	0,4865
	25	0,71	16,897	56,653	0,869
	50	0,297	31,161	25,492	2,2353
	120	0,125	10,694	14,799	0,9094
	colector	<			

Análisis granulométrico diferencial para la arveja verde tostado a distintas condiciones de tostado.

Condiciones de tostado	TAMIZ	$\Delta \phi n$ diferencial de las fracciones	Dn promedio de diámetros	$\Delta \phi n / Dn$	Dn3	$\Delta \phi n / Dn3$
Tostado a 200°C por 8 minutos	16	0,031				
	18	0,062	1,095	0,056	1,313	0,047
	20	0,087	0,92	0,094	0,779	0,111
	25	0,176	0,775	0,227	0,465	0,378
	50	0,419	0,5035	0,832	0,128	3,282
	120	0,168				
	colector	0,049				
	totales		3,2935	1,210	2,685	3,819
Tostado a 200°C por 9 minutos	16	0,031				
	18	0,067	1,095	0,061	1,313	0,081
	20	0,107	0,920	0,116	0,779	0,206
	25	0,160	0,775	0,207	0,465	0,861
	50	0,401	0,504	0,796	0,128	1,474
	120	0,188				
	colector	0,035				
	totales		3,294	1,180	2,685	2,623
Tostado a 200°C por 10 minutos	16	0,019				
	18	0,032	1,095	0,029	1,313	0,022
	20	0,072	0,920	0,078	0,779	0,101
	25	0,127	0,775	0,164	0,465	0,353
	50	0,431	0,504	0,855	0,128	6,700
	120	0,282				
	colector	0,026				
	totales		3,294	1,127	2,685	7,175
Tostado a 207°C por 8 minutos	16	0,024				
	18	0,054	1,095	0,049	1,313	0,038
	20	0,107	0,920	0,116	0,779	0,149
	25	0,183	0,775	0,236	0,465	0,507
	50	0,413	0,504	0,821	0,128	6,433
	120	0,166				
	colector	0,043				
	totales		3,294	1,222	2,685	7,126
Tostado a 207°C por 9 minutos	16	0,027				
	18	0,050	1,095	0,046	1,313	0,035
	20	0,108	0,920	0,117	0,779	0,151
	25	0,176	0,775	0,228	0,465	0,489
	50	0,405	0,504	0,805	0,128	6,306
	120	0,161				
	colector	0,050				
	totales		3,294	1,196	2,685	6,980

Tostado a 207°C por 10 minutos	16	0,022				
	18	0,047	1,095	0,043	1,313	0,033
	20	0,095	0,920	0,104	0,779	0,133
	25	0,170	0,775	0,220	0,465	0,472
	50	0,438	0,504	0,870	0,128	6,813
	120	0,178				
	colector totales	0,045		3,294	1,236	2,685

ANEXO 5. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DIFERENCIAL DE LA MEZCLA DE HARINAS DE LEGUMINOSAS Y OLEAGINOSA EN IGUAL CANTIDAD.

Datos del tamizado de las mezclas de granos en igual cantidad a distintas condiciones de tostado.

Condiciones de tostado	TAMIZ	Dp (mm)	% retenido	% pasa	masa por tamiz (g)
200°C por 8 minutos	16	1,19	1,0666	98,933	0,054
	18	1	2,6136	96,320	0,131
	20	0,84	6,1124	90,207	0,307
	25	0,71	8,2356	81,972	0,413
	50	0,297	34,8166	47,155	1,746
	120	0,125	35,3987	11,757	1,776
	colector	<			0,468
200°C por 9 minutos	16	1,19	4,4225	95,578	0,223
	18	1	8,1419	87,436	0,412
	20	0,84	12,6158	74,820	0,638
	25	0,71	14,6898	60,130	0,743
	50	0,297	31,7874	28,343	1,609
	120	0,125	18,2709	10,072	0,925
	colector	<			0,352
200°C por 10 minutos	16	1,19	4,6275	95,373	0,232
	18	1	5,1784	90,194	0,260
	20	0,84	11,3650	78,829	0,571
	25	0,71	13,0752	65,754	0,657
	50	0,297	33,9220	31,832	1,705
	120	0,125	25,573	6,258	1,286
	colector	<			0,348
207°C por 8 minutos	16	1,19	4,956	95,043	0,250
	18	1	7,626	87,417	0,384
	20	0,84	12,499	74,917	0,630
	25	0,71	15,696	59,221	0,792
	50	0,297	32,641	26,579	1,647
	120	0,125	17,609	8,970	0,888
	colector	<			0,335
207°C por 9 minutos	16	1,19	4,110	95,890	0,206
	18	1	6,879	89,010	0,345
	20	0,84	11,908	77,101	0,597
	25	0,71	15,756	61,345	0,790
	50	0,297	33,907	27,438	1,701
	120	0,125	19,986	7,452	1,003
	colector	<			0,287
207°C por 10 minutos	16	1,19	3,7401	96,260	0,190
	18	1	6,7805	89,479	0,345
	20	0,84	10,8174	78,662	0,550
	25	0,71	13,2230	65,439	0,673

10 minutos	50	0,297	33,7434	31,696	1,717
	120	0,125	21,9768	9,719	1,118
	colector	<			0,422

Análisis granulométrico diferencial para la mezcla de granos a igual cantidad tostados a distintas condiciones de tostado.

Condiciones de tostado	TAMIZ	$\Delta \phi_n$ diferencial de las fracciones	D_n promedio de diámetros	$\Delta \phi_n/D_n$	D_{r3}	$\Delta \phi_n/D_{r3}$
Tostado a 200°C por 8 minutos	16	0,011				
	18	0,027	1,095	0,024	1,313	0,020
	20	0,063	0,920	0,068	0,779	0,080
	25	0,084	0,775	0,109	0,465	0,181
	50	0,357	0,504	0,709	0,128	2,795
	120	0,363				
	colector	0,096				
	totales		3,294	0,910	2,685	3,078
Tostado a 200°C por 9 minutos	16	0,046				
	18	0,084	1,095	0,077	1,313	0,064
	20	0,130	0,920	0,142	0,779	0,167
	25	0,152	0,775	0,196	0,465	0,326
	50	0,328	0,504	0,652	0,128	2,570
	120	0,189				
	colector	0,072				
	totales		3,294	1,065	2,685	3,127
Tostado a 200°C por 10 minutos	16	0,046				
	18	0,051	1,095	0,047	1,313	0,039
	20	0,113	0,920	0,123	0,779	0,145
	25	0,130	0,775	0,168	0,465	0,279
	50	0,337	0,504	0,669	0,128	2,640
	120	0,254				
	colector	0,069				
	totales		3,294	1,006	2,685	3,103
Tostado a 207°C por 8 minutos	16	0,051				
	18	0,078	1,095	0,071	1,313	0,059
	20	0,128	0,920	0,139	0,779	0,164
	25	0,161	0,775	0,207	0,465	0,345
	50	0,334	0,504	0,664	0,128	2,618
	120	0,180				
	colector	0,068				
	totales		3,294	1,081	2,685	3,187
Tostado a 207°C por 9 minutos	16	0,042				
	18	0,070	1,095	0,064	1,313	0,053
	20	0,121	0,920	0,132	0,779	0,156
	25	0,160	0,775	0,207	0,465	0,344

	50	0,345	0,504	0,685	0,128	2,703
	120	0,203				
	colector totales	0,058	3,294	1,088	2,685	3,256
Tostado a 207°C por 10 minutos	16	0,038				
	18	0,069	1,095	0,063	1,313	0,052
	20	0,110	0,920	0,119	0,779	0,141
	25	0,134	0,775	0,173	0,465	0,288
	50	0,342	0,504	0,680	0,128	2,682
	120	0,223				
	colector	0,084				
	totales		3,294	1,035	2,685	3,163

ANEXO 6. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DIFERENCIAL DE LA MEZCLA DE HARINAS DE LEGUMINOSAS Y OLEAGINOSA EN DISTINTA PROPORCIÓN

Datos del tamizado de las mezclas de granos en diferente cantidad a distintas condiciones de tostado.

Condiciones de tostado	TAMIZ	Dp (mm)	% retenido	% pasa	masa por tamiz (g)
200°C por 8 minutos	16	1,19	4,6484	95,3516	0,234
	18	1	7,4442	92,5558	0,374
	20	0,84	12,5562	87,4438	0,631
	25	0,71	14,5700	85,43	0,732
	50	0,297	35,0201	64,9799	1,760
	120	0,125	19,3806	81,6194	0,924
	colector	<			
200°C por 9 minutos	16	1,19	3,3571	96,6429	0,169
	18	1	6,4771	93,5229	0,325
	20	0,84	12,6853	87,3147	0,637
	25	0,71	7,5112	92,4888	0,377
	50	0,297	34,9418	65,0582	1,754
	120	0,125	21,9676	78,0324	1,108
	colector	<			
200°C por 10 minutos	16	1,19	2,2846	97,715	0,114
	18	1	5,3840	92,331	0,270
	20	0,84	15,0637	77,268	0,754
	25	0,71	8,5274	68,740	0,427
	50	0,297	35,4555	33,285	1,775
	120	0,125	23,1318	10,153	1,158
	colector	<			
207°C por 8 minutos	16	1,19	4,7421	95,258	0,237
	18	1	5,5774	89,681	0,279
	20	0,84	14,1884	75,492	0,710
	25	0,71	9,8419	65,650	0,493
	50	0,297	37,9829	27,667	1,901
	120	0,125	18,5068	9,161	0,926
	colector	<			
207°C por 9 minutos	16	1,19	3,6974	96,303	0,188
	18	1	8,4280	87,875	0,428
	20	0,84	12,0841	75,791	0,614
	25	0,71	15,9822	59,808	0,812
	50	0,297	34,3631	25,445	1,746
	120	0,125	19,8430	5,602	1,008
	colector	<			
207°C por 10 minutos	16	1,19	2,5060	97,494	0,126
	18	1	5,1510	92,343	0,259
	20	0,84	9,6900	82,653	0,488
	25	0,71	13,4221	69,231	0,675
	50	0,297	35,4273	33,804	1,783

	120	Q125	26,3255	7,478	1,325
	colector	<			0,263

Análisis granulométrico diferencial para la mezcla de granos a diferente cantidad tostados a distintas condiciones de tostado.

