

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA

TRABAJO DE GRADUACIÓN
EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO Y CALIDAD DE TAZA DE CUATRO TIPOS DE CAFÉ
Y CUATRO RANGOS DE HUMEDAD, EN CONDICIONES DE ALMACENAJE, EN EL
BENEFICIO LOS OLIVOS, VILLA NUEVA, GUATEMALA, C.A.

FELIX MANFREDO MARROQUÍN MORÁN

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA

TRABAJO DE GRADUACIÓN
EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO Y CALIDAD DE TAZA DE CUATRO TIPOS DE CAFÉ
Y CUATRO RANGOS DE HUMEDAD, EN CONDICIONES DE ALMACENAJE, EN EL
BENEFICIO LOS OLIVOS, VILLA NUEVA, GUATEMALA, C.A.

POR
FELIX MANFREDO MARROQUÍN MORÁN

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO
INGENIERO AGRÓNOMO
EN
SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA
EN EL GRADO ACADÉMICO DE
LICENCIADO



GUATEMALA, OCTUBRE 2017
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR
Dr. Carlos Guillermo Alvarado Cerezo

Junta Directiva de la Facultad de Agronomía

Decano	Ing. Agr. Mario Antonio Godínez López
Vocal I	Dr. Tomás Antonio Padilla Cámara
Vocal II	Ing. Agr. M. A. César Linneo García Contreras
Vocal III	Ing. Agr. M. Sc. Erberto Raúl Alfaro Ortiz
Vocal IV	P. Agr. Walfer Yasmany Godoy Santos
Vocal V	P. Contador Neydi Yasmine Juracán Morales
Secretario	Ing. Agr. Juan Alberto Herrera Ardón

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2017

Guatemala, noviembre de 2017

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de graduación titulado:

EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO Y CALIDAD DE TAZA DE CUATRO TIPOS DE CAFÉ Y CUATRO RANGOS DE HUMEDAD, EN CONDICIONES DE ALMACENAJE, EN EL BENEFICIO LOS OLIVOS, VILLA NUEVA, GUATEMALA, C.A.

Como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

Esperando que el mismo llene los requisitos necesarios para su aprobación, me es grato suscribirme,
Atentamente,

“ID Y ENSEÑAR A TODOS”

Félix Manfredo Marroquín Morán

ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS: Me ha mandado fuerzas, sabiduría e inteligencia, para llegar hasta donde estoy, en ningún momento por más difícil que se pusiera la situación me dejo solo.

MIS PADRES: Félix Manfredo Marroquín García e Hilda Beatriz Moran Castillo, por ser los pilares de este logro ya que me apoyaron en todo momento, por sus amor, por sus valiosos consejos, todo esto es gracias a ellos.

MIS ABUELITAS: Anselma García e Inés Castillo, por todo el apoyo que me brindaron todo este tiempo, y por sus sabios consejos.

MI HERMANA: Hilda Karina Marroquín Moran, porque siempre estuvo apoyándome en los buenos y malos momentos.

MI TIA: Esperanza Moran, gracias por ser como mi mama cuando estuve en la universidad, y apoyarme siempre en todo, bendiciones.

MI NOVIA: Zoila Martínez, por estar apoyándome en todo momento.

MIS AMIGOS; Hugo Hernández, Luis Jocop, David Mayen, Rolando Romero, Daniel Hernández, Luis Lemus, Edwin Valdez, José Tesucun, por estar siempre ahí cuando los necesitaba.

AGRADECIMIENTOS

A:

Mi supervisor Ing. Agr. César Linneo, por su valioso apoyo y sugerencias oportunas para el enriquecimiento del presente documento.

Mi asesor Dr. Marco Aceituno, por su incondicional apoyo, sugerencias y enseñanzas para el enriquecimiento del presente documento.

Beneficio de café Los Olivos, por permitirme realizar el presente trabajo de graduación.

Ing. Agr. Amadeo Escobar, por permitirme realizar mi EPS en el beneficio de café Los Olivos, y por enseñarme muchas cosas en el mundo del café.

Ing. Agr. Fernando Bracamontes, por el apoyo brindado durante la carrera.

Don Arnoldo Franco, por apoyarme en todo momento de mi carrera.

TRABAJO DE GRADUACIÓN QUE DEDICO:

A:

Guatemala,
Facultad de Agronomía,
Beneficio de café Los Olivos,
Estudiantes de agronomía.

Índice de contenido

Contenido	Página
CAPÍTULO I. DIAGNÓSTICO DEL PROCESO DE PREPARACIÓN DEL CAFÉ PERGAMINO A CAFÉ ORO PARA EXPORTACIÓN, EN EL BENEFICIO “LOS OLIVOS”, VILLA NUEVA, GUATEMALA, C.A.	3
1.1 Presentación	4
1.2 Marco referencial	6
1.2.1 Características físicas y naturales	6
1.2.2 Organigrama de la empresa	7
1.2.3 Instalaciones	7
1.2.4 Servicios públicos	8
1.2.5 Seguridad	8
1.2.6 Equipo y maquinaria	8
1.2.7 Taller	8
1.3 Objetivos	9
1.3.1 General	9
1.3.2 Específicos	9
1.4 Metodología	9
1.5 Resultados	10
1.5.1 Recepción del café.	10
1.5.2 Control de calidad	10
1.5.3 Almacenamiento del café pergamino.....	12
1.5.4 Proceso de transformación de café pergamino a café oro.....	13
1.6 Conclusiones.....	15
1.7 Recomendaciones	16
1.8 Bibliografía	17
CAPÍTULO II. EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO Y CALIDAD DE TAZA DE CUATRO TIPOS DE CAFÉ Y CUATRO RANGOS DE HUMEDAD, EN CONDICIONES DE ALMACENAJE, EN EL BENEFICIO LOS OLIVOS, VILLA NUEVA, GUATEMALA, C.A. ...	18
2.1 Presentación.	19
2.2 Marco teórico	21
2.2.1 Marco Conceptual.....	21
2.2.2 Marco Referencial.....	30
2.2.2.1 Características físicas y naturales	30
2.2.2.2 Instalaciones	31
2.2.2.3 Servicios públicos	31

	Página
2.2.2.4 Seguridad	32
2.2.2.5 Equipo y maquinaria	32
2.2.2.6 Taller.....	32
2.3 Objetivos	33
2.3.1 Objetivo General.....	33
2.3.2 Objetivos Específicos.....	33
2.4 Metodología	34
2.4.1 Preparación del área de trabajo.....	34
2.4.2 Factores a evaluar	34
2.4.3 Diseño experimental	34
2.4.4 Modelo estadístico	35
2.4.5 Descripción de los tratamientos	35
2.4.6 Unidad experimental	35
2.4.7 Repeticiones	35
2.4.8 Muestreos	35
2.4.9 Variables respuesta	36
2.4.10 Desarrollo de la investigación	38
2.4.10.1 Verificación del tipo de café existente en bodega	38
2.4.10.2 Obtención de pre-muestras	38
2.4.10.3 Obtención de la muestra.....	38
2.4.11 Análisis Estadístico	38
2.5 Resultados y discusión	39
2.5.1 Cuadros de resultados de cada uno de los muestreos de la evaluación del rendimiento y calidad de taza de cuatro tipos de café y cuatro rangos de humedad, en condiciones de almacenaje, en el beneficio Los Olivos, Villa Nueva, Guatemala, C.A. Dichos resultados fueron obtenidos en los meses de abril a agosto del año 2016.....	39
2.5.2 Análisis de varianza y prueba múltiple de medias (DUNCAN).....	47
2.5.3 Resultados de zarandas en los cuatro muestreos	84
2.5.4 Resultados de calidad de taza	88
2.6 Conclusiones.....	97
2.7 Recomendaciones	98
2.8 Bibliografía	99
2.9 Anexos	101
CAPÍTULO III. REALIZACION DE UNA CURVA DE TEMPERTATURA EN RELACIÓN A LA ALTURA DE LAS ESTIBAS DE CAFÉ PERGAMINO EN LAS BODEGAS DEL BENEFICIO; REALIZACIÓN DE UN MANUAL DE LA METODOLOGÍA EMPLEADA POR EL BENEFICIO LOS OLIVOS PARA EL ANÁLISIS DEL CAFÉ Y PARAMETROS DE CATACIÓN.	107

	Página
3.1 Presentación	108
3.2 Servicio 1. Elaboración de una curva de temperatura y humedad relativa en relación a la altura en la que se encuentran las estibas de café pergamino.	109
3.2.1 Objetivos	109
3.2.2 Metodología	109
3.2.3 Resultados	110
3.2.4 Evaluación	124
3.3 Servicio 2. Realización de un manual de la metodología empleada por el Beneficio los Olivos para el análisis del café y parámetros de catación.	125
3.3.1 Objetivos	125
3.3.2 Metodología	125
3.2.3 Resultados	126
3.3.4 Evaluación	149
Bibliografía	150

Índice de cuadros

Cuadro.