Condiciones de tostado	TAMIZ	$\Delta \phi_n$ diferencial de las fracciones	Dn promedio de diámetros	$\Delta \phi_n/D_n$	Dn3	$\Delta \phi_n/D_n3$
Tostado a 200°C por 8 minutos	16	0,048				
	18	0,077	1,095	0,071	1,313	0,059
	20	0,130	0,920	0,142	0,779	0,167
	25	0,151	0,775	0,195	0,465	0,325
	50	0,364	0,504	0,722	0,128	2,850
	120	0,191				
	colector	0,038				
	totales		3,294	1,130	2,685	3,401
Tostado a 200°C por 9 minutos	16	0,036				
	18	0,070	1,095	0,064	1,313	0,053
	20	0,137	0,920	0,149	0,779	0,176
	25	0,081	0,775	0,105	0,465	0,174
	50	0,377	0,504	0,748	0,128	2,952
	120	0,237				
	colector	0,062				
	totales		3,294	1,065	2,685	3,355
Tostado a 200°C por 10 minutos	16	0,023				
	18	0,054	1,095	0,050	1,313	0,041
	20	0,152	0,920	0,165	0,779	0,195
	25	0,086	0,775	0,111	0,465	0,185
	50	0,358	0,504	0,710	0,128	2,801
	120	0,233				
	colector	0,094				
	totales		3,294	1,036	2,685	3,223
Tostado a 207°C por 8 minutos	16	0,049				
	18	0,058	1,095	0,053	1,313	0,044
	20	0,147	0,920	0,160	0,779	0,189
	25	0,102	0,775	0,132	0,465	0,220
	50	0,394	0,504	0,783	0,128	3,089
	120	0,192				
	colector	0,057				
	totales		3,294	1,128	2,685	3,542
Tostado a 207°C por 9 minutos	16	0,037				
	18	0,085	1,095	0,078	1,313	0,065
	20	0,122	0,920	0,133	0,779	0,157
	25	0,161	0,775	0,208	0,465	0,346
	50	0,347	0,504	0,689	0,128	2,717
	120	0,200				

	colector	0,047				
	totales		3,294	1,107	2,685	3,284
Tostado a 207°C por 10 minutos	16	0,026				
	18	0,053	1,095	0,048	1,313	0,040
	20	0,099	0,920	0,108	0,779	0,127
	25	0,137	0,775	0,177	0,465	0,295
	50	0,362	0,504	0,720	0,128	2,840
	120	0,269				
	colector	0,053				
	totales		3,294	1,053	2,685	3,302

ANEXO 7. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DIFERENCIAL DE LA ARVEJA AMARILLA.

Datos del tamizado de la arveja amarilla a distintas condiciones de tostado.

Condiciones de tostado	TAMIZ	Dp (mm)	% retenido	% pasa	masa por tamiz (g)
200°C por 8 minutos	16	1,19	3,0916	96,908	0,196
	18	1	7,2078	89,701	0,512
	20	0,84	13,2534	76,447	0,663
	25	0,71	16,0236	60,424	0,835
	50	0,297	34,3169	26,107	1,618
	120	0,125	13,6727	12,434	0,558
	colector	<			
200°C por 7 minutos	16	1,19	3,5729	96,427	0,239
	18	1	7,1195	89,308	0,506
	20	0,84	12,6057	76,702	0,753
	25	0,71	15,7599	60,942	0,821
	50	0,297	34,8754	26,067	1,535
	120	0,125	18,7594	7,307	0,559
	colector	<			

Análisis granulométrico diferencial para la arveja amarilla tostada a distintas condiciones.

Condiciones de tostado	TAMIZ	$\Delta \phi_n$ diferencial de las fracciones	Dn promedio de diámetros	$\Delta \phi_n / D_n$	Dn ³	$\Delta \phi_n / D_n^3$
Tostado a 200°C por 8 minutos	16	0,039				
	18	0,101	1,095	0,092	1,313	0,077
	20	0,131	0,920	0,142	0,779	0,168
	25	0,165	0,775	0,212	0,465	0,354
	50	0,319	0,504	0,633	0,128	2,498
	120	0,110				
	colector	0,119				
	totales		3,294	1,080	2,685	3,097
Tostado a 200°C por 7 minutos	16	0,047				
	18	0,100	1,095	0,092	1,313	0,076
	20	0,149	0,920	0,162	0,779	0,192
	25	0,163	0,775	0,210	0,465	0,350
	50	0,305	0,504	0,605	0,128	2,387
	120	0,111				
	colector	0,098				
	totales		3,294	1,070	2,685	3,005

ANEXO 8. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DIFERENCIAL DE LAS MEZCLAS CON ARVEJA VERDE.

Datos del tamizado de las mezclas de granos a distintas condiciones de tostado con arveja verde

Condiciones de tostado	TAMIZ	Dp (mm)	% retenido	% pasa	masa por tamiz (g)
200°C por 8 minutos	16	1,19	3,4766	96,523	0,176
	18	1	8,1069	88,417	0,410
	20	0,84	12,1145	76,302	0,613
	25	0,71	16,9584	59,344	0,858
	50	0,297	34,2902	25,053	1,734
	120	0,125	15,1416	9,912	0,766
	colector	<			0,447
200°C por 9 minutos	16	1,19	5,5996	94,400	0,208
	18	1	7,0283	87,372	0,355
	20	0,84	11,9288	75,443	0,602
	25	0,71	17,0407	58,403	0,861
	50	0,297	27,005	31,398	1,704
	120	0,125	11,7806	19,617	0,918
	colector	<			0,366

Análisis granulométrico diferencial para las mezclas de granos a distintas condiciones de tostado con arveja verde

Condiciones de tostado	TAMIZ	$\Delta \phi n$ diferencial de las fracciones	Dn promedio de diámetros	$\Delta \phi n / Dn$	Dn3	$\Delta \phi n / Dn3$
Tostado a 200°C por 8 minutos	16	0,035				
	18	0,081	1,095	0,074	1,313	0,062
	20	0,121	0,920	0,132	0,779	0,156
	25	0,170	0,775	0,219	0,465	0,364
	50	0,343	0,504	0,681	0,128	2,686
	120	0,151				
	colector	0,088				
	totales		3,294	1,106	2,685	3,268
Tostado a 200°C por 9 minutos	16	0,041				
	18	0,070	1,095	0,064	1,313	0,053
	20	0,119	0,920	0,130	0,779	0,153
	25	0,170	0,775	0,220	0,465	0,366
	50	0,337	0,504	0,670	0,128	2,643
	120	0,182				
	colector	0,072				
	totales		3,294	1,084	2,685	3,216

ANEXO. 9 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DIFERENCIAL DE LAS MEZCLAS CON ARVEJA AMARILLA.

Datos del tamizado de las mezclas de granos a distintas condiciones de tostado con arveja amarilla

Condiciones de tostado	TAMIZ	Dp (mm)	% retenido	% pasa	masa por tamiz (g)
200°C por 8 minutos	16	1,19	3,0916	96,908	0,156
	18	1	7,2078	89,701	0,364
	20	0,84	13,2534	76,447	0,668
	25	0,71	16,0236	60,424	0,808
	50	0,297	34,3169	26,107	1,730
	120	0,125	13,6727	12,434	0,690
	colector	<			
200°C por 9 minutos	16	1,19	3,5729	96,427	0,179
	18	1	7,1195	89,308	0,358
	20	0,84	12,6057	76,702	0,633
	25	0,71	15,7599	60,942	0,791
	50	0,297	34,8754	26,067	1,751
	120	0,125	18,7594	7,307	0,942
	colector	<			

Análisis granulométrico diferencial para las mezclas de granos a distintas condiciones de tostado con arveja amarilla.

Condiciones de tostado	TAMIZ	$\Delta \phi n$ diferencial de las fracciones	Dn promedio de diámetros	$\Delta \phi n / Dn$	Dn3	$\Delta \phi n / Dn3$
Tostado a 200°C por 8 minutos	16	0,031				
	18	0,072	1,095	0,066	1,313	0,055
	20	0,133	0,920	0,144	0,779	0,170
	25	0,160	0,775	0,207	0,465	0,344
	50	0,343	0,504	0,681	0,128	2,688
	120	0,137				
	colector	0,101				
	totales			3,294	1,098	2,685
Tostado a 200°C por 9 minutos	16	0,036				
	18	0,071	1,095	0,065	1,313	0,054
	20	0,126	0,920	0,137	0,779	0,162
	25	0,158	0,775	0,203	0,465	0,339
	50	0,349	0,504	0,693	0,128	2,732
	120	0,188				
	colector	0,062				
	totales			3,294	1,098	2,685

ANEXO 10. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DIFERENCIAL DE LAS MEZCLAS CON DISTINTAS CONCENTRACIONES DE CLAVO Y CANELA.

Datos del tamizado de las mezclas de granos con diferentes contenidos de clavo y canela.

Cantidad de clavo y canela	TAMIZ	Dp (mm)	% retenido	% pasa	masa por tamiz (g)
0.2%	16	1,19	3,829	96,171	0,194
	18	1	7,322	88,849	0,370
	20	0,84	12,412	76,438	0,627
	25	0,71	15,540	60,897	0,785
	50	0,297	32,659	28,239	1,651
	120	0,125	16,229	12,010	0,821
	colector	<			
0.3%	16	1,19	4,087	95,913	0,207
	18	1	6,906	89,007	0,349
	20	0,84	11,118	77,889	0,562
	25	0,71	15,500	62,389	0,783
	50	0,297	35,909	26,480	1,813
	120	0,125	16,416	10,064	0,829
	colector	<			
0.4%	16	1,19	3,491	96,509	0,175
	18	1	6,702	89,808	0,336
	20	0,84	13,140	76,668	0,660
	25	0,71	18,235	58,433	0,915
	50	0,297	34,767	23,666	1,745
	120	0,125	14,012	9,654	0,703
	colector	<			
0.5%	16	1,19	3,496	96,504	0,177
	18	1	6,784	89,719	0,343
	20	0,84	12,195	77,525	0,617
	25	0,71	15,856	61,669	0,801
	50	0,297	33,829	27,841	1,710
	120	0,125	14,520	13,321	0,734
	colector	<			

Análisis granulométrico diferencial para la mezcla de granos a igual cantidad tostados a distintas condiciones de tostado.

Cantidad de clavo y canela	TAMIZ	$\Delta \phi_n$ diferencial de las fracciones	Dn promedio de diámetros	$\Delta \phi_n / D_n$	Dn3	$\Delta \phi_n / D_n^3$
0.2%	16	0,038				
	18	0,073	1,095	0,067	1,313	0,056
	20	0,124	0,920	0,135	0,779	0,159
	25	0,155	0,775	0,200	0,465	0,334

	50	0,327	0,504	0,649	0,128	2,558
	120	0,162				
	colector	0,068				
	totales		3,294	1,051	2,685	3,107
0.3%	16	0,041				
	18	0,069	1,095	0,063	1,313	0,053
	20	0,111	0,920	0,121	0,779	0,143
	25	0,155	0,775	0,200	0,465	0,333
	50	0,359	0,504	0,713	0,128	2,813
	120	0,164				
	cdector	0,076				
	totales		3,294	1,097	2,685	3,342
0.4%	16	0,035				
	18	0,067	1,095	0,061	1,313	0,051
	20	0,131	0,920	0,143	0,779	0,169
	25	0,182	0,775	0,235	0,465	0,392
	50	0,348	0,504	0,691	0,128	2,724
	120	0,140				
	cdector	0,079				
	totales		3,294	1,130	2,685	3,335
0.5%	16	0,035				
	18	0,068	1,095	0,062	1,313	0,052
	20	0,122	0,920	0,133	0,779	0,157
	25	0,158	0,775	0,204	0,465	0,340
	50	0,338	0,504	0,672	0,128	2,650
	120	0,145				
	cdector	0,101				
	totales		3,294	1,071	2,685	3,199

ANEXO 11.
CÁLCULOS DEL ÍNDICE DE MEZCLADO.

El siguiente cuadro muestra los datos del índice de mezclado, para sólidos granulares en donde se mezcló por 5 minutos una muestra de 85g de harina de trigo y 15g de garbanzo tostado (a 200°C por 8 minutos) y molido, la cual se utilizó como trazador.

Datos para realizar los cálculos del índice de mezclado para la harina de garbanzo con la harina de trigo.

Tiempo (minutos)	Peso de la muestra (g desoya)	Trazador	Fracción (X _i)	(X _i - X̄)	(X _i - X̄) ²
1 mn	11.4196	1.2560	0.109986	0.0026426	0.00006983
2 mn	11.7032	1.1925	0.101895	-0.0054484	0.00029685
3 mn	19.5370	1.9098	0.097752	-0.0095914	0.00091994
4 mn	8.5875	0.9340	0.108762	0.0014186	0.00002012
5 mn	16.4330	1.9444	0.118322	0.0109786	0.00120529
Total					0.00251203

$$\text{Muestreo: } S = \frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{N-1}$$

Trazador = Fracción que se desea en la mezcla.

X_i = Fracción del trazador.

X̄ = Promedio de las fracciones del trazador

N = Número de muestras

$$S = \frac{2.546 \times 10^{-4}}{4} = 0.01591$$

$$\mu_p = \frac{15}{100} = 0.15$$

$$\text{Trazador: } \sigma = \sum \frac{\mu(1-\mu)}{N} = 0.159687$$

I_S = Índice de mezclado para sólidos no cohesivos.

$$I_S = \frac{\sigma}{S} = \frac{0.06375}{0.01591} = 4.137$$

ANEXO 12.
CÁLCULOS DEL LA CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE LA HARINA Y
DE LA BEBIDA CALIENTE.

Cálculos para la harina.

- Humedad

$$\frac{W_{final} \times 100}{W_{inicial}} = \text{Base seca (\%)}$$

$$100 - \text{Base seca} = \text{Base Húmeda (\%)}$$

$$\frac{5.0173g \times 100}{5.0489g} = 99.37 \% \text{ Base seca}$$

$$100 - 99.37 \% = 0.6258 \% \text{ de humedad}$$

- Cenizas

$$\frac{W_{final} \times 100}{W_{inicial}} = \text{contenido de cenizas (\%)}$$

$$\frac{0.0923g \times 100}{2.0064g} = 4.6002 \%$$

- Contenido de grasa

$$\frac{W_{grasa} \times 100}{W_{inicial}}$$

$$\frac{1.1507g \times 100}{5.1745g} = 22.23\%$$

- Contenido de azúcares

$$\text{Azúcares} = \frac{\text{titulofeling}}{V_i} \times 100 \times \frac{100}{W_{muestra}}$$

$$\text{Azúcares} = \frac{0.074mL}{31mL} \times 100 \times \frac{100}{1.1130g} = 21.44 \%$$

- Contenido de nitrógeno no proteico

$$N(\%) = \frac{(V_1 - V_B) \times C \times M \times 100 \times PF}{m \times 1000}$$

Donde V_1 = volumen gastado (mL)

V_B = volumen blanco (mL)

C = concentración ácido (N)

M = peso molecular del nitrógeno (14 g/ mol)

m = peso de la muestra

PF = factor proteína general para el equipo Kjendal (6.25)

$$N(\%) = \frac{(33.68\text{mL} - 0.08\text{mL}) \times C \times 14\text{g/mol} \times 100 \times 6.25}{33.68 \times 1000} = 30.5496\%$$

Cálculos para la bebida.

- Humedad

$$\frac{W_{final} \times 100}{W_{inicial}} = \text{Base seca (\%)}$$

$$100 - \text{Base seca} = \text{Base Húmeda (\%)}$$

$$\frac{0.0388\text{g} \times 100}{5.0092\text{g}} = 0.76\% \text{ Base seca}$$

$$100 - 0.76\% = 99.24\% \text{ de humedad}$$

- Cenizas

$$\frac{W_{final} \times 100}{W_{inicial}} = \text{contenido de cenizas (\%)}$$

$$\frac{0.0015\text{g} \times 100}{2.0298\text{g}} = 0.073\%$$

- Contenido de grasa

$$\frac{W_{grasa} \times 100}{W_{inicial}}$$

$$\frac{0.283\text{g} \times 100}{50\text{mL}} = 0.56\%$$

- Contenido de azúcares

$$\text{Azúcares} = \frac{\text{titulofeling}}{V_i} \times 100 \times \frac{100}{W_{\text{muestra}}}$$

$$\text{Azúcares} = \frac{0.074\text{mL}}{6\text{mL}} \times 100 \times \frac{100}{250\text{mL}} = 0.49\%$$

- Contenido de nitrógeno no proteico

$$N(\%) = \frac{(V_1 - V_B) \times C \times M \times 100 \times PF}{m \times 1000}$$

Donde V_1 = volumen gastado (mL)

V_B = volumen blanco (mL)

C = concentración ácido (N)

M = peso molecular del nitrógeno (14 g/ mol)

m = peso de la muestra

PF = factor proteína general para el equipo Kjendal (6.25)

$$N(\%) = \frac{(7.58\text{mL} - 0.35\text{mL}) \times 0.1\text{N} \times 14\text{g/mol} \times 100 \times 6.25}{50\text{mL} \times 1000} = 0.1324\%$$

- Contenido de nitrógeno total

$$N(\%) = \frac{(V_1 - V_B) \times C \times M \times 100 \times PF}{m \times 1000}$$

Donde V_1 = volumen gastado (mL)

V_B = volumen blanco (mL)

C = concentración ácido (N)

M = peso molecular del nitrógeno (14 g/ mol)

m = peso de la muestra

PF = factor proteína general para el equipo Kjendal (6.25)

$$N(\%) = \frac{(13.2\text{mL} - 0.35\text{mL}) \times 0.1\text{N} \times 14\text{g/mol} \times 100 \times 6.25}{50\text{mL} \times 1000} = 0.2451\%$$

Cantidad por taza. Una taza de la bebida se prepara con 254 mL de agua y 10 g de harina.

- Cenizas

$$\% \text{cenizas bebida} \times \frac{V_{ftaza}}{100mL} = 0.069 \times \frac{254mL}{100mL} = 0.1756$$

- Grasa

$$\% \text{grasa bebida} \times \frac{V_{ftaza}}{100mL} = 0.56 \times \frac{254mL}{100mL} = 1.422$$

- Azúcares

$$\% \text{azúcares de la bebida} \times \frac{V_{ftaza}}{100mL} = 0.505 \times \frac{254mL}{100mL} = 1.2827$$

- Nitrógeno total

$$\% \text{nitrógeno total de la bebida} \times \frac{V_{ftaza}}{100mL} = 0.2451 \times \frac{254mL}{100mL} = 0.6225$$

- Sólidos totales

$$\% \text{sólidos de la bebida} \times \frac{V_{ftaza}}{100mL} = 0.82 \times \frac{254mL}{100mL} = 2.0828$$

Porcentaje recuperado de la harina en la bebida

- Cenizas

$$\frac{\text{porción}_{taza}}{\text{porción}_{harina}} \times 100 = \frac{0.17}{0.452} \times 100 = 37.61 \% \text{ recuperado de cenizas}$$

- Grasa

$$\frac{\text{porción}_{taza}}{\text{porción}_{harina}} \times 100 = \frac{1.422}{2.121} \times 100 = 67.04 \%$$

- Azúcares totales

$$\frac{\text{porción}_{taza}}{\text{porción}_{harina}} \times 100 = \frac{1.2827}{2.099} \times 100 = 31.61 \%$$

- Nitrógeno total

$$\frac{\text{porción taza}}{\text{porción harina}} \times 100 = \frac{0.6225}{3.0286} \times 100 = 20.55 \%$$

- Sólidos totales

$$\frac{\text{porción taza}}{\text{porción harina}} \times 100 = \frac{2.0828}{9.791} \times 100 = 21.27 \%$$

ANEXO 13. PRUEBA DUNCAN PARA LA EVALUACIÓN SENSORIAL
PRELIMINAR CON EXPERTOS.