Cuadro 1. Capacidad de almacenamiento de café del beneficio Los Olivos.	12
Cuadro 2. Clasificación del café por tipos	28
Cuadro 3. Descripción de los tratamientos evaluados	36
Cuadro 4. Resultados del muestreo uno (1) obtenidos de la evaluación del rendimiento y calidad de taza de cuatro tipos de café y cuatro rangos de humedad, en condiciones de almacenaje, en el beneficio Los Olivos, Villa Nueva, Guatemala, C.A.	39
Cuadro 5. Resultados del muestreo dos(2) obtenidos de la evaluación del rendimiento y calidad de taza de cuatro tipos de café y cuatro rangos de humedad, en condiciones de almacenaje, en el beneficio Los Olivos, Villa Nueva, Guatemala, C.A.	41
Cuadro 6. Resultados del muestreo tres (3) obtenidos de la evaluación del rendimiento y calidad de taza de cuatro tipos de café y cuatro rangos de humedad, en condiciones de almacenaje, en el beneficio Los Olivos, Villa Nueva, Guatemala, C.A.	43
Cuadro 7. Resultados del muestreo cuatro (4) obtenidos de la evaluación del rendimiento y calidad de taza de cuatro tipos de café y cuatro rangos de humedad, en condiciones de almacenaje, en el beneficio Los Olivos, Villa Nueva, Guatemala C.A.	45
Cuadro 8. Análisis de varianza para la variable Porcentaje Humedad, muestreo uno (1).	47

	Página
Cuadro 9. Prueba de Duncan para el factor tipo de café y la variable Porcentaje de Humedad en el muestreo uno (1).....	47
Cuadro 10. Prueba de Duncan para el factor Humedad y la variable Porcentaje de Humedad en el muestreo uno (1).....	48
Cuadro 11. Análisis de varianza para la variable Porcentaje Humedad, muestreo dos (2).	49
Cuadro 12. Prueba de Duncan para el factor tipo de café y la variable Porcentaje de Humedad en el muestreo dos (2).	49
Cuadro 13. Prueba de Duncan para el factor Humedad y la variable Porcentaje de Humedad en el muestreo dos (2).	50
Cuadro 14. Análisis de varianza para la variable Humedad, muestreo tres (3).....	50
Cuadro 15. Prueba de Duncan para el factor tipo de café y la variable Humedad en el muestreo tres (3).	51
Cuadro 16. Prueba de Duncan para el factor Humedad y la variable porcentaje de Humedad en el muestreo tres (3).....	51
Cuadro 17. Análisis de varianza para la variable Humedad, muestreo cuatro (4).....	52
Cuadro 18. Prueba de Duncan para el factor Tipo de Café y la variable Humedad en el muestreo cuatro (4).	52
Cuadro 19. Prueba de Duncan para el factor Humedad y el variable porcentaje de Humedad en el muestreo cuatro (4).....	53
Cuadro 20. Medias de la variable % humedad para el factor tipo de café en los cuatro muestreos.....	53
Cuadro 21. Medias de la variable % humedad para el factor Humedad en los cuatro muestreos.....	54
Cuadro 22. Análisis de varianza para la variable Rendimiento Bruto, muestreo uno (1).....	55
Cuadro 23. Prueba de Duncan para el factor Tipo de Café y la variable Rendimiento Bruto en el muestreo uno (1).....	55
Cuadro 24. Prueba de Duncan para el factor Humedad y la variable Rendimiento Bruto en el muestreo uno (1).....	56
Cuadro 25. Análisis de varianza para la variable Rendimiento Bruto, muestreo dos (2)....	56
Cuadro 26. Prueba de Duncan para el factor tipo de café y la variable Rendimiento Bruto en el muestreo dos (2).	57
Cuadro 27. Prueba de Duncan para el factor Humedad y la variable Rendimiento Bruto en el muestreo dos (2).	57
Cuadro 28. Análisis de varianza para la variable Rendimiento Bruto, muestreo tres (3).	58
Cuadro 29. Prueba de Duncan para el factor Tipo de Café y la variable Rendimiento Bruto en el muestreo tres (3).....	58
Cuadro 30. Prueba de Duncan para el factor Humedad y la variable Rendimiento Bruto en el muestreo tres (3).....	59
Cuadro 31. Análisis de varianza para la variable Rendimiento Bruto, muestreo cuatro (4).....	59
Cuadro 32. Prueba de Duncan para el factor Tipo de Café y la variable Rendimiento Bruto en el muestreo cuatro (4).....	60

	Página
Cuadro 33. Prueba de Duncan para el factor Humedad y la variable Rendimiento Bruto en el muestreo cuatro (4).....	60
Cuadro 34. Medias de la variable Rendimiento bruto para el factor tipo de café en los cuatro muestreos.....	61
Cuadro 35. Medias de la variable Rendimiento Bruto para el factor Humedad en los cuatro muestreos.....	61
Cuadro 36. Análisis de varianza para la variable Zaranda Baja, muestreo uno (1).....	62
Cuadro 37. Prueba de Duncan para el factor Tipo de Café y la variable Zaranda Baja en el muestreo uno (1).	62
Cuadro 38. Prueba de Duncan para el factor Humedad y la variable Zaranda Baja en el muestreo uno (1).	63
Cuadro 39. Análisis de varianza para la variable Zaranda Baja, muestreo dos (2).....	63
Cuadro 40. Prueba de Duncan para el factor Tipo de Café y la variable Zaranda Baja en el muestreo dos (2).	64
Cuadro 41. Prueba de Duncan para el factor Humedad y la variable Zaranda Baja en el muestreo dos (2).	64
Cuadro 42. Análisis de varianza para la variable Zaranda Baja, muestreo tres (3).....	65
Cuadro 43. Prueba de Duncan para el factor Tipo de Café y la variable Zaranda Baja en el muestreo tres (3).	65
Cuadro 44. Prueba de Duncan para el factor Humedad y la variable Zaranda Baja en el muestreo tres (3).	66
Cuadro 45. Análisis de varianza para la variable Zaranda Baja, muestreo cuatro (4).....	66
Cuadro 46. Prueba de Duncan para el factor Tipo de Café y la variable Zaranda Baja en el muestreo cuatro (4).	67
Cuadro 47. Prueba de Duncan para el factor Humedad y la variable Zaranda Baja en el muestreo cuatro (4).	67
Cuadro 48. Medias de la variable Zaranda Baja para el factor tipo de café en los cuatro muestreos.....	68
Cuadro 49. Medias de la variable Zaranda Baja para el factor Humedad en los cuatro muestreos.....	68
Cuadro 50. Análisis de varianza para la variable zaranda 17/18 (Media), muestreo uno (1).....	69
Cuadro 51. Prueba de Duncan para el factor Tipo de café y la variable Zaranda 17/18 (Media) en el muestreo uno (1).	69
Cuadro 52. Prueba de Duncan para el Factor Humedad y la variable Zaranda 17/18 (Media) en el muestreo uno (1).	70
Cuadro 53. Análisis de varianza para la variable zaranda 17/18 (Media), muestreo dos (2).....	70
Cuadro 54. Prueba de Duncan para el factor Tipo de café y la variable Zaranda 17/18 (Media) en el muestreo dos (2).	71
Cuadro 55. Prueba de Duncan para el factor Humedad y la variable Zaranda 17/18 (Media) en el muestreo dos (2).	71
Cuadro 56. Análisis de varianza para la variable zaranda 17/18 (Media), muestreo tres (3).....	72
Cuadro 57. Prueba de Duncan para el factor Tipo de Café y la variable Zaranda 17/18 (Media) en el muestreo tres (3).	72

	Página
Cuadro 58. Prueba de Duncan para el factor Humedad y la variable Zaranda 17/18 (Media) en el muestreo tres (3).	73
Cuadro 59. Análisis de varianza para la variable zaranda 17/18 (Media), muestreo cuatro (4).	73
Cuadro 60. Prueba de Duncan para el factor Tipo de Café y la variable Zaranda 17/18 (Media) en el muestreo cuatro (4).	74
Cuadro 61. Prueba de Duncan para el factor Humedad y la variable Zaranda 17/18 (Media) en el muestreo cuatro (4)	74
Cuadro 62. Medias de la variable Zaranda 17/18 (Media) para el factor tipo de café en los cuatro muestreos.	75
Cuadro 63. Medias de la variable Zaranda 17/18 (Media) para el factor Humedad en los cuatro muestreos.	75
Cuadro 64. Análisis de varianza para la variable zaranda 19/20 (Alta), muestreo uno (1).	76
Cuadro 65. Prueba de Duncan para el factor Tipo de café y la variable Zaranda 19/20 (Alta) en el muestreo uno (1).	76
Cuadro 66. Prueba de Duncan para el factor Humedad y la variable Zaranda 19/20 (Alta) en el muestreo uno (1).	77
Cuadro 67. Análisis de varianza para la variable zaranda 19/20 (Alta), muestreo dos (2).	77
Cuadro 68. Prueba de Duncan para el factor Tipo de café y la variable Zaranda 19/20 (Alta) en el muestreo dos (2).	78
Cuadro 69. Prueba de Duncan para el factor Humedad y la variable Zaranda 19/20 (Alta) en el muestreo dos (2).	78
Cuadro 70. Análisis de varianza para la variable zaranda 19/20 (Alta), muestreo tres (3)	79
Cuadro 71. Prueba de Duncan para el factor Tipo de Café y la variable Zaranda 19/20 (Alta) en el muestreo tres (3).	79
Cuadro 72. Prueba de Duncan para el factor Humedad y la variable Zaranda 19/20 (Alta) en el muestreo tres (3).	80
Cuadro 73. Análisis de varianza para la variable zaranda 19/20 (Alta), muestreo cuatro (4).	80
Cuadro 74. Prueba de Duncan para el factor Tipo de Café y la variable Zaranda 19/20 (Alta) en el muestreo cuatro (4).	81
Cuadro 75. Prueba de Duncan para el factor Humedad y la variable Zaranda 19/20 (Alta) en el muestreo cuatro (4).	81
Cuadro 76. Medias de la variable Zaranda 19/20 (Alta) para el factor tipo de café en los cuatro muestreos.	82
Cuadro 77. Medias de la variable Zaranda 19/20 (Alta) para el factor Humedad en los cuatro muestreos.	82
Cuadro 78. Datos de humedad relativa y temperatura (mínima y máxima) en cada muestreo.	83
Cuadro 79. Datos de temperatura y humedad relativa, a diferentes alturas del piso	110
Cuadro 80. Comparación de datos reales con datos obtenidos del modelo estadístico para temperatura máxima.	112

	Página
Cuadro 81. Comparación de datos reales con datos obtenidos del modelo estadístico para temperatura mínima.	115
Cuadro 82. Comparación de datos reales con datos obtenidos del modelo estadístico para humedad relativa máxima.	118
Cuadro 83. Comparación de datos reales con datos obtenidos del modelo estadístico de humedad relativa mínima	121
Cuadro 84. Descripción de los defectos	139