ANEXO 14. PRUEBA DUNCAN PARA LA EVALUACIÓN SENSORIAL DE LAS
MUESTRAS CON ARVEJA VERDE Y ARVEJA AMARILLA CON EXPERTOS.

Marked differences are significant at $p < .05000$

Duncan test; Variable: AROMA (new.sta)

	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}
	M=6.7500	M=7.0000	M=8.0000	M=3.0000	M=3.0000	M=3.2500	M=2.0000	M=3.2500
m1		0,563806817	0,008279466	3,11711E-05	2,63091E-05	5,28462E-05	1,88577E-05	6,33961E-05
m2	0,563806817		0,025578659	2,63091E-05	2,15949E-05	3,11711E-05	1,74443E-05	5,28461E-05
m3	0,008279466	0,025578659		2,15949E-05	1,88577E-05	2,63091E-05	1,69937E-05	3,11711E-05
m4	3,11711E-05	2,63091E-05	2,15949E-05		1	0,563806817	0,038055668	0,587974344
m5	2,63091E-05	2,15949E-05	1,88577E-05	1		0,587974344	0,032667084	0,601477105
m6	5,28462E-05	3,11711E-05	2,63091E-05	0,563806817	0,587974344		0,011523048	1
m7	1,88577E-05	1,74443E-05	1,69937E-05	0,038055668	0,032667084	0,011523048		0,012795466
m8	6,33961E-05	5,28461E-05	3,11711E-05	0,587974344	0,601477105	1	0,012795466	
m9	0,00012192	6,35154E-05	5,28461E-05	0,01003704	0,011523048	0,032667084	4,41768E-05	0,025578659
m10	1,74443E-05	1,69937E-05	1,78688E-05	0,011523048	0,01003704	0,003010818	0,563806817	0,003333484
m11	1,69937E-05	1,78688E-05	1,15281E-05	0,000626802	0,000551757	0,000146959	0,106499011	0,000158714
m12	2,15949E-05	1,88577E-05	1,74443E-05	0,106499011	0,08905978	0,038055668	0,563806817	0,042285535

{9}	{10}	{11}	{12}
M=4.2500	M=1.7500	M=1.2500	M=2.2500
0,00012192	1,74443E-05	1,69937E-05	2,15949E-05
6,35154E-05	1,69937E-05	1,78688E-05	1,88577E-05
5,28461E-05	1,78688E-05	1,15281E-05	1,74443E-05
0,01003704	0,011523048	0,000626802	0,106499011
0,011523048	0,01003704	0,000551757	0,08905978
0,032667084	0,003010818	0,000146959	0,038055668
4,41768E-05	0,563806817	0,106499011	0,563806817
0,025578659	0,003333484	0,000158714	0,042285535
	2,21244E-05	1,74988E-05	0,000135144
2,21244E-05		0,251569063	0,279684992
1,74988E-05	0,251569063		0,038055668
0,000135144	0,279684992	0,038055668	

Duncan test; Variable: AMARGO (new.sta)

Marked differences are significant at $p < .05000$

	{1} M=7.2500	{2} M=7.7500	{3} M=6.7500	{4} M=7.0000	{5} M=6.0000	{6} M=7.2500	{7} M=7.0000	{8} M=4.7500	{9} M=4.0000
m1		0,251569063	0,307908211	0,587974344	0,012795466	1	0,601477105	2,44821E-05	1,69998E-05
m2	0,251569063		0,045688894	0,118310318	0,000698933	0,279684992	0,126801833	1,89061E-05	1,78688E-05
m3	0,307908211	0,045688894		0,587974344	0,08905978	0,296673825	0,563806817	0,000118088	2,66009E-05
m4	0,587974344	0,118310318	0,587974344		0,038055668	0,563806817	1	4,75201E-05	1,89061E-05
m5	0,012795466	0,000698933	0,08905978	0,038055668		0,011523048	0,032667084	0,006234955	0,000125297
m6	1	0,279684992	0,296673825	0,563806817	0,011523048		0,587974344	2,86572E-05	1,74497E-05
m7	0,601477105	0,126801833	0,563806817	1	0,032667084	0,587974344		6,52909E-05	2,16372E-05
m8	2,44821E-05	1,89061E-05	0,000118088	4,75201E-05	0,006234955	2,86572E-05	6,52909E-05		0,118310318
m9	1,69998E-05	1,78688E-05	2,66009E-05	1,89061E-05	0,000125297	1,74497E-05	2,16372E-05	0,118310318	
m10	2,21244E-05	1,74988E-05	0,000125567	4,29935E-05	0,008279466	2,44821E-05	4,75201E-05	1	0,106499011
m11	1,74497E-05	1,69938E-05	3,14161E-05	2,16372E-05	0,000125567	1,88625E-05	2,63406E-05	0,106499011	1
m12	1,78694E-05	1,15281E-05	2,16372E-05	1,74497E-05	4,29935E-05	1,69943E-05	1,88625E-05	0,042285535	0,563806817

{10} M=4.7500	{11} M=4.0000	{12} M=3.7500
2,21244E-05	1,74497E-05	1,78694E-05
1,74988E-05	1,69938E-05	1,15281E-05
0,000125567	3,14161E-05	2,16372E-05
4,29935E-05	2,16372E-05	1,74497E-05
0,008279466	0,000125567	4,29935E-05
2,44821E-05	1,88625E-05	1,69943E-05
4,75201E-05	2,63406E-05	1,88625E-05
1	0,106499011	0,042285535
0,106499011	1	0,563806817
	0,08905978	0,038055668
0,08905978		0,587974344
0,038055668	0,587974344	

Duncan test; Variable: RESIDUAL (new.sta)
 Marked differences are significant at p < .05000

	{1} M=8.0000	{2} M=9.0000	{3} M=8.7500	{4} M=7.0000	{5} M=7.7500	{6} M=8.0000	{7} M=9.0000	{8} M=6.2500	{9} M=9.0000
m1		0,026055477	0,063084178	0,026055477	0,566480501	1	0,019529939	0,000259167	0,023134152
m2	0,026055477		0,566480501	5,51833E-05	0,007629763	0,030477788	1	1,15906E-05	1
m3	0,063084178	0,566480501		0,000215074	0,026055477	0,086785588	0,526618333	1,79448E-05	0,552172392
m4	0,026055477	5,51833E-05	0,000215074		0,063084178	0,019529939	5,40072E-05	0,086785588	5,30792E-05
m5	0,566480501	0,007629763	0,026055477	0,063084178		0,526618333	0,006438625	0,001069122	0,007067271
m6	1	0,030477788	0,086785588	0,019529939	0,526618333		0,026055477	0,000215074	0,028460412
m7	0,019529939	1	0,526618333	5,40072E-05	0,006438625	0,026055477		1,70453E-05	1
m8	0,000259167	1,15906E-05	1,79448E-05	0,086785588	0,001069122	0,000215074	1,70453E-05		1,79257E-05
m9	0,023134152	1	0,552172392	5,30792E-05	0,007067271	0,028460412	1	1,79257E-05	
m10	1	0,028460412	0,077019935	0,023134152	0,552172392	1	0,023134152	0,000238359	0,026055477
m11	0,028460412	5,8175E-05	0,000238359		1	0,077019935	0,023134152	5,30792E-05	0,077019935
m12	0,007067271	2,3438E-05	5,30792E-05	0,552172392	0,023134152	0,005735263	2,20783E-05	0,209111533	2,20979E-05

{10} M=8.0000	{11} M=7.0000	{12} M=6.7500
1	0,028460412	0,007067271
0,028460412	5,8175E-05	2,3438E-05
0,077019935	0,000238359	5,30792E-05
0,023134152	1	0,552172392
0,552172392	0,077019935	0,023134152
1	0,023134152	0,005735263
0,023134152	5,30792E-05	2,20783E-05
0,000238359	0,077019935	0,209111533
0,026055477	5,51833E-05	2,20979E-05
	0,026055477	0,006438625
0,026055477		0,526618333
0,006438625	0,526618333	

Duncan test; Variable: GLOBAL (new.sta)
 Marked differences are significant at $p < .05000$

	{1} M=7.0000	{2} M=6.0000	{3} M=5.7500	{4} M=5.0000	{5} M=4.2500	{6} M=5.2500	{7} M=3.7500	{8} M=4.0000	{9} M=3.2500
m1		0,012951341	0,003301239	4,78754E-05	2,63229E-05	0,000147297	1,88578E-05	2,15962E-05	1,74443E-05
m2	0,012951341		0,51699228	0,020180766	0,000150029	0,07047313	2,39136E-05	4,34188E-05	1,88793E-05
m3	0,003301239	0,51699228		0,07047313	0,000710715	0,198826742	4,34188E-05	0,000150029	2,18222E-05
m4	4,78754E-05	0,020180766	0,07047313		0,057405903	0,51699228	0,004059155	0,016965065	0,000150029
m5	2,63229E-05	0,000150029	0,000710715	0,057405903		0,016965065	0,225027255	0,51699228	0,020180766
m6	0,000147297	0,07047313	0,198826742	0,51699228	0,016965065		0,000835019	0,004059155	4,34188E-05
m7	1,88578E-05	2,39136E-05	4,34188E-05	0,004059155	0,225027255	0,000835019		0,51699228	0,198826742
m8	2,15962E-05	4,34188E-05	0,000150029	0,016965065	0,51699228	0,004059155	0,51699228		0,07047313
m9	1,74443E-05	1,88793E-05	2,18222E-05	0,000150029	0,020180766	4,34188E-05	0,198826742	0,07047313	
m10	1,15281E-05	1,78688E-05	1,69937E-05	1,88577E-05	2,1595E-05	1,74443E-05	3,11825E-05	2,631E-05	5,39757E-05
m11	1,69937E-05	1,74443E-05	1,88577E-05	2,63091E-05	3,11718E-05	2,15949E-05	6,34662E-05	5,28533E-05	0,000126771
m12	1,78688E-05	1,69937E-05	1,74443E-05	2,15949E-05	2,63092E-05	1,88577E-05	5,28533E-05	3,11718E-05	6,42328E-05

{10} M=1.0000	{11} M=1.2500	{12} M=1.0000
1,15281E-05	1,69937E-05	1,78688E-05
1,78688E-05	1,74443E-05	1,69937E-05
1,69937E-05	1,88577E-05	1,74443E-05
1,88577E-05	2,63091E-05	2,15949E-05
2,1595E-05	3,11718E-05	2,63092E-05
1,74443E-05	2,15949E-05	1,88577E-05
3,11825E-05	6,34662E-05	5,28533E-05
2,631E-05	5,28533E-05	3,11718E-05
5,39757E-05	0,000126771	6,42328E-05
	0,542876333	1
0,542876333		0,51699228
1	0,51699228	

Analysis of Variance (new.sta)

Marked effects are significant at $p < .05000$

	SS	df	MS	SS	df	MS		
	Effect	Effect	Effect	Error	Error	Error	F	p
FRAGANCI	252,2291667	11	22,92992424	9,25	36	0,256944444	89,24078624	1,03311E-22
AROMA	220,0625	11	20,00568182	13,25	36	0,368055556	54,35506003	4,71004E-19
ACIDEZ	34,16666667	11	3,106060606	48,5	36	1,347222222	2,305529522	0,029216282
AMARGO	98,72916667	11	8,975378788	13,25	36	0,368055556	24,38593482	1,93769E-13
CUERPO	12,72916667	11	1,15719697	23,25	36	0,645833333	1,791788856	0,092376949
RESIDUAL	40,25	11	3,659090909	11	36	0,305555556	11,97520661	5,3829E-09
GLOBAL	179,4166667	11	16,31060606	10,5	36	0,291666667	55,92207792	2,92572E-19

Duncan test; Variable: FRAGANCI (new.sta)

Marked differences are significant at $p < .05000$

	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}
	M=8.0000	M=8.2500	M=7.2500	M=5.7500	M=5.7500	M=5.0000	M=3.0000	M=2.7500	M=3.7500
m1		0,490128252	0,043607068	6,3595E-05	5,31206E-05	3,11712E-05	2,15949E-05	1,88577E-05	2,63091E-05
m2	0,490128252		0,011255831	5,28643E-05	3,11994E-05	2,63091E-05	1,88577E-05	1,74443E-05	2,15949E-05
m3	0,043607068	0,011255831		0,000286372	0,000302919	5,31206E-05	2,63091E-05	2,15949E-05	3,11711E-05
m4	6,3595E-05	5,28643E-05	0,000286372		1	0,054333817	3,11727E-05	2,63092E-05	5,80691E-05
m5	5,31206E-05	3,11994E-05	0,000302919	1		0,043607068	5,2847E-05	3,11712E-05	6,59493E-05
m6	3,11712E-05	2,63091E-05	5,31206E-05	0,054333817	0,043607068		6,59493E-05	5,31206E-05	0,001429735
m7	2,15949E-05	1,88577E-05	2,63091E-05	3,11727E-05	5,2847E-05	6,59493E-05		0,490128252	0,043607068
m8	1,88577E-05	1,74443E-05	2,15949E-05	2,63092E-05	3,11712E-05	5,31206E-05	0,490128252		0,011255831
m9	2,63091E-05	2,15949E-05	3,11711E-05	5,80691E-05	6,59493E-05	0,001429735	0,043607068	0,011255831	
m10	1,69937E-05	1,78688E-05	1,74443E-05	1,88577E-05	2,15949E-05	2,63092E-05	0,013528608	0,054333817	8,11243E-05
m11	1,78688E-05	1,15281E-05	1,69937E-05	1,74443E-05	1,88577E-05	2,15949E-05	0,002720798	0,013528608	3,17939E-05
m12	1,74443E-05	1,69937E-05	1,88577E-05	2,15949E-05	2,63091E-05	3,11712E-05	0,011255831	0,043607068	8,9743E-05
	{10}	{11}	{12}						
	M=2.0000	M=1.7500	M=2.0000						
	1,69937E-05	1,78688E-05	1,74443E-05						
	1,78688E-05	1,15281E-05	1,69937E-05						
	1,74443E-05	1,69937E-05	1,88577E-05						
	1,88577E-05	1,74443E-05	2,15949E-05						
	2,15949E-05	1,88577E-05	2,63091E-05						
	2,63092E-05	2,15949E-05	3,11712E-05						
	0,013528608	0,002720798	0,011255831						
	0,054333817	0,013528608	0,043607068						
	8,11243E-05	3,17939E-05	8,9743E-05						
		0,490128252	1						
	0,490128252		0,516855688						
	1	0,516855688							

Duncan test; Variable: ACIDEZ (new.sta)

Marked differences are significant at $p < .05000$

	{1} M=5.0000	{2} M=5.2500	{3} M=6.5000	{4} M=5.7500	{5} M=6.2500	{6} M=4.7500	{7} M=5.7500	{8} M=6.0000	{9} M=4.5000
m1		0,762547362	0,121103421	0,412959839	0,19042123	0,762547362	0,39608642	0,2865421	0,571184979
m2	0,762547362		0,19042123	0,571184979	0,2865421	0,571184979	0,546344221	0,412959839	0,412959839
m3	0,121103421	0,19042123		0,412959839	0,762547362	0,07371258	0,423803884	0,571184979	0,042926756
m4	0,412959839	0,571184979	0,412959839		0,571184979	0,2865421	1	0,762547362	0,19042123
m5	0,19042123	0,2865421	0,762547362	0,571184979		0,121103421	0,585095975	0,762547362	0,07371258
m6	0,762547362	0,571184979	0,07371258	0,2865421	0,121103421		0,275377623	0,19042123	0,762547362
m7	0,39608642	0,546344221	0,423803884	1	0,585095975	0,275377623		0,777064795	0,18317304
m8	0,2865421	0,412959839	0,571184979	0,762547362	0,762547362	0,19042123	0,777064795		0,121103421
m9	0,571184979	0,412959839	0,042926756	0,19042123	0,07371258	0,762547362	0,18317304	0,121103421	
m10	0,294388339	0,195828915	0,013263904	0,07604162	0,024789673	0,423803884	0,07371258	0,044374326	0,585095975
m11	0,2865421	0,19042123	0,012776301	0,07371258	0,023926112	0,412959839	0,070854492	0,042926756	0,571184979
m12	0,412959839	0,2865421	0,023926112	0,121103421	0,042926756	0,571184979	0,116511222	0,07371258	0,762547362

{10} M=4.0000	{11} M=4.0000	{12} M=4.2500
0,294388339	0,2865421	0,412959839
0,195828915	0,19042123	0,2865421
0,013263904	0,012776301	0,023926112
0,07604162	0,07371258	0,121103421
0,024789673	0,023926112	0,042926756
0,423803884	0,412959839	0,571184979
0,07371258	0,070854492	0,116511222
0,044374326	0,042926756	0,07371258
0,585095975	0,571184979	0,762547362
	1	0,777064795
	1	0,762547362
0,777064795	0,762547362	

ANEXO 15. PRUEBA DUNCAN PARA LA EVALUACIÓN SENSORIAL DE LAS
MUESTRAS CON DISTINTAS CONCENTRACIONES DE CLAVO Y CANELA
CON EXPERTOS.

Analysis of Variance (new.sta)

Marked effects are significant at $p < .05000$

	SS	df	MS	SS	df	MS	F	p	
	Effect	Effect	Effect	Error	Error	Error			
FRAGANCI		34,5	11	3,136363636	8,5	36	0,236111111	13,28342246	1,33798E-09
AROMA	80,72916667		11	7,339015152	12,25	36	0,340277778	21,567718	1,25668E-12
ACIDEZ	3,229166667		11	0,293560606	8,25	36	0,229166667	1,280991736	0,274343986
AMARGO	25,72916667		11	2,339015152	20,75	36	0,576388889	4,058050383	0,000677033
CUERPO	483,2291667		11	43,92992424	6,75	36	0,1875	234,2929293	4,81583E-30
RESIDUAL	192,0625		11	17,46022727	12,25	36	0,340277778	51,31168831	1,233E-18
GLOBAL	152,2291667		11	13,83901515	13,25	36	0,368055556	37,60034305	2,05339E-16

Duncan test; Variable: FRAGANCI (new.sta)