Índice de figuras

Figura	Página
Figura 1. Organigrama del beneficio de café los Olivos	7
Figura 2. Graficas de los resultados de zaranda para cada tipo de café en el muestreo uno (1).	84
Figura 3. Graficas de los resultados de zaranda para cada tipo de café en el muestreo dos (2).	85
Figura 4. Graficas de los resultados de zaranda para cada tipo de café en el muestreo tres (3).	86
Figura 5. Graficas de los resultados de zaranda para cada tipo de café en el muestreo cuatro (4).	87
Figura 6. Gráfica de calidad de taza para el tipo de café Prime con un % de humedad de 11 % a 11.9 %.	88
Figura 7. Gráfica de calidad de taza para el tipo de café Prime con un % de humedad de 12 % a 12.9 %.	88
Figura 8. Gráfica de calidad de taza para el tipo de café Semi Duro con un % de humedad de 10 % a 10.9 %.	88
Figura 9. Gráfica de calidad de taza para el tipo de café Semi Duro con un % de humedad de 11 % a 11.9 %.	89
Figura 10. Gráfica de calidad de taza para el tipo de café Semi Duro con un % de humedad de 12 % a 12.9 %.	90
Figura 11. Gráfica de calidad de taza para el tipo de café Duro con un % de humedad de 10 % a 10.9 %.	90
Figura 12. Gráfica de calidad de taza para el tipo de café Duro con un % de humedad de 11 % a 11.9 %.	92
Figura 13. Gráfica de calidad de taza para el tipo de café Duro con un % de humedad de 12 % a 12.9 %.	92
Figura 14. Gráfica de calidad de taza para el tipo de café Duro con un % de humedad mayor a 13 %.	93
Figura 15. Gráfica de calidad de taza para el tipo de café Estrictamente Duro con un % de humedad de 10 % a 10.9 %.	93
Figura 16. Gráfica de calidad de taza para el tipo de café estrictamente duro con un % de humedad de 11 % a 11.9 %.	94
Figura 17. Gráfica de calidad de taza para el tipo de café estrictamente duro con un % de humedad de 12 % a 12.9 %.	94
Figura 18. Gráfica de calidad de taza para el tipo de café estrictamente duro con un % de humedad mayor a 13%.	95
Figura 19 A. Fotografías de los materiales y equipo utilizado en el departamento de catacion.....	101
Figura 20 A. Fotografías de los materiales y equipo utilizado en el departamento de catacion.....	101
Figura 21 A. Fotografía del peso de la muestra para la investigación.....	103
Figura 22 A. Fotografía de la rotulación de cada unidad experimental.	103
Figura 23 A. Fotografía del área donde se realizó la investigación.	103

	Página
Figura 24 A. Fotografía de la rotulación de cada uno de los muestreos.	104
Figura 25 A. Fotografía de rotulación de la investigación y los factores a evaluados.	104
Figura 26 A. Fotografía del café oro de cada tratamiento a evaluados.	105
Figura 27 A. Fotografía del café tostado de cada uno de los tratamientos, para realizar la catación.....	106
Figura 28 A. Fotografía de la prueba de catación de cada uno de los tratamientos evaluados	106
Figura 29. Análisis de regresión para temperatura máxima	111
Figura 30. Gráfica de temperatura máxima y estimada.....	113
Figura 31. Análisis de regresión para temperatura mínima	114
Figura 32. Gráfica de temperatura mínima y estimada.....	115
Figura 33. Análisis de regresión para humedad relativa máxima.....	117
Figura 34. Gráfica de humedad relativa máxima y estimada.	118
Figura 35. Análisis de regresión para humedad relativa mínima	120
Figura 36. Gráfica de humedad relativa máxima y estimada.	122
Figura 37. Curva de temperatura en relación a la altura	123
Figuras 38. Boletas para muestras de café pergamino	127
Figura 39. Trilladora para muestras	129
Figura 40. Tostador.	130
Figura 41. Molino para muestras.....	130
Figura 42. Balanza	131
Figura 43. Medidor de humedad	131
Figura 43. Zarandas clasificadoras	132
Figura 44. Vasos para la elaboración de la infusión.....	132
Figura 45. Escupideros	133
Figura 46. Estufa	133
Figura 47. Jarilla.....	134
Figura 48.3 agua potable.	134
Figura 49. Bandejas	135
Figura 50. Mesa de catación	135
Figura 51. Estantería para muestras	136
Figura 52. Computadora.	136
Figura 53. Archivador	137

TRABAJO DE GRADUACIÓN, EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO Y CALIDAD DE TAZA DE CUATRO TIPOS DE CAFÉ Y CUATRO RANGOS DE HUMEDAD, EN CONDICIONES DE ALMACENAJE, EN EL BENEFICIO LOS OLIVOS, VILLA NUEVA, GUATEMALA, C.A.

RESUMEN

En el presente documento se describen las actividades realizadas en el Beneficio de Café seco Los Olivos, como parte del Ejercicio Profesional Supervisado –EPS-. Para conocer las actividades del beneficio se realizó un diagnóstico del proceso productivo de transformación de café pergamino a café oro para exportación. Se da a conocer todo el proceso productivo, así como de almacenaje de la materia prima, paso a paso desde que el café pergamino ingresa a las tolvas, trillas, clasificadoras hasta empaque para la exportación. También permitió conocer los problemas en el beneficio, entre los cuales se mencionan la influencia de la temperatura y humedad relativa sobre la humedad del grano de café y cómo repercute en la calidad del grano y taza.

Para contribuir a resolver el problema que se presenta en dicho lugar, se realizó la investigación: Evaluación del rendimiento y calidad de taza de cuatro tipos de café y cuatro rangos de humedad, en condiciones de almacenaje, en el beneficio Los Olivos, Villa Nueva, Guatemala, C.A. para el efecto se evaluaron factores: tipo de café y porcentaje de humedad del grano, mediante las variables respuestas: humedad del grano, rendimiento bruto, zarandas (zaranda baja, zaranda media 17/18, zaranda alta 19/20) y calidad de taza.

La investigación se realizó durante cuatro meses (abril- agosto 2016), observando varios cambios en la humedad del grano; así mismo, como la diferencia entre la procedencia del café pergamino de coyotes o intermediarios y cafés de finca. Durante el muestreo dos de la investigación el porcentaje de humedad del grano aumento hasta 4 % esto debido a las lluvias (aumento de humedad relativa), teniendo una humedad relativa promedio en el muestreo 2 de 76.6%, estando por arriba de la humedad relativa adecuada dentro de la bodegas de almacenamiento (65% a 70%). Esto provocó que durante este muestreo el rendimiento bruto bajara y las zarandas (tamaño del grano), aumentaran en mínima cantidad. En todas las variables cuantitativas se presentaron diferencias significativas, por lo que se procedió a realizar pruebas múltiples de medias de Duncan. En cuanto a las variables cualitativas que es calidad de taza, es importante recalcar que los cafés de finca se logran conservar por mayor tiempo a pesar de las condiciones adversas, mientras que los cafés de coyotes o intermediarios por la cantidad de mezcla que presentan se logran catar varios defectos (cosecha vieja, fenólica, fermentadas, etc).

En cuanto a los servicios se realizó un análisis de regresión para obtener modelos de temperatura y humedad relativa (mínima y máxima), con respecto a la altura en la que se encuentran las esquivas en las bodegas de almacenaje. Se obtuvieron los modelos de temperatura máxima: $34.052865+0.49131144x$ y temperatura mínima: $20.6671561+0.28820011x$. Cuando se realizó la comparación de los datos obtenidos y los estimados se apegaron bastante a la realidad por lo cual es confiable utilizarlos para tener una idea de la temperatura en la que se encuentra el café. Mientras que los modelos de humedad relativa no se pueden utilizar debido a que existe mucha diferencia entre la realidad y lo estimado. Además se realizó una curva de temperatura con respecto a la altura sobre el nivel del piso.

Otro servicio fue la elaboración de un manual del Departamento de Catación, el cual incluye todos los materiales y equipos utilizados para el control de calidad y catación. Además se realizó un cuadro en el cual se presentan los defectos que se pueden encontrar al momento de realizar un control de calidad y las posibles causas de las que se dan estos defectos.

CAPÍTULO I. DIAGNÓSTICO DEL PROCESO DE PREPARACION DEL CAFÉ PERGAMINO A CAFÉ ORO PARA EXPORTACIÓN, EN EL BENEFICIO “LOS OLIVOS”, VILLA NUEVA, GUATEMALA, C.A.

1.1 Presentación

El diagnóstico se realizó en el beneficio de café Los Olivos, el cual se encuentra ubicado en el municipio de Villa Nueva, que tiene 35 años de realizar el proceso productivo de transformación de café pergamino a café oro para exportación y presta servicios de maquila para a algunas organizaciones de campesinos como lo son Manos Campesinas (San Marcos), Isobagri (Huehuetenango), El Guayab (Huehuetenango) y FEDECOCAGUA esta última es una Federación de Cooperativas Agrícolas de Café en Guatemala de la cual obtienen café de todas las regiones del país, aunque ellos tienen su propio proceso de beneficiado seco, cuando tienen un exceso lo envían al beneficio para el proceso de maquila.

El cultivo de café en Guatemala es muy importante en la economía del país, debido a la gran cantidad de empleos que el mismo proporciona, además de las divisas que puede percibir durante todos los años. Guatemala se caracteriza por la gran variedad de microclimas que existen la cual es una gran ventaja para el cultivo ya que se puede producir café de todo tipo de calidad para la exportación hacia diferentes países según la calidad que estos exijan. (Mijangos, 2012)

Guatemala es privilegiado, por tener uno de los cafés de mejor calidad del mundo, esto debido al proceso post cosecha que se realiza (Mijangos, 2012). El cultivo de café después de la cosecha, deben de realizarse dos procesos de transformación para que el grano pueda tostarse y molerse para el consumo final, estos procesos son:

- a. Beneficiado húmedo.
- b. Beneficiado seco.

El beneficiado húmedo del café es importante y complejo, ya que tienen por finalidad de conservar la calidad del grano y la taza, este proceso consta de los siguientes pasos:

- Recepción del fruto.
- Clasificación del fruto
- Despulpado del fruto
- Extracción de la pulpa de café
- Clasificación del café despulpado (zarandas y cribas rotativas)
- Remoción del mucilago del café despulpado
- Secamiento del café lavado
- Almacenamiento del café seco.

El beneficiado seco constituye la segunda fase del proceso de transformación del café, la materia prima está constituida por el café pergamino y concluye café oro el cual será utilizado como materia prima por las tostadoras de café. Según ANACAFE, el beneficio seco desempeña un papel importante ya que adecua el producto a las cláusulas de contrato que el comprador desea, según la preparación (americana y europea) que el mercado exija.