Marked differences are significant at $p < .05000$

	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}
	M=7.0000	M=6.2500	M=7.0000	M=6.0000	M=5.7500	M=5.0000	M=5.2500	M=8.2500	M=5.7500
m1		0,051808641	1	0,01161776	0,002514034	2,235E-05	6,128E-05	0,00097935	0,002709565
m2	0,051808641		0,044985811	0,471693397	0,203361849	2,514E-03	1,401E-02	3,32001E-05	0,210810478
m3	1	0,044985811		0,010121225	0,00230477	2,110E-05	5,803E-05	0,00124884	0,002514034
m4	0,01161776	0,471693397	0,010121225	1	0,514370412	1,401E-02	6,116E-02	2,64837E-05	0,5241168
m5	0,002514034	0,203361849	0,00230477	0,514370412		5,181E-02	1,780E-01	1,74624E-05	1
m6	2,23539E-05	0,002514034	2,11021E-05	0,014010937	0,051808641		4,717E-01	1,15281E-05	0,044985811
m7	6,12813E-05	0,014010937	5,80302E-05	0,06115971	0,17797933	4,717E-01		1,78688E-05	0,154395562
m8	0,00097935	3,32001E-05	0,00124884	2,64837E-05	1,74624E-05	1,153E-05	1,787E-05		1,7014E-05
m9	0,002709565	0,210810478	0,002514034	0,5241168	1	4,499E-02	1,544E-01	1,7014E-05	
m10	0,498946343	0,154395562	0,471693397	0,044985811	0,01289875	5,803E-05	3,504E-04	0,000234261	0,014010937
m11	0,01289875	0,498946343	0,01161776	1	0,498946343	1,290E-02	5,704E-02	2,18206E-05	0,514370412
m12	0,014010937	0,514370412	0,01289875	1	0,471693397	1,162E-02	5,181E-02	1,91145E-05	0,498946343
	{10}	{11}	{12}						
	M=6.7500	M=6.0000	M=6.0000						
	0,498946343	0,01289875	0,014010937						
	0,154395562	0,498946343	0,514370412						
	0,471693397	0,01161776	0,01289875						
	0,044985811	1	1						
	0,01289875	0,498946343	0,471693397						
	5,80302E-05	0,01289875	0,01161776						
	0,000350391	0,057043412	0,051808641						
	0,000234261	2,18206E-05	1,91145E-05						
	0,014010937	0,514370412	0,498946343						
		0,051808641	0,057043412						
	0,051808641		1						
	0,057043412		1						

Duncan test; Variable: AMARGO (new.sta)
 Marked differences are significant at p < .05000

	{1} M=6.7500	{2} M=5.7500	{3} M=7.0000	{4} M=7.0000	{5} M=5.5000	{6} M=7.0000	{7} M=5.0000	{8} M=5.2500	{9} M=6.0000
m1		0,103930002	0,66499962	0,676426633	0,04593151	0,644365227	0,00656249	0,018259207	0,195741488
m2	0,103930002		0,04870759	0,051010209	0,644365227	0,04593151	0,211305505	0,387105976	0,66499962
m3	0,66499962	0,04870759		1	0,019444607	1	0,002304681	0,007010297	0,103930002
m4	0,676426633	0,051010209	1		0,020478892	1	0,002445032	0,007414857	0,109695817
m5	0,04593151	0,644365227	0,019444607	0,020478892		0,018259207	0,387105976	0,644365227	0,404046652
m6	0,644365227	0,04593151	1	1	0,018259207		0,002155828	0,00656249	0,096288035
m7	0,00656249	0,211305505	0,002304681	0,002445032	0,387105976	0,002155828		0,644365227	0,109695817
m8	0,018259207	0,387105976	0,007010297	0,007414857	0,644365227	0,00656249	0,644365227		0,221934729
m9	0,195741488	0,66499962	0,103930002	0,109695817	0,404046652	0,096288035	0,109695817	0,221934729	
m10	0,41496763	0,020478892	0,66499962	0,644365227	0,007414857	0,676426633	0,000749583	0,002445032	0,04870759
m11	0,211305505	0,644365227	0,109695817	0,114168061	0,387105976	0,103930002	0,103930002	0,211305505	1
m12	0,357997614	0,404046652	0,211305505	0,221934729	0,221934729	0,195741488	0,04870759	0,109695817	0,644365227

	{10} M=7.2500	{11} M=6.0000	{12} M=6.2500
	0,41496763	0,211305505	0,357997614
	0,020478892	0,644365227	0,404046652
	0,66499962	0,109695817	0,211305505
	0,644365227	0,114168061	0,221934729
	0,007414857	0,387105976	0,221934729
	0,676426633	0,103930002	0,195741488
	0,000749583	0,103930002	0,04870759
	0,002445032	0,211305505	0,109695817
	0,04870759	1	0,644365227
		0,051010209	0,109695817
	0,051010209		0,66499962
	0,109695817	0,66499962	

Duncan test; Variable: RESIDUAL (new.sta)
 Marked differences are significant at $p < .05000$

	{1} M=8.2500	{2} M=9.0000	{3} M=8.7500	{4} M=7.2500	{5} M=7.7500	{6} M=7.7500	{7} M=5.5000	{8} M=3.0000	{9} M=4.0000
m1		0,093439982	0,233448103	0,031137328	0,233448103	0,261016578	2,64207E-05	1,69937E-05	1,88577E-05
m2	0,093439982		0,54838801	0,000400591	0,007527024	0,008691962	1,88578E-05	1,15281E-05	1,69937E-05
m3	0,233448103	0,54838801		0,001833507	0,026538498	0,031137328	2,15961E-05	1,78688E-05	1,74443E-05
m4	0,031137328	0,000400591	0,001833507		0,261016578	0,233448103	0,000264554	2,15949E-05	3,11717E-05
m5	0,233448103	0,007527024	0,026538498	0,261016578			3,82351E-05	1,74443E-05	2,15949E-05
m6	0,261016578	0,008691962	0,031137328	0,233448103		1	5,98889E-05	1,88577E-05	2,63091E-05
m7	2,64207E-05	1,88578E-05	2,15961E-05	0,000264554	3,82351E-05	5,98889E-05		3,20431E-05	0,001253798
m8	1,69937E-05	1,15281E-05	1,78688E-05	2,15949E-05	1,74443E-05	1,88577E-05	3,20431E-05		0,026538498
m9	1,88577E-05	1,69937E-05	1,74443E-05	3,11717E-05	2,15949E-05	2,63091E-05	0,001253798	0,026538498	
m10	3,82351E-05	2,1609E-05	2,64207E-05	0,004643309	0,000314692	0,000264554	0,233448103	2,63194E-05	9,37698E-05
m11	1,74443E-05	1,78688E-05	1,69937E-05	2,63092E-05	1,88577E-05	2,15949E-05	0,000314692	0,07746789	0,54838801
m12	2,1595E-05	1,74443E-05	1,88577E-05	5,3458E-05	2,63194E-05	3,11796E-05	0,07746789	0,000314692	0,07746789

{10} M=6.0000	{11} M=3.7500	{12} M=4.7500
3,82351E-05	1,74443E-05	2,1595E-05
2,1609E-05	1,78688E-05	1,74443E-05
2,64207E-05	1,69937E-05	1,88577E-05
0,004643309	2,63092E-05	5,3458E-05
0,000314692	1,88577E-05	2,63194E-05
0,000264554	2,15949E-05	3,11796E-05
0,233448103	0,000314692	0,07746789
2,63194E-05	0,07746789	0,000314692
9,37698E-05	0,54838801	0,07746789
	3,82351E-05	0,006176288
3,82351E-05		0,026538498
0,006176288	0,026538498	

Duncan test; Variable: GLOBAL (new.sta)
 Marked differences are significant at $p < .05000$

	{1} M=3.7500	{2} M=5.2500	{3} M=4.7500	{4} M=5.0000	{5} M=4.0000	{6} M=4.7500	{7} M=8.0000	{8} M=8.0000	{9} M=8.7500
m1		0,003010818	0,032667084	0,011523048	0,563806817	0,038055668	1,88577E-05	1,69937E-05	1,15281E-05
m2	0,003010818		0,296673825	0,563806817	0,011523048	0,279684992	6,35154E-05	3,14161E-05	2,15952E-05
m3	0,032667084	0,296673825		0,587974344	0,08905978	1	2,6312E-05	1,88625E-05	1,69938E-05
m4	0,011523048	0,563806817	0,587974344		0,038055668	0,563806817	5,2863E-05	2,63406E-05	1,88578E-05
m5	0,563806817	0,011523048	0,08905978	0,038055668		0,106499011	2,15949E-05	1,74443E-05	1,78688E-05
m6	0,038055668	0,279684992	1	0,563806817	0,106499011		3,11735E-05	2,1599E-05	1,74443E-05
m7	1,88577E-05	6,35154E-05	2,6312E-05	5,2863E-05	2,15949E-05	3,11735E-05			1
m8	1,69937E-05	3,14161E-05	1,88625E-05	2,63406E-05	1,74443E-05	2,1599E-05	1		0,106499011
m9	1,15281E-05	2,15952E-05	1,69938E-05	1,88578E-05	1,78688E-05	1,74443E-05	0,126801833	0,106499011	
m10	2,16372E-05	0,001397048	0,000125297	0,000397126	2,66009E-05	0,000125567	0,006234955	0,01003704	0,000135144
m11	1,78688E-05	2,63406E-05	1,74448E-05	2,1599E-05	1,69937E-05	1,88581E-05	0,601477105	0,563806817	0,251569063
m12	1,74443E-05	5,30123E-05	2,1599E-05	3,11974E-05	1,88577E-05	2,6312E-05	1	1	0,118310318

	{10} M=6.7500	{11} M=8.2500	{12} M=8.0000
	2,16372E-05	1,78688E-05	1,74443E-05
	0,001397048	2,63406E-05	5,30123E-05
	0,000125297	1,74448E-05	2,1599E-05
	0,000397126	2,1599E-05	3,11974E-05
	2,66009E-05	1,69937E-05	1,88577E-05
	0,000125567	1,88581E-05	2,6312E-05
	0,006234955	0,601477105	1
	0,01003704	0,563806817	1
	0,000135144	0,251569063	0,118310318
		0,002655972	0,008279466
	0,002655972		0,587974344
	0,008279466	0,587974344	

Duncan test; Variable: AROMA (new.sta)
 Marked differences are significant at $p < .05000$

	{1} M=4.7500	{2} M=5.0000	{3} M=6.2500	{4} M=3.0000	{5} M=3.0000	{6} M=3.0000	{7} M=5.7500	{8} M=7.0000	{9} M=5.0000
m1		0,587015228	0,002523798	0,000259612	0,000264554	0,000314692	0,034792816	3,0031E-05	0,573151904
m2	0,587015228		0,008691962	8,61068E-05	8,55436E-05	9,27277E-05	0,07746789	8,55436E-05	1
m3	0,002523798	0,008691962		1,74458E-05	1,69955E-05	1,78707E-05	0,277831337	0,07746789	0,009699564
m4	0,000259612	8,61068E-05	1,74458E-05			1	2,64207E-05	1,69937E-05	9,37698E-05
m5	0,000264554	8,55436E-05	1,69955E-05		1		2,17405E-05	1,78688E-05	8,61068E-05
m6	0,000314692	9,27277E-05	1,78707E-05		1	1	1,90236E-05	1,15281E-05	8,55436E-05
m7	0,034792816	0,07746789	0,277831337	2,64207E-05	2,17405E-05	1,90236E-05		0,008691962	0,093439982
m8	3,0031E-05	8,55436E-05	0,07746789	1,69937E-05	1,78688E-05	1,15281E-05	0,008691962		9,27277E-05
m9	0,573151904	1	0,009699564	9,37698E-05	8,61068E-05	8,55436E-05	0,093439982	9,27277E-05	
m10	0,010584113	0,031137328	0,54838801	1,8874E-05	1,74626E-05	1,70142E-05	0,573151904	0,026538498	0,034792816
m11	0,54838801	1	0,010584113	9,34601E-05	9,37698E-05	8,61068E-05	0,104415037	9,67562E-05	1
m12	0,009699564	0,026538498	0,573151904	2,1609E-05	1,8874E-05	1,74626E-05	0,54838801	0,031137328	0,031137328

{10} M=6.0000	{11} M=5.0000	{12} M=6.0000
0,010584113	0,54838801	0,009699564
0,031137328	1	0,026538498
0,54838801	0,010584113	0,573151904
1,8874E-05	9,34601E-05	2,1609E-05
1,74626E-05	9,37698E-05	1,8874E-05
1,70142E-05	8,61068E-05	1,74626E-05
0,573151904	0,104415037	0,54838801
0,026538498	9,67562E-05	0,031137328
0,034792816	1	0,031137328
	0,037759326	1
0,037759326		0,034792816
1	0,034792816	

Duncan test; Variable: CUERPO (new.sta)

Marked differences are significant at $p < .05000$

	{1} M=1.2500	{2} M=1.0000	{3} M=1.2500	{4} M=1.7500	{5} M=3.0000	{6} M=2.2500	{7} M=7.0000	{8} M=7.2500	{9} M=8.2500
m1		0,419733867	<input type="text" value="1"/>	0,131215205	3,40909E-05	0,004136263	2,63091E-05	2,15949E-05	1,69937E-05
m2	0,419733867		0,448121435	0,029474556	2,64948E-05	0,000547203	2,15949E-05	1,88577E-05	1,78688E-05
m3	<input type="text" value="1"/>	0,448121435		0,111315741	5,49634E-05	0,00336458	3,11711E-05	2,63091E-05	1,74443E-05
m4	0,131215205	0,029474556	0,111315741		0,000394136	0,111315741	5,2846E-05	3,11711E-05	1,88577E-05
m5	3,40909E-05	2,64948E-05	5,49634E-05	0,000394136		0,019420539	0,000121222	6,3396E-05	2,63091E-05
m6	0,004136263	0,000547203	0,00336458	0,111315741	0,019420539		6,3396E-05	5,2846E-05	2,15949E-05
m7	2,63091E-05	2,15949E-05	3,11711E-05	5,2846E-05	0,000121222	6,3396E-05		0,419733867	0,000547203
m8	2,15949E-05	1,88577E-05	2,63091E-05	3,11711E-05	6,3396E-05	5,2846E-05	0,419733867		0,004136263
m9	1,69937E-05	1,78688E-05	1,74443E-05	1,88577E-05	2,63091E-05	2,15949E-05	0,000547203	0,004136263	<input type="text" value="1"/>
m10	1,74443E-05	1,69937E-05	1,88577E-05	2,15949E-05	3,11711E-05	2,63091E-05	0,000472807	0,00336458	<input type="text" value="1"/>
m11	1,78688E-05	1,15281E-05	1,69937E-05	1,74443E-05	2,15949E-05	1,88577E-05	2,97666E-05	7,88552E-05	0,111315741
m12	1,88577E-05	1,74443E-05	2,15949E-05	2,63091E-05	5,2846E-05	3,11711E-05	0,000394136	0,002522459	<input type="text" value="1"/>

	{10} M=8.2500	{11} M=8.7500	{12} M=8.2500
	1,74443E-05	1,78688E-05	1,88577E-05
	1,69937E-05	1,15281E-05	1,74443E-05
	1,88577E-05	1,69937E-05	2,15949E-05
	2,15949E-05	1,74443E-05	2,63091E-05
	3,11711E-05	2,15949E-05	5,2846E-05
	2,63091E-05	1,88577E-05	3,11711E-05
	0,000472807	2,97666E-05	0,000394136
	0,00336458	7,88552E-05	0,002522459
	<input type="text" value="1"/>	0,111315741	<input type="text" value="1"/>
	<input type="text" value="1"/>	0,131215205	<input type="text" value="1"/>
	0,131215205		0,144386774
	<input type="text" value="1"/>	0,144386774	

Analysis of Variance (new.sta)

Marked effects are significant at p < .05000

	SS	df	MS	SS	df	MS		
	Effect	Effect	Effect	Error	Error	Error	F	p
FRAGANCI	252,2291667	11	22,92992424	9,25	36	0,256944444	89,24078624	1,03311E-22
AROMA	220,0625	11	20,00568182	13,25	36	0,368055556	54,35506003	4,71004E-19
ACIDEZ	34,16666667	11	3,106060606	48,5	36	1,347222222	2,305529522	0,029216282
AMARGO	98,72916667	11	8,975378788	13,25	36	0,368055556	24,38593482	1,93769E-13
CUERPO	12,72916667	11	1,15719697	23,25	36	0,645833333	1,791788856	0,092376949
RESIDUAL	40,25	11	3,659090909	11	36	0,305555556	11,97520661	5,3829E-09
GLOBAL	179,4166667	11	16,31060606	10,5	36	0,291666667	55,92207792	2,92572E-19

Duncan test; Variable: FRAGANCI (new.sta)

Marked differences are significant at p < .05000

{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}
M=8.0000	M=8.2500	M=7.2500	M=5.7500	M=5.7500	M=5.0000	M=3.0000	M=2.7500
	0,490128252	0,043607068	6,3595E-05	5,31206E-05	3,11712E-05	2,15949E-05	1,88577E-05
0,490128252		0,011255831	5,28643E-05	3,11994E-05	2,63091E-05	1,88577E-05	1,74443E-05
0,043607068	0,011255831		0,000286372	0,000302919	5,31206E-05	2,63091E-05	2,15949E-05
6,3595E-05	5,28643E-05	0,000286372		1	0,054333817	3,11727E-05	2,63092E-05
5,31206E-05	3,11994E-05	0,000302919	1		0,043607068	5,2847E-05	3,11712E-05
3,11712E-05	2,63091E-05	5,31206E-05	0,054333817	0,043607068		6,59493E-05	5,31206E-05
2,15949E-05	1,88577E-05	2,63091E-05	3,11727E-05	5,2847E-05	6,59493E-05		0,490128252
1,88577E-05	1,74443E-05	2,15949E-05	2,63092E-05	3,11712E-05	5,31206E-05	0,490128252	
2,63091E-05	2,15949E-05	3,11711E-05	5,80691E-05	6,59493E-05	0,001429735	0,043607068	0,011255831
1,69937E-05	1,78688E-05	1,74443E-05	1,88577E-05	2,15949E-05	2,63092E-05	0,013528608	0,054333817
1,78688E-05	1,15281E-05	1,69937E-05	1,74443E-05	1,88577E-05	2,15949E-05	0,002720798	0,013528608
1,74443E-05	1,69937E-05	1,88577E-05	2,15949E-05	2,63091E-05	3,11712E-05	0,011255831	0,043607068
			M=3.7500	M=2.0000	M=1.7500	M=2.0000	
			2,63091E-05	1,69937E-05	1,78688E-05	1,74443E-05	
			2,15949E-05	1,78688E-05	1,15281E-05	1,69937E-05	
			3,11711E-05	1,74443E-05	1,69937E-05	1,88577E-05	
			5,80691E-05	1,88577E-05	1,74443E-05	2,15949E-05	
			6,59493E-05	2,15949E-05	1,88577E-05	2,63091E-05	
			0,001429735	2,63092E-05	2,15949E-05	3,11712E-05	
			0,043607068	0,013528608	0,002720798	0,011255831	
			0,011255831	0,054333817	0,013528608	0,043607068	
				8,11243E-05	3,17939E-05	8,9743E-05	
			8,11243E-05		0,490128252		1
			3,17939E-05	0,490128252		0,516855688	
			8,9743E-05		1	0,516855688	

Duncan test; Variable: AROMA (new.sta)
 Marked differences are significant at $p < .05000$

	{1} M=6.7500	{2} M=7.0000	{3} M=8.0000	{4} M=3.0000	{5} M=3.0000	{6} M=3.2500	{7} M=2.0000	{8} M=3.2500	{9} M=4.2500
m1		0,563806817	0,008279466	3,11711E-05	2,63091E-05	5,28462E-05	1,88577E-05	6,33961E-05	0,00012192
m2	0,563806817		0,025578659	2,63091E-05	2,15949E-05	3,11711E-05	1,74443E-05	5,28461E-05	6,35154E-05
m3	0,008279466	0,025578659		2,15949E-05	1,88577E-05	2,63091E-05	1,69937E-05	3,11711E-05	5,28461E-05
m4	3,11711E-05	2,63091E-05	2,15949E-05			1	0,038055668	0,587974344	0,01003704
m5	2,63091E-05	2,15949E-05	1,88577E-05		1		0,032667084	0,601477105	0,011523048
m6	5,28462E-05	3,11711E-05	2,63091E-05	0,563806817	0,587974344		0,011523048		1
m7	1,88577E-05	1,74443E-05	1,69937E-05	0,038055668	0,032667084	0,011523048		0,012795466	4,41768E-05
m8	6,33961E-05	5,28461E-05	3,11711E-05	0,587974344	0,601477105		1	0,012795466	0,025578659
m9	0,00012192	6,35154E-05	5,28461E-05	0,01003704	0,011523048	0,032667084	4,41768E-05	0,025578659	
m10	1,74443E-05	1,69937E-05	1,78688E-05	0,011523048	0,01003704	0,003010818	0,563806817	0,003333484	2,21244E-05
m11	1,69937E-05	1,78688E-05	1,15281E-05	0,000626802	0,000551757	0,000146959	0,106499011	0,000158714	1,74988E-05
m12	2,15949E-05	1,88577E-05	1,74443E-05	0,106499011	0,08905978	0,038055668	0,563806817	0,042285535	0,000135144