Esta segunda fase del proceso de transformación del café consiste en:

- Recepción del café pergamino
- Toma de muestras del café que ingresa
- Aperchado del café
- Pre limpiadoras (eliminación de materiales extraños)
- Trilladora
- Catadoras
- Clasificadoras de tamaños, mediante zarandas.
- Clasificadoras gravimétrica (Oliver)
- Clasificadoras electrónica
- Preparación de muestras
- Catación
- Preparación de mezclas
- Producto final para exportación

1.2 Marco Referencial

1.2.1 Características físicas y naturales

El Municipio de Villa Nueva, departamento de Guatemala, tiene una extensión territorial de 114 km² y según el Instituto Geográfico Nacional "IGN" el 97% de su extensión está dentro de la cuenca del lago de Amatitlán. Está ubicado a 16 km al sur de la ciudad capital. Colinda al Norte con Mixco y Guatemala, al Este con Petapa, al Sur con Amatitlán, al Oeste con Magdalena Milpas Altas y Santa Lucía Milpas Altas (Sacatepéquez) (Valdez, 2013).

Villa nueva se encuentra a una altura de 1,330 m sobre el nivel del mar, con un clima considerado templado, alcanzando durante todo el año temperaturas máximas de 28 °C y mínimas de 12 °C. La precipitación pluvial media por año es de 760 a 1130 mm/año. (Valdez, 2013).

Los suelos de Villa Nueva, son materiales aluviales formados por fragmentos de rocas volcánicas dentro de una matriz piroclástica de granulometría de limo a arena, con un espesor aproximado de 300 mm. de tipo pomáceo. Según Simmons, et al (1959), los suelos pertenecen al subgrupo B, de la altiplanicie central de Guatemala, definidos como profundos sobre materiales volcánicos, a mediana altitud.

La zona de vida según Holdrige, se encuentra dentro del bosque subtropical templado variando ligeramente a cálido, esto debido a los cambios climáticos que se han generado por la falta de cobertura de cuerpos de agua, cambios en el uso de la tierra producto del avance de la frontera agrícola y el aprovisionamiento de materias primas para la elaboración de blocks para construcción.

1.2.2 Organigrama de la empresa

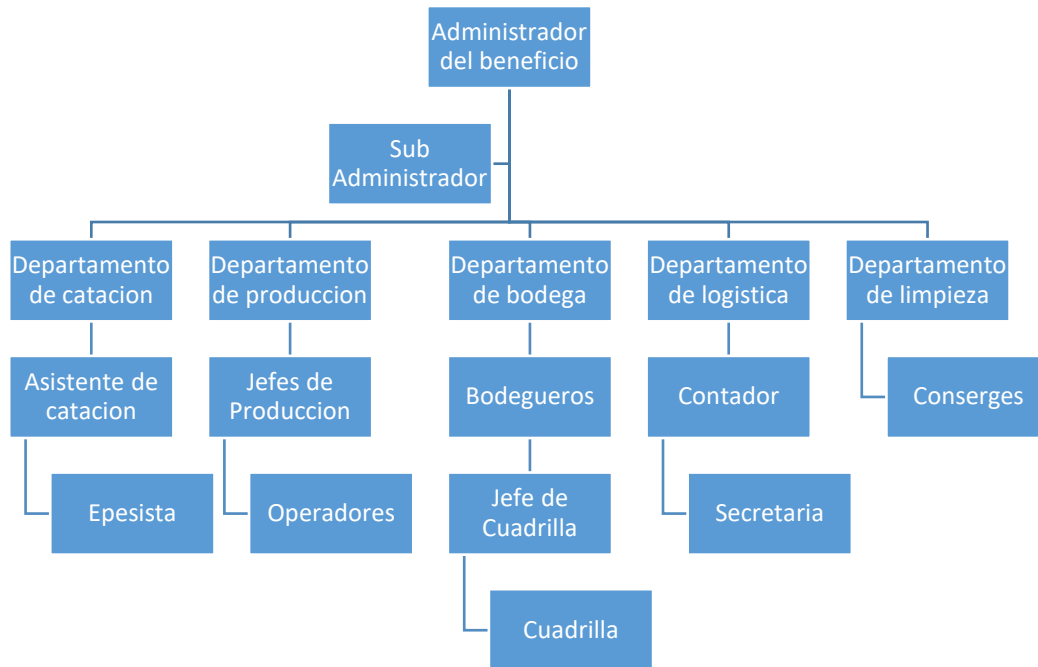


Figura 1. Organigrama del beneficio de café los Olivos

1.2.3 Instalaciones

El beneficio de café seco los Olivos cuenta con 5 bodegas de almacenamiento, cuatro utilizadas para café pergamino y oro y una para almacenaje de costales y café de rechazo. Estas bodegas esta hechas de block y estructura, cubiertas con láminas y el piso posee torta lisa con identificación de cada área. Las bodegas tienen una capacidad aproximada de 82950 quintales de café.

Cuenta con un área para estacionamiento de transporte pesado, donde se transporta el café pergamino que ingresa al beneficio y el café oro para exportación.

Posee una área administrativa con 4 cubículos (administración, sub administración, secretaria y contraloría). Además posee un departamento de catación donde se realizan todos los controles de calidad del café, y las pruebas de catacion.

1.2.4 Servicios públicos

El beneficio de café los olivos cuenta con 1 cuarto para aquellos trabajadores que deseen quedarse dentro de las instalaciones, además cuenta con dos comedores el de cuadrillas y el de área administrativa.

Además cuenta con 5 baños y 2 regaderas para todo el personal administrativo y operativo, así como los transportistas.

1.2.5 Seguridad

El beneficio tiene un sistema de seguridad muy completo, con 4 guardias de seguridad quienes son los encargados de velar por todas las instalaciones. Cuenta con una alarma de seguridad, y posee 16 cámaras de seguridad en puntos estratégicos dentro y fuera del beneficio, estas están enlazadas y controladas desde la garita de seguridad.

1.2.6 Equipo y maquinaria

El beneficio de café los olivos cuenta con una pre limpiadora, con cinco trillas, con diez elevadores, dos catadoras, cuatro clasificadoras densimétrica, cuatro clasificadoras electrónicas y dos depósitos. Además posee 12 trockets los cuales son utilizados para el transporte dentro de las bodegas de café.

1.2.7 Taller

El beneficio posee un taller donde hay una persona encargada de darle mantenimiento a toda la maquinaria al finalizar la cosecha. Además cuenta con varios repuestos necesarios para las maquinarias para cualquier que alguna maquina llegara a fallar durante el proceso de transformación.

1.3 Objetivos

1.3.1 General

Conocer el proceso productivo del beneficiado seco en el beneficio Los Olivos, ubicado en el Municipio de Villa Nueva, Departamento de Guatemala.

1.3.2 Específicos

1. describir el proceso de recepción de la materia prima para darle el proceso de beneficiado seco.
2. Describir el proceso de beneficiado seco de café para la transformación de café seco pergamino a café verde oro.
3. Describir el proceso de control de calidad del beneficio seco Los Olivos.

1.4 Metodología

- Observación de los procesos.

Para conocer cada uno de los procesos productivos fue necesario presenciar cada una de las actividades que se realizan en diferentes áreas del beneficio, desde el ingreso de la materia prima al beneficio, pesado de la materia prima, almacenamiento en las bodegas, proceso de transformación, empaque y exportación.

- Entrevistas.

Al presenciar cada una de las actividades que realizaban en el beneficio fueron surgiendo dudas de ciertas actividades y procesos, por las cuales fue necesario entrevistar personas que trabajan en el beneficio para resolver dudas de los procesos productivos.

- Investigación.

Revisión de literatura para poder conocer a fondo el funcionamiento de todas las maquinarias que se utilizan para el proceso productivo, así como las condiciones idóneas que debe poseer un beneficio

1.5 Resultados

1.5.1 Recepción del café.

- Pesado de la materia: con una báscula industrial se pesa el camión con la materia prima antes que se descargue en las bodegas.
- Descarga de la materia prima: el café pergamino se descarga en las áreas de las bodegas, para que sea procesado.
- Muestreo: por medio de un chuzo se saca una muestra de cada uno de los sacos que ingresa al beneficio, para obtener una muestra la cual se realiza una prueba de calidad en el departamento de catación.
- Muestra: se obtienen 4 muestras homogéneas de 1000 a 1200 gramos de café pergamino para el análisis en el departamento de catación.
- Identificación: se debe identificar con un marbete el café que ha ingresado al beneficio, el marbete contiene un número de recibo, cantidad de sacos, cantidad de quintales y procedencia del café.
- Destarado: después que se descarga el café, se debe de pesar el transporte para destarar y saber la cantidad neta de café pergamino que ingreso al beneficio.

1.5.2 Control de calidad

- Rendimiento bruto: consiste en pesar las muestras y trillarlo para remover la testa o el cascabillo, ya obteniendo el peso de café pergamino y café oro se saca el rendimiento bruto, por lo general oscilan entre 1.19 a 1.26 entre más bajo sea el rendimiento el café es más limpio y de mejor calidad.

- Rendimiento neto: consiste en pesar 300 gramos de café en una balanza analítica, se sacan todos los granos que están defectuosos, negros, manchados, brocados, verdes, fermentados, quebrados, conchas, etc. Con el fin de obtener un café limpio libre de defectos. Por lo general oscilan entre 1.25 a 1.5 entre más bajo sea el rendimiento es un café de mejor calidad en cuanto a rendimientos.
- Dictamen de defectos: para obtener el rendimiento neto fue necesario eliminar todos los granos que no sirven y se dictaminan en una hoja q defectos son los que presentan, o si presentan algún material extraño.
- Obtención de humedad: se deben de pesar 142 gramos de café oro con una balanza analítica y se vierte la muestra hacia un medidor de humedad y temperatura, la humedad ideal debe de ser de 11 a 12°C. si el café está muy seco al momento de la trilla se va a quebrar y si está muy húmedo es más propenso a que haya desarrollo de enfermedades fungosas en el almacenamiento.
- Clasificación del grano: se pesan 300 gramos de café oro y se colocan 3 zarandas, zaranda baja menos de 16/64 de pulgada, 17-18/64 pulgadas, 19-20/64 pulgadas y se obtiene un promedio de cada una de las zarandas, para ver el tamaño general del grano.
- Prueba de catación para determinar la calidad de taza: se procede a tostar una muestra de 110 a 125 gramos de café en oro en el tostador durante un tiempo aproximado de 8 a 12 minutos, luego se colocan 10 gramos de café tostado en una taza y se muelen, luego se agregan 125 ml de agua caliente para realizar las respectivas pruebas y realizar un dictamen de calidad de taza.

1.5.3 Almacenamiento del café pergamino

- Bodegas: el café pergamino es almacenado en galeras de block con estructura metálica y lamina, el diseño de las bodegas es de dos aguas con entradas de ventilación para regular la temperatura, además cuenta con lamina traga luz para que exista iluminación natural, también existen lámparas para cuando hay necesidad de iluminación artificial. Existen 5 bodegas las cuales están subdivididas, en el siguiente cuadro se presentan la extensión de cada una de las áreas y la capacidad que tienen las mismas para almacenamiento del café pergamino. Se presenta en el cuadro 1.

Cuadro 1. Capacidad de almacenamiento de café del beneficio Los Olivos.

No. de área	Área en m ²	Qq/m ³	Altura	Volumen de café pergamino
100	750	7	6	31500
200	Almacenamiento de costales, y café de rechazo			
300	210	7	6	8820
400	478	7	6	20076
500	537	7	6	22554
Total	1975	Total		82950

Fuente: beneficio los olivos.

- Tarimas: en cada área de almacenamiento de café, se debe de colocar tarimas, para que el saco no quede directamente en el piso.
- Trampas para roedores: existen de 4 a 6 trampas para el control de ratas dentro de las bodegas de almacenaje.

1.5.4 Proceso de transformación de café pergamino a café oro

- Equipo transportador: se debe de transportar el café pergamino hacia el área de producción, con ayuda de los troquet a cada troquet le echan de 4 a 5 bultos de café pergamino, el cual lo dejan cerca de la tolva receptora.
- Tolva receptora: es el área donde se echa el café pergamino para que empiece el proceso de transformación, esta cuenta con una rejilla la cual ayuda a que objetos de tamaño grande no puedan ingresar al proceso.
- Pre limpiadora: la primera máquina por la que empieza el proceso de transformación esta máquina es marca Phinalense de origen brasileño, la cual ayuda a eliminar todos aquellos objetos que no pueden entrar al proceso, porque dañarían la maquinaria estos pueden ser palos, y piedras. Esta máquina trabaja mediante vibraciones.
- Trilladora: el proceso de trilla es uno de los más importantes ya que consiste en la remoción de la testa o cascabillo median fricción, en el beneficio se utilizan 4 trillas marca Apolo, tecnología brasileña. Al ser removido el cascabillo la maquina tiene un succionador de aire el cual jala todo el cascabillo y polvo que seca la trilla y mediante elevadores la lleva a una área específica donde se deposita el cascabillo el cual es vendido a otros beneficios para el fuego q utilizan las calderas.

La trilla está conformada por una tolva receptora, una concha y el gusano, al salir de tiene 2 salidas una de succión para eliminar todo el cascabillo y el otro donde se encuentra todo el grano para seguir con el proceso.

- Elevadores: una vez pasado el café por la trilla ingresa a los elevadores como es un proceso continuo, estos elevadores cumplen la función de llevar el café de una maquina a otra para no detener el proceso de producción.

- Catadoras: son máquinas que ayudan a darle una selección al café ya en oro y le brinda una limpieza al mismo, al eliminar todos los granos verdes, quebrados, vanos y arañados esto por efecto de la densidad del grano.
- Clasificadora por tamaño: esta máquina consiste en clasificar por tamaño los granos de café, siendo estas conocidas como zarandas, la cual clasifica en 3 tamaños generalmente zaranda baja (menor a 17), zaranda media (17-18) y zaranda alta (19-20)/64 de plg. Esta máquina trabaja por vibración y gravedad los granos más pequeños caen al precipicio por el tamaño del mismo y los granos más grandes se queda en la primer capa de la clasificadora.
- Clasificadora Oliver o densimétrica :esta máquina es una clasificadora por peso y vibración, la cual consiste en una vibración vertical y horizontal además de la inclinación que la misma posee, estas agregan una masa de aire para el movimiento del café en la plancha y así mismo poderlo limpiar, en la parte inferior poseen 4 salidas en la primera salen los granos más grandes o deformes, en la segunda salen los granos conocidos como primeras, en la tercera grano más pequeño y con mayor cantidad de defectos conocidos como segundas, y en la cuarta salida salen todos los granos malos y quebrados.
- Clasificadora electrónicas: la clasificadora electrónica es la última maquina por la cual pasa el café en oro, esta máquina elimina el café que presenta la misma forma y peso de un grano normal y son identificados únicamente por el color del grano, por lo cual las otras máquinas no lo pueden eliminar.

El patrón que reconoce estas máquinas son los verdes normales los cuales deben ser configurados en las maquinas, todos los demás granos que no entren dentro de este patrón de color son apartados por un impulso de aire los cuales salen por unos viaductos donde se encuentran todos los granos tomados como defectuosos por la máquina.

- Negro
 - Blanco
 - Rojo
 - Amarillo
 - Graduación es de 0 a 100
-
- Depósitos o silos: después de pasar por las electrónicas por medio de elevadores el café es enviado a los depósitos, para que cuando lo vayan a encostalar sea mucho más fácil, colocan una pesa del lado bajo de la salida, y ahí realizar los sacos de 150 libras. Estos se encostalan en sacos de nylon, debido a que se realizan mezclas para poder exportar el café, una vez realizada la mezcla si ya se colocan en sacos de yute en los cuales se exportan hacia diferentes partes del mundo
 - Transporte de exportación: ya cuando el café ha sido mezclado y ha pasado todas las pruebas de calidad, es empacado en sacos de yute de 150 libras, y cargan los contenedores con 275 sacos, a estos mismos les caben 7 filas de 40 sacos, pero únicamente es permitido 275 porque es el máximo peso que puede llevar un contenedor los cuales son 412.5 quintales. El furgón es empapelado con papel kraft, normativa de exportación.

1.6 Conclusiones

1. El beneficio de café los Olivos se encarga de transformar el café pergamino a café oro para exportación.
2. El proceso de recepción de materia prima consiste en pesar el café pergamino, bajarlo del transporte hacia las bodegas de almacenaje, obtener una muestra homogénea del café, la identificación necesaria con número de recibo y procedencia del café y destarado del transporte.
3. Para la transformación de café pergamino a café oro consta de procesos de trilla, clasificación del grano, y almacenaje del café oro.
4. Dentro del departamento de catación se realiza un control de calidad del café, obteniendo los rendimientos bruto y neto, zarandas, porcentaje de humedad y pruebas de catación.

1.7 Recomendaciones

1. Conocer el comportamiento de la humedad durante el tiempo, para conocer los cambios de humedad y de calidad de taza de diferente tipo de cafés.
2. Realizar un manual de catación del proceso de control de calidad dentro del beneficio de café, para que los visitantes tengan un material de apoyo para comprender de mejor manera las actividades que se realizan.
3. Realizar una curva de comportamiento de humedad y temperatura con respecto a la altura de las estibas de las bodegas del beneficio Los Olivos.

1.8 Bibliografía

1. ANACAFE (Asociación Nacional del Café, Guatemala). 2002. Manual de caficultura. 2 ed. Guatemala.169 p.
2. Brando, C. 2004. Nuevas tecnologías para el proceso de cafés especiales. Guatemala, IICA / PROMECAFE, Boletín PROMECAFE 20 p.
3. Marín, G. 2013. Manual técnico del control de calidad de café. Perú, Proyecto Fondoempleo, Programa Central Desco. 48 p.
4. Mijangos, JP. 2012. El mejor café del mundo es cultura (en línea). Guatemala, Asociación Nacional del Café, PubliNews. Consultado 18 mar. 2016. Disponible en http://www.anacafe.org/glifos/index.php/13NOT:NAC_Mejor_cafe_mundo_cultura
5. Monroig Inglés, MF. 2016. Beneficiado del café convencional y ecológico (en línea). Ecos del Café. Consultado 15 feb. 2016. Disponible en <http://academic.uprm.edu/mmonroig/id59.htm>
6. Soto, C. 2010. Guía técnica para el beneficiado de café protegido para una indicación geográfica o denominación de origen. Guatemala, PROMECAFE / IICA. 89 p.
7. Valdez Batz, HA. 2013. Gimnasio polideportivo Los Planes Villa Nueva, Guatemala (en línea). Tesis Arq. Guatemala, USAC, Facultad de Arquitectura. 112 p. Consultado 17 oct. 2017. Disponible en http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/02/02_3583.pdf

CAPITULO II. EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO Y CALIDAD DE TAZA DE CUATRO TIPOS DE CAFÉ Y CUATRO RANGOS DE HUMEDAD, EN CONDICIONES DE ALMACENAJE, EN EL BENEFICIO LOS OLIVOS, VILLA NUEVA, GUATEMALA, C.A.

2.1 Presentación.

Guatemala ha sido y sigue siendo un país en el cual su principal Fuente de ingresos es la agricultura, y el sector cafetalero ha sido muy importante en la historia de Guatemala por la creación de empleos e ingreso de divisas, contribuyendo a la economía del país.

En Guatemala se encuentran plantaciones de café en varias regiones, a diferentes alturas sobre el nivel del mar y en diferentes tipos de terrenos, lo cual ha generado que tenga una gran variedad de tipos de café (prime, semiduro, duro, estrictamente duro), teniendo entonces diferentes calidades, lo que le permite estar entre los mejores cafés del mundo.

El cultivo de café centra a Guatemala dentro de los 5 países con mayor producción a nivel mundial compitiendo con países como Brasil, México, Vietnam y Colombia. Guatemala se caracteriza por dar un proceso al café lavado, lo que se conoce como beneficiado húmedo, el cual hace que la calidad sea muy buena a comparación del café de Brasil que la calidad es baja.

Guatemala es un país que exporta café desde 1854 (siendo su primera exportación hacia Europa) y desde ese entonces este cultivo representa un papel importante en generación de empleos y divisas. Guatemala exporta principalmente a Estados Unidos (40 %), Europa (30 %), Japón (28 %) y otros (2 %).

El consumo de café en Guatemala es muy bajo, por tal motivo se exporta aproximadamente el 98 % de la producción nacional. Las exportaciones se realizan a través de empresas exportadoras y comercializadoras de café, como es el caso de Lux Café, la cual es propietaria del beneficio Los Olivos ubicado en Villanueva Municipio del Departamento de Guatemala.

La cosecha de café en Guatemala se realiza de los meses de septiembre a marzo, dependiendo de la altura sobre el nivel del mar en la que se encuentre el cultivo, y de esto va a depender mucho el tipo de café que se produce.

Después de la recolecta del café en cada una de las fincas y beneficios, se realiza un proceso de beneficiado húmedo el cual consiste en quitar la pulpa y el mucilago, lavarlo, y luego ponerlo a secar hasta llegar a una humedad de 11% a 12 % del grano para su almacenaje.

Por lo tanto que si no se maneja de manera adecuada las condiciones de humedad en el almacenamiento, puede provocar daños en el grano de café demeritando la calidad del mismo así como muchos factores importantes que se manejan en los beneficios secos como lo son los rendimientos, zarandas y calidad de taza, por eso la importancia de conocer y realizar prácticas de almacenaje adecuadas para evitar problemas en la calidad del café.

Esta investigación es importante para conocer los posibles daños que puede ocasionar el almacenamiento de café a humedades del grano no adecuadas del café pergamino, y tener resultados de las condiciones que no se debe almacenar café pergamino, para no tener problemas para la exportación.

2.2 Marco teórico

2.2.1 Marco Conceptual

2.2.1.1 Origen del café

El origen del café se ubica en Etiopía, África, de aquí fue trasladado a Asia por el Mar Rojo y el golfo de Adén. El café pertenece al género *Coffea*, de la familia Rubiaceae, del orden Rubiales. Actualmente existen más de 100 especies del género *Coffea* en el mundo, entre ellas existen dos especies de importancia comercial *Coffea arábica* L. y *Coffea canephora* (Sondalh, Nakamura, & Sharp, 1991).

Coffea arábica constituye el 75 % del café de exportación y se produce en 60 países, la mayor parte en sur y Centro América. La bebida de calidad se obtiene de *C. arábica*, especie que se cultiva a mayor altitud y de la cual se han derivado las variedades comerciales de mayor calidad y aceptación en el mercado mundial (Sondalh, Nakamura, & Sharp, 1991).

2.2.1.2 Historia del café en Guatemala

El café es el segundo producto más comercializado en el mundo entero después del petróleo. En 1773, llegaron las primeras plantas de café a Guatemala, como resultado de una iniciativa desarrollada por Sacerdotes Jesuitas internacional (Wagner, 2001)

En 1803 una disposición gubernamental entro en vigor, exonerando durante diez años al cacao, azúcar, algodón y café, del impuesto de Alcabala y de otros impuestos, además en 1835, se decretó un premio de doscientos quetzales al agricultor que primero cosechara cien quintales de café, con premios de cien quetzales el segundo, tercero y cuarto lugares (Wagner, 2001).

En 1854 se hizo la primera exportación, consistente en 95 quintales de café oro a un valor de Dólares Estadounidenses (USD) 10 por quintal. En 1867 el café guatemalteco participó por primera vez en un evento internacional: La Exhibición Internacional de Paris, y en 1888 ganó el Primer lugar dicho evento, alcanzando sus mayores niveles de producción debido a una alta cotización en el mercado internacional (Deguate, 2013)

En 1915 el café guatemalteco nuevamente es galardonado, obteniendo el Primer Lugar en la Exposición de San Francisco internacional (Deguate, 2013)

El café que se produce en Guatemala se clasifica como "Arábigos Lavados", produciéndose en todos sus departamentos, tienen diferentes características por la altitud, tipo de suelo, temperatura, nubosidad, régimen pluvial de la región donde se cultivan y la variedad (ANACAFE, s.f c).

Esto afecta las características del grano de café en tamaño, estructura, consistencia, color, sabor acidez y aroma, causando calidades que además de ser distintas, son diferenciables entre sí.

2.2.1.3 Factores que influyen en la calidad del café

A. Variedad

El papel que juegan las especies y variedades es otro factor muy importante en la definición de la calidad del café, considerando que al final, la calidad es evaluada en una taza de café en el momento en que el consumidor percibe la correcta combinación de aroma, fragancia, acidez, cuerpo y todas las demás características.

En el mercado internacional se comercializan dos especies importantes: *Coffea arábica* y *C. canephora*. Casi la totalidad de la producción de Guatemala corresponde a *C. arábica*. Dentro de la especie arábica existen muchas variedades comerciales, aunque las de importancia en Guatemala son: Bourbon, Caturra, Pache y Catuaí. La variedad representativa de *C. canephora* es la Robusta, con características físicas totalmente distintas (ANACAFE, s.f d).

A nivel de taza, los cafés arábicos poseen mejor definición de sabor, son dulces, con un nivel de acidez muy perceptible en el paladar y la combinación de características es claramente variada dependiendo del clima. Por otro lado, la Robusta (*C. canephora*) es generalmente rica en cuerpo. Pero poco aromática, con niveles muy bajos de acidez y con un sabor peculiar a "cereal", características que no son susceptibles al clima; esto lo hace un café ordinario al momento de degustarlo (ANACAFE, s.f d).

Asimismo, la variedad Catimor, generalmente es considerada como deficiente en características de taza, pero a veces es preferida por su tamaño de planta, producción y su adaptabilidad a climas adversos (Monroig, 2004) . De tal manera que es probable que el productor se incline a la utilización de variedades con rendimientos altos y mayor resistencia a plagas y enfermedades, debido a las condiciones climáticas, pero con calidades muy pobres en la bebida.

B. Altitud

La calidad de café es afectada mundialmente por la altitud, en Guatemala el cafeto se siembra en altitudes desde los 300 m s.n.m. hasta alturas superiores de los 1500 m s.n.m. (Acevedo, 1994).

El Consejo Mexicano del Café (1992), determinó que para la especie arábica la calidad total y muy especialmente la acidez, se desarrollan en función de la altitud. Algunos sugieren que las bajas temperaturas existentes a mayores altitudes, ocasionan una acción más intensa de los rayos ultravioleta que también favorece la calidad.

Los granos producidos a mayores altitudes son más duros, por tanto más apreciados. Una maduración acelerada en un ambiente cálido y húmedo tiene un efecto negativo sobre el sabor del café, como ocurre con otras frutas.

Por otro lado se ha comprobado que demasiada altitud tiende a producir granos con película plateada, verdoso, produciendo un licor con poca acidez. Este fenómeno se acompaña de otro denominado “calor y frío” que distorsiona y decolora las puntas de los brotes (Consejo Mexicano del Café, 1992).

Según Acevedo (1994), la altitud influye poderosamente en la calidad del fruto, haciéndolo más fino conforme es más alto sobre el nivel del mar, Cuadro 1. El grano de altura, o como lo llaman los compradores estrictamente duro, es de sabor más agradable, más parejo en conformación con un porcentaje mayor de cafés de primeras y al tostarse pierde menos peso.

C. Suelos

Hablar de suelos es hacer referencia a que este juega un papel muy especial en la calidad del café. Se puede mencionar como ejemplo, la manera en que cambian las características del café producido en regiones con suelos volcánicos comparadas con regiones de suelos calcáreos. Tal es el caso de un café producido en la región de La Antigua, comparado con la región de Huehuetenango. Ambos cafés tienen características muy interesantes, pero distintas (ANACAFE, s.f. d)

D. Precipitación pluvial

Un factor importante es la precipitación pluvial y la manera en que la lluvia influye en el sabor de café, esto se debe a la formación del grano y a la formación de glucosa presente en el mismo. A manera de ejemplo, se puede citar el caso de Alta Verapaz, cuyo sabor según los conocedores, se define como un café afrutado, característico de la región, particularmente de los cafés de las zonas altas de este departamento (Mijangos, 2012)

Cuando se habla de precipitación pluvial, se debe resaltar su importancia en todas las fases del cultivo. Especialmente cuando se está formando el fruto, si la lluvia no es bien distribuida, como consecuencia se tendrá mayor cantidad de frutos mal formados o enfermos, granos negros, falta de mucílago, lo que repercute directamente en la calidad del café

2.2.1.4 Manejo adecuado del cultivo

Se puede obtener un café de alta calidad, si a la plantación se le brindan los cuidados necesarios de acuerdo con sus necesidades por condiciones de clima. El distanciamiento de siembra según la variedad, programas adecuados de fertilización, manejo de sombra, manejo de tejidos y programas adecuados de control de plagas y enfermedades, dará como resultado un café con mejores características físicas y organolépticas y con la menor cantidad de defectos físicos posibles (CICAFE, 2011).

Se debe recordar que las variedades mejoradas necesitan fertilizarse, pero siempre se recomienda antes de hacerlo, realizar un análisis de suelo para determinar los requerimientos de las plantas.

El manejo de la sombra es muy importante en el control de plagas y enfermedades y en la misma producción. Mucha sombra puede provocar condiciones especiales para el desarrollo de hongos y otras enfermedades; mientras que una plantación sin sombra, también provoca otra serie de problemas relacionadas con la susceptibilidad a enfermedades, desgaste de los suelos y la plantación en general (CICAFE, 2011)

2.2.1.5 Beneficiado húmedo

Anteriormente se han descrito los factores principales que inciden en la calidad del café. Es posible que se cuente con todas las condiciones agroclimáticas, de altura, variedad

y manejo de plantación, sin embargo, esto únicamente define las cualidades potenciales de un café, las que deben ser mantenidas durante el proceso de beneficiado húmedo (PROCAFE, 2015)

La calidad está primordialmente enfocada a los procesos y cómo estos pueden afectar las características originales de un producto. Si se falla en cualquier procedimiento que implica el beneficio húmedo, el resultado es perder tales características originalmente formadas en el campo (ANACAFE, s.f.b) .

Un proceso está definido por tres aspectos muy importantes:

- A. Materia prima,
- B. Transformación y
- C. Producto resultante.

Aplicado al café, desde el punto de vista del beneficio húmedo, la materia prima es el café obtenido en campo (café maduro), la transformación son todos los procedimientos que implica el beneficiado húmedo para finalmente obtener el café pergamino seco.

2.2.1.6 Almacenamiento de café

El almacenamiento de granos constituye una de las labores primordiales para la conservación de los mismos. Esta práctica depende de las condiciones climáticas de las diferentes zonas cafetaleras, tales como la temperatura, la humedad relativa del ambiente y el lugar. En un depósito de café, llámese un silo, una caja y hasta en un mismo saco, se crean diferentes grados de temperatura y humedad y es aquí donde entra a jugar un papel primordial la ventilación del mismo (ANACAFE, s.f. b)

Se ha descubierto, que los mohos que atacan el café almacenado pueden formar micotoxinas, que no se destruyen con el tostado, pueden constituir limitantes para su consumo en los países importadores por considerarse tóxicos, contaminantes y cancerígenos (ANACAFE, s.f. b). El deterioro es mucho más lento en el café pergamino que en el café oro. En la mayoría de fincas donde se almacena café pergamino no se tienen bodegas adecuadas.

El café seco en su punto, se conserva muy bien durante meses en ambientes frescos con temperaturas máximas de 20 °C y humedades relativas alrededor del 65 %. La humedad del grano de café almacenado en estas condiciones debe estar entre el 10 % y el 12 %, para lograr mejor calidad durante mucho más tiempo (ANACAFE, s.f. b).

Durante el proceso de almacenamiento deberá existir un equilibrio entre la humedad relativa del ambiente y la del grano para que este no pierda ni gane humedad. La temperatura del día y de la noche varía, por lo que el grano tiende a equilibrarse con una humedad relativa media. Este equilibrio se logra lentamente y se necesitan tres semanas aproximadamente para que se establezca en el café pergamino, después de transferido de la secadora, patios o cambiarlo de almacén. El grano que posee un 12 % de humedad se ve afectado debido a que aún mantiene la capacidad de respirar. El calor acelera dicha respiración y se produce más calor interior, por lo que debe existir una ventilación adecuada para eliminarlo (ANACAFE, s.f. b)

A. Almacenamiento de café pergamino

El café en pergamino puede almacenarse a granel en silos, en cajas o bien en sacos formando estibas. En el primer caso se trata de un almacenamiento temporal en las fincas productoras de café recién procesado. En el segundo caso, que es el más común, el café espera su transporte a las centrales de beneficio seco o se queda guardado esperando su preparación para el mercado.

Las cajas o silos para almacenamiento pueden construirse de metal, madera o de concreto. Pero en este caso es necesario cubrirlos con un material impermeable, estable y sin olor. Para el cálculo de su capacidad se toma como parámetro densimétrico, alrededor de 8.5 qq/m³, cuando el café es almacenado entre el 10 % y el 12 % de humedad, en un lugar fresco (con temperatura media inferior a 20 °C y una humedad relativa del 65 %), puede conservarse bien durante varios meses, hasta un año. Si el grado de humedad es disparejo, tal ocurre con el proveniente de partidas diversas, es propicio a descomponerse en menos de dos meses (COOPSOL, 2012).

En cuanto al café almacenado en sacos, formando estibas, es aconsejable en primer término levantar las estibas sobre tarimas de madera, para protegerlas de la humedad del piso, sobre todo si este es de concreto o ladrillo. La altura de las estibas depende, entre otros factores, de la resistencia y capacidad de carga del piso. Una columna de 6 metros de alto de café pergamino ejercerá una presión cercana a las 2.5 toneladas por metro cuadrado, en tanto que si se tratase de café en oro será de 4.5 tn/m² (COOPSOL, 2012).

Para el cálculo del área y de los espacios necesarios para el almacenamiento del café en esta forma, se debe tomar en cuenta que el propio café ocupa alrededor de 2/3 del área disponible, porque el resto deberá dejarse para facilitar la ventilación entre estibas, vías de acceso, ventilación, carga y descarga.

B. Almacenamiento en oro

Se aplican las mismas recomendaciones generales, pero tendrán que aplicarse con mayor rigor, puesto que el café en oro es mucho más sensible a los cambios de humedad y temperatura que el café en pergamino debido a que el café oro ya se le quitó la testa o pergamino que le sirve de barrera para no sufrir cambios drásticos en su estructura y calidad (COOPSOL, 2012).

Existen casos en los cuales se hace indispensable un estudio económico para decidir si las posibles pérdidas por deterioro de café almacenado hacen factible o no la instalación de un sistema de aire forzado y aislamiento adecuado de las instalaciones.

c. Recomendaciones generales

El almacén deberá estar construido de modo que en su interior no ocurran cambios bruscos de temperatura. Deberá tener cielo raso de material adecuado (lámina industrial y teja), dispuesto de tal manera que exista buena ventilación entre este y el techo. Las paredes deberán ser dobles si es de madera; si son de concreto o de ladrillo, deberán forrarse (Nylon o costales.) o impermeabilizarse, salvo que se evite el contacto directo entre ellas y el café. Las tarimas deberán ser preferentemente de madera, levantadas unos 15 cm del concreto o ladrillo (ANACAFE, s.f. b)

Hay que recordar que el café absorbe olores con suma facilidad, desde el olor del saco de yute, hasta el olor del insecticida que pueda estar en una bodega vecina. Por esta razón, deben alejarse los depósitos de insecticidas, herbicidas, gasolina, diésel, aceites esenciales o cualquier otra sustancia que desprenda olores penetrantes. También puede contaminarse absorbiendo trazas de alguno de estos compuestos. Estos cuidados son necesarios igualmente para el transporte del café pergamino (Mijangos, 2012)

En las fincas que no tienen almacenes formalmente construidos y en donde por alguna causa deben almacenarse remanentes de café, puede encontrarse ventajoso el uso de tela plástica para cubrir los montones o las propias estibas. Así se protege el café de ser mojado por el agua proveniente de condensaciones que pueden ocurrir durante la noche.

2.2.1.7 Clasificación del café de Guatemala

Anteriormente se mencionó que Guatemala tiene una diversidad de sistemas agroclimáticos y altitud, que determinan las características del café producido en cada uno de ellos, lo que hace que sean totalmente diferentes entre sí. Esto ha propiciado que los cafés de Guatemala sean clasificados según sus características. Para esto se ha utilizado una división altitudinal con un rango de 152 m (500 ft) sobre el nivel del mar entre uno y otro, y clasificado cada café por tipo, cuadro 1. Es oportuno aclarar que estos rangos de altura son únicamente un criterio de clasificación; lo que en realidad define el tipo del café son las características de sabor finalmente percibidas por el catador.

Cuadro 2. Clasificación del café por tipos

Tipos	Altitud (metros)	Altitud (pies)
Prime Washed Prima Lavado	758 a 909	2,500 a 3,000
Extra Prime Washed Extra Prima Lavado	909 a 1,060	3,000 a 3,500
Semi Hard Bean Semiduro	1,060 a 1,212	3,500 a 4,000
Hard Bean Duro	1,212 a 1,364	4,000 a 4,500
Strictly Hard Bean Estrictamente Duro	1,364 ó más	Arriba de 4,500

Fuente: (ANACAFE, s.f. d)

A. Características de los tipos de café de Guatemala

a. Prima lavado

Grano pequeño, forma enconchada, liso en la superficie en verde y tostado, con la ranura abierta y recta, color verde aceituna. Su tueste es ligero, color claro, sin corrugación. Su aroma es tenue, suave y con un sabor peculiar a hierba recién cortada. Presenta también cuerpo suave y acidez leve (ANACAFE, s.f. d)

b. Extra prima lavado

Grano pequeño, con tonalidad de verde más oscura que la Prima Lavado, con la hendidura poco torcida y semiabierta. La forma del grano está mejor definida. Este desarrolla en el tueste un poco más de carácter que el anterior, así también de cuerpo y acidez en la bebida. El sabor a hierba es leve (ANACAFE, s.f. d)

c. Semiduro

Grano mediano, de color verde jade poco corrugado y su hendidura algo torcida. Su tueste es oscuro, con manchitas claras sobre superficie; presenta bastante aroma, con acidez y cuerpo balanceados. En estos, el sabor a hierba desaparece completamente y la tendencia es a ser más dulce. En este tipo, todas las características son claramente perceptibles (ANACAFE, s.f. d)

d. Duro

Se caracteriza por ser un grano grande, compacto y corrugado, con la hendidura cerrada y torcida o en zigzag. Su tueste presenta buen carácter. Su aroma es muy pronunciado, con mejor cuerpo y acidez que el semiduro y bien balanceado, son cafés mejor definidos en todas sus características físicas y organolépticas. La característica principalmente percibida es acidez (ANACAFE, s.f. d).

e. Estrictamente duro

Se caracteriza por ser un grano bastante compacto y corrugado, con la hendidura bastante cerrada y torcida o en zigzag; es de color verde intenso a azulado. Regularmente presenta restos de película plateada adherida, debido al grado de rugosidad en la superficie, la que no altera el sabor.

Su tueste es bastante oscuro y corrugado. Su bebida presenta excelente fragancia, buen cuerpo, acidez bastante pronunciada y, en muchos casos, lo distingue sabores finos tendientes a chocolate, frutas, cítricos, etc. (ANACAFE, s.f. d).

2.2.2 Marco Referencial

2.2.2.1 Características físicas y naturales

El Municipio de Villa Nueva, departamento de Guatemala, tiene una extensión territorial de 114 km² y según el Instituto Geográfico Nacional "IGN" el 97% de su extensión está dentro de la cuenca del lago de Amatitlán. Está ubicado a 16 km al sur de la ciudad capital. Colinda al Norte con Mixco y Guatemala, al Este con Petapa, al Sur con Amatitlán, al Oeste con Magdalena Milpas Altas y Santa Lucía Milpas Altas (Sacatepéquez) (Valdez, 2013).

Villa Nueva se encuentra a una altura de 1,330 m sobre el nivel del mar, con un clima considerado templado, alcanzando durante todo el año temperaturas máximas de 28 °C y mínimas de 12 °C. La precipitación pluvial media por año es de 760 a 1130 mm/año. (Valdez, 2013).

Los suelos de Villa Nueva, son materiales aluviales formados por fragmentos de rocas volcánicas dentro de una matriz piroclástica de granulometría de limo a arena, con un espesor aproximado de 300 mm. de tipo pomáceo. Según Simmons, et al (1959), los suelos pertenecen al subgrupo B, de la altiplanicie central de Guatemala, definidos como profundos sobre materiales volcánicos, a mediana altitud.

La zona de vida según Holdrige, se encuentra dentro del bosque subtropical templado variando ligeramente a cálido, esto debido a los cambios climáticos que se han generado por la falta de cobertura de cuerpos de agua, cambios en el uso de la tierra producto del avance de la frontera agrícola y el aprovisionamiento de materias primas para la elaboración de blocks para construcción.

2.2.2.2 Instalaciones

El beneficio de café seco los Olivos cuenta con 5 bodegas de almacenamiento, cuatro utilizadas para café pergamino y oro y una para almacenaje de costales y café de rechazo. Estas bodegas esta hechas de block y estructura, cubiertas con láminas y el piso posee torta lisa con identificación de cada área. Las bodegas tienen una capacidad aproximada de 82950 quintales de café.

Cuenta con un área para estacionamiento de transporte pesado, donde se transporta el café pergamino que ingresa al beneficio y el café oro para exportación.

Posee una área administrativa con 4 cubículos (administración, sub administración, secretaria y contraloría). Además posee un departamento de catación donde se realizan todos los controles de calidad del café, y las pruebas de catacion.

2.2.2.3 Servicios públicos

El beneficio de café los olivos cuenta con 1 cuarto para aquellos trabajadores que deseen quedarse dentro de las instalaciones, además cuenta con dos comedores el de cuadrillas y el de área administrativa.

Además cuenta con 5 baños y 2 regaderas para todo el personal administrativo y operativo, así como los transportistas.

2.2.2.4 Seguridad

El beneficio tiene un sistema de seguridad muy completo, con 4 guardas de seguridad quienes son los encargados de velar por todas las instalaciones. Cuenta con una alarma de seguridad, y posee 16 cámaras de seguridad en puntos estratégicos dentro y fuera del beneficio, estas están enlazadas y controladas desde la garita de seguridad.

2.2.2.5 Equipo y maquinaria

El beneficio de café los olivos cuenta con una pre limpiadora, con cinco trillas, con diez elevadores, dos catadoras, cuatro clasificadoras densimétrica, cuatro clasificadoras electrónicas y dos depósitos. Además posee 12 trockets los cuales son utilizados para el transporte dentro de las bodegas de café.

2.2.2.6 Taller

El beneficio posee un taller donde hay una persona encargada de darle mantenimiento a toda la maquinaria al finalizar la cosecha. Además cuenta con varios repuestos necesarios para las maquinarias para cualquier que alguna maquina llegara a fallar durante el proceso de transformación.

2.3 Objetivos

2.3.1 Objetivo general

Evaluar el rendimiento, humedad, zaranda y calidad de taza de cuatro tipos de café (Prime, Semi duro, Duro y Estrictamente duro) en combinación con cuatro rangos de humedad, para conocer el comportamiento en el tiempo y las causas que provocan cada uno de los tratamientos.

2.3.2 Objetivos específicos

1. Comparar el rendimiento bruto (de café pergamino a café oro) de los tratamientos evaluados.
2. Cuantificar el tamaño de zaranda del café oro de los tratamientos evaluados.
3. Evaluar la calidad de taza de los tratamientos incluidos en la presente investigación.
4. Estudiar el comportamiento del porcentaje de humedad durante el almacenaje del grano, de los tratamientos a evaluados.

2.4 Metodología

2.4.1 Preparación del área de trabajo

La investigación se realizó en un área de bodega del beneficio de café Los Olivos donde las condiciones son las mismas para todos los tratamientos. Por lo tanto fue indispensable colocar un higrómetro para tener un registro de temperatura y humedad y darle las mismas condiciones a todas las unidades experimentales

2.4.2 Factores a evaluar

Factor A: tipo de café:

- A1. Extra prima lavado (EPW)
- A2. Semiduro (SH)
- A3. Duro (HB)
- A4. Estrictamente duro (SHB)

Factor B: rango de % de humedad.

- B1. 10 %-10.9 % humedad
- B2. 11% -11.9 % humedad
- B3. 12% -12.9 % humedad
- B4. Mayor a 13 % humedad

2.4.3 Diseño experimental

El Diseño Experimental utilizado fue un Bloques completos al azar, con arreglo Combinatorio 4^2 con cuatro repeticiones por cada tratamiento.

2.4.4 Modelo estadístico

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \gamma_k + \varepsilon_{ijk}$$

Siendo que:

- Y_{ijk} = Variable de respuesta en la ijk - ésima unidad experimental
- μ = Media general del experimento
- α_i = Efecto del i - ésimo tipo de café.
- β_j = Efecto del j - ésimo rango de porcentaje de humedad.
- $(\alpha\beta)_{ij}$ = Efecto de la interacción entre el i - ésimo tipo de café y el j - ésimo rango de porcentaje de humedad.
- γ_k = Efecto del k - ésimo bloque
- ε_{ijk} = Error experimental asociado a la ijk - ésima unidad experimental

2.4.5 Descripción de los tratamientos

En el cuadro 3 se describen cada uno de los tratamientos que se evaluaron en la investigación.

2.4.6 Unidad experimental

La unidad experimental realizada fue en un saco pequeño de nylon conteniendo 1000 gramos de café pergamino.

2.4.7 Repeticiones

Para la investigación se realizaron 4 repeticiones por cada uno de los tratamientos, por lo tanto se tuvieron 52 unidades experimentales, por cada muestreo que se realizó.

2.4.8 Muestreos

Para la investigación se realizaron 4 muestreos, cada muestreo se realizó cada mes, por lo tanto se tuvieron 208 datos de cada variable estudiada.

Cuadro 3. Descripción de los tratamientos evaluados

No.	Factor A	Factor B	Tratamiento	Nomenclatura
1	Prime	11 a 11.9%	Prime con humedad de 11 a 11.9%	A1B2
2	Prime	12 a 12.9%	Prime con humedad de 12 a 12.9%	A1B3
3	Semi duro	10 a 10.9 %	Semiduro con humedad de 10 a 10.9%	A2B1
4	Semi duro	11 a 11.9%	Semiduro con humedad de 11 a 11.9%	A2B2
5	Semi duro	12 a 12.9%	Semiduro con humedad de 12 a 12.9%	A2B3
6	Duro	10 a 10.9 %	Duro con humedad de 10 a 10.9%	A3B1
7	Duro	11 a 11.9%	Duro con humedad de 11 a 11.9%	A3B2
8	Duro	12 a 12.9%	Duro con humedad de 12 a 12.9%	A3B3
9	Duro	Mayor a 13%	Duro con humedad mayor a 13%	A3B4
10	Estrictamente duro	10 a 10.9 %	Estrictamente Duro con humedad de 10 a 10.9%	A4B1
11	Estrictamente duro	11 a 11.9%	Estrictamente Duro con humedad de 11 a 11.9%	A4B2
12	Estrictamente duro	12 a 12.9%	Estrictamente Duro con humedad de 12 a 12.9%	A4B3
13	Estrictamente duro	Mayor a 13%	Estrictamente Duro con humedad mayor a 13%	A4B4

Fuente: Elaboración propia, 2016.

2.4.9 Variables respuesta

2.4.9.1 Porcentaje de humedad

El porcentaje de humedad se midió en estado pergamino con un Higrómetro Gehaka Agri G600 que mide la humedad del café en un rango de 6 % a 44 % de humedad del grano, dicho aparato necesita 142 g para la medición.

2.4.9.2 El rendimiento bruto

Consistió en quitarle el cascabillo (testa) al café pergamino, es el cambio de café pergamino a café oro. Por lo tanto cada una de las unidades experimentales se pesaron con una balanza analítica en café pergamino, con la ayuda de la trilla se eliminó el pergamino y luego se volvió a pesar el café en oro, teniendo los dos pesos se aplica la siguiente formula:

$$RB = \frac{\text{Peso café pergamino (g)}}{\text{Peso café oro (g)}} \quad (\text{CENICAFE, 2008}).$$

2.4.9.3 El tamaño de zaranda

Se determinó a través de zarandas, que son mallas con agujeros de diferentes medidas: menor a 17, 17/18, 19/20 de 64 de inch, obteniendo el porcentaje de cada una. Para poder obtener el porcentaje se pesaron 300 g de café oro para realizar el procedimiento, los cuales se depositan en las zarandas y se obtuvo el porcentaje de grano que quedo en cada una de las zarandas.

2.4.9.4 La calidad de taza

Después de haber medido todas las variables respuesta anteriores, se procedió a realizar el tostado de café, a través de un tostador en el cual se introdujeron 125 g de café oro, cuando la temperatura del tostador estuvo en 175 °C, durante un tiempo de 8 a 10 minutos. Después se retiró el café del tostador y se dejó reposar durante 5 minutos para que se estabilice la temperatura, se pesaron 10 g de café tostado en cada una de las tazas y se muelen, se agradan 125 cm³ de agua caliente para realizar la catación. Se pondrán 4 tazas de cada unidad experimental para saber si presentan o no defectos en calidad de taza cada uno de los tratamientos.

2.4.10 Desarrollo de la investigación

2.4.10.1 Verificación del tipo de café existente en bodega

El Beneficio cuenta con cuatro áreas de almacenamiento de café pergamino seco, por lo tanto con la ayuda de una base de datos, se obtuvo información en la cual muestra el tipo de café y el número de recibo con el que ingreso al beneficio, cada uno de los recibos se le realiza una evaluación de humedad, por lo tanto en la base de datos se tiene a la humedad con la que ingresaron. Se obtendrá una premuestra para la verificación de la misma.

2.4.10.2 Obtención de pre-muestras

Conociendo el número de recibo y el tipo de café que este representa, se obtuvieron muestras para conocer la humedad en la que se encuentran, para esto se debió muestrear (chucear) una muestra representativa de 500 g aproximadamente, se debe de homogenizar, y se deben pesar 142 g de café pergamino para conocer la humedad con la que se encuentra. Conociendo la humedad del grano y el tipo de café se pudo empezar a realizar cada una de las combinaciones que lleva cada tratamiento.

2.4.10.3 Obtención de la muestra

Conociendo el tipo de café y el porcentaje de humedad se obtuvieron 13 muestras de café pergamino, se utilizaron 35.2 lb de café pergamino por cada uno de los tratamientos, en los cuatro muestreos, en total se usaron 457.6 lb para la investigación.

2.4.11 Análisis Estadístico

Para las variables: % de humedad, tamaño de zaranda y rendimiento bruto, se realizó un análisis de varianza utilizando el programa SAS. Si se detectan diferencias significativas entre los tratamientos, se realizara la prueba de medias de rango múltiple de Duncan.

Para