{10} M=1.7500	{11} M=1.2500	{12} M=2.2500
1,74443E-05	1,69937E-05	2,15949E-05
1,69937E-05	1,78688E-05	1,88577E-05
1,78688E-05	1,15281E-05	1,74443E-05
0,011523048	0,000626802	0,106499011
0,01003704	0,000551757	0,08905978
0,003010818	0,000146959	0,038055668
0,563806817	0,106499011	0,563806817
0,003333484	0,000158714	0,042285535
2,21244E-05	1,74988E-05	0,000135144
	0,251569063	0,279684992
0,251569063		0,038055668
0,279684992	0,038055668	

Analysis of Variance (new.sta)

Marked effects are significant at $p < .05000$

	SS Effect	df Effect	MS Effect	SS Error	df Error	MS Error	F	p
FRAGANCI	29,5	7	4,214285714	4,5	24	0,1875	22,47619048	4,38877E-09
AROMA	39,96875	7	5,709821429	21,25	24	0,885416667	6,448739496	0,000245648
ACIDEZ	52,46875	7	7,495535714	20,25	24	0,84375	8,883597884	2,17896E-05
AMARGO	5,71875	7	0,816964286	8,75	24	0,364583333	2,240816327	0,066479925
CUERPO	5	7	0,714285714	10,5	24	0,4375	1,632653061	0,174223881
RESIDUAL	11,375	7	1,625	18,5	24	0,770833333	2,108108108	0,081968119
GLOBAL	8,5	7	1,214285714	15	24	0,625	1,942857143	0,106515669

Duncan test; Variable: FRAGANCI (new.sta)

Marked differences are significant at $p < .05000$

	{1} M=4.7500	{2} M=5.0000	{3} M=6.0000	{4} M=5.0000	{5} M=6.0000	{6} M=6.7500	{7} M=7.0000	{8} M=7.5000
m1		0,449267999	0,000791194	0,42240792	0,00091607	2,91701E-05	2,42467E-05	2,10659E-05
m2	0,449267999		0,003416242	1	0,00448661	6,5898E-05	3,28284E-05	2,7612E-05
m3	0,000791194	0,003416242		0,00448661	1	0,028081064	0,00543302	0,00014763
m4	0,42240792	1	0,00448661		0,00543302	4,58236E-05	2,91701E-05	2,40949E-05
m5	0,00091607	0,00448661	1	0,00543302		0,022115773	0,00448661	0,000146195
m6	2,91701E-05	6,5898E-05	0,028081064	4,58236E-05	0,022115773		0,42240792	0,028081064
m7	2,42467E-05	3,28284E-05	0,00543302	2,91701E-05	0,00448661	0,42240792		0,115669063
m8	2,10659E-05	2,7612E-05	0,00014763	2,40949E-05	0,000146195	0,028081064	0,115669063	

Duncan test; Variable: AROMA (new.sta)

Marked differences are significant at $p < .05000$

	{1} M=4.7500	{2} M=4.0000	{3} M=5.7500	{4} M=4.2500	{5} M=3.5000	{6} M=3.5000	{7} M=4.5000	{8} M=7.0000
m1		0,313750199	0,146038733	0,485936782	0,108984453	0,103880342	0,710544549	0,003410002
m2	0,313750199		0,024996906	0,710544549	0,485936782	0,4598242	0,485936782	0,000379029
m3	0,146038733	0,024996906		0,04811229	0,005840654	0,005348631	0,087151091	0,072622392
m4	0,485936782	0,710544549	0,04811229		0,313750199	0,297995213	0,710544549	0,000812696
m5	0,108984453	0,485936782	0,005840654	0,313750199		1	0,190503663	8,64452E-05
m6	0,103880342	0,4598242	0,005348631	0,297995213	1		0,181410623	8,46314E-05
m7	0,710544549	0,485936782	0,087151091	0,710544549	0,190503663	0,181410623		0,001709094
m8	0,003410002	0,000379029	0,072622392	0,000812696	8,64452E-05	8,46314E-05	0,001709094	

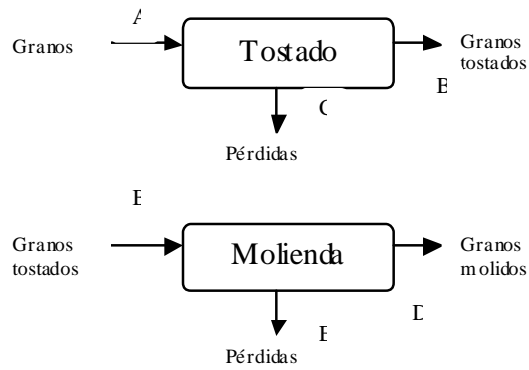
Duncan test; Variable: ACIDEZ (new.sta)

Marked differences are significant at $p < .05000$

	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}
	M=5.5000	M=4.0000	M=6.2500	M=3.0000	M=4.5000	M=4.0000	M=4.7500	M=7.2500
m1		0,043178114	0,259715616	0,001802628	0,157950765	0,047413541	0,259715616	0,016562284
m2	0,043178114		0,003963097	0,157950765	0,449080694	1	0,286548674	0,000127812
m3	0,259715616	0,003963097		0,000139341	0,019513685	0,004430417	0,03758779	0,136872863
m4	0,001802628	0,157950765	0,000139341		0,043178114	0,136872863	0,021878783	2,30792E-05
m5	0,157950765	0,449080694	0,019513685	0,043178114		0,475429846	0,703827228	0,000641038
m6	0,047413541	1	0,004430417	0,136872863	0,475429846		0,302241168	0,000139341
m7	0,259715616	0,286548674	0,03758779	0,021878783	0,703827228	0,302241168		0,001374341
m8	0,016562284	0,000127812	0,136872863	2,30792E-05	0,000641038	0,000139341	0,001374341	

ANEXO 16.
BALANCES DE MATERIA Y ENERGÍA.

Balace de Materia.



Para la arveja amarilla:

- En el tostado:

$$A = B + C$$

$$100 \text{ g} = 78.96 \text{ g} - C$$

$$C = 21.04 \text{ g} = 21.04 \%$$

- En la molienda:

$$B = D + E$$

$$78.96 \text{ g} = 78.5 \text{ g} + E$$

$$E = 0.$$

Para el Garbanzo:

- En el tostado:

$$A = B + C$$

$$100 \text{ g} = 75.14 \text{ g} - C$$

$$C = 24.86 \text{ g} = 24.86 \%$$

- En la molienda:

$$B = D + E$$

$$75.14 \text{ g} = 75.05 \text{ g} + E$$

$$E = 0.09 \text{ g} = 0.09 \%$$

Para la Soya:

- En el tostado:

$$A = B + C$$

$$100 \text{ g} = 79.42 \text{ g} - C$$

$$C = 20.58 \text{ g} = 20.58 \%$$

- En la molienda:

$$B = D + E$$

$$79.42 \text{ g} = 79.4 \text{ g} + E$$

$$E = 0.02 \text{ g} = 0.02\%$$

$$Q_p = 1.424 M_c + 1.549 M_p + 1.675 M_f + 0.837 M_a + 4.187 M_m^{47}$$

Donde: M = fracción en peso

c = carbohidratos

p = proteína

f = grasa

a = cenizas

m = humedad

$$Q_p = \text{KJ} / \text{Kg}^\circ\text{C}$$

$$Q = M C_p \Delta T$$

Donde: M = masa inicial (Kg.)

C_p = calor específico del grano (KJ / Kg $^\circ\text{C}$)

ΔT = diferencia de temperaturas ($T_2 - T_1$) ($^\circ\text{C}$)

Para la arveja amarilla

$$Q_p = 1.424 (0.61) + 1.549 (0.20) + 1.675 (0.015) + 0.837 (0.025) + 4.187 (0.10)$$

$$Q_p = 1.6429 \text{ KJ} / \text{Kg}^\circ\text{C}$$

$$Q = 0.1 \text{ Kg} * 1.6429 \text{ KJ} / \text{Kg}^\circ\text{C} * (200 - 20)^\circ\text{C}$$

$$Q = 29.57 \text{ KJ}$$

Para el garbanzo

$$Q_p = 1.424 (0.578) + 1.549 (0.221) + 1.675 (0.05) + 0.837 (0.03) + 4.187 (0.081)$$

$$Q_p = 1.6125 \text{ KJ} / \text{Kg}^\circ\text{C}$$

$$Q = 0.1 \text{ Kg} * 1.6125 \text{ KJ} / \text{Kg}^\circ\text{C} * (200 - 20)^\circ\text{C}$$

⁴⁷ SINGH, P. Introducción a la Ingeniería de los alimentos. Ed. Acribia año 1998 p 154

$$Q = 29.025 \text{ KJ}$$

Para la Soya

$$Q_p = 1.424 (0.30) + 1.549 (0.38) + 1.675 (0.18) + 0.837 (0) + 4.187 (0.14)$$

$$Q_p = 1.9034 \text{ KJ/ Kg } ^\circ\text{C}$$

$$Q = 0.1 \text{ Kg} * 1.9034 \text{ KJ/ Kg } ^\circ\text{C} * (200 - 20) ^\circ\text{C}$$

$$Q = 34.26 \text{ KJ}$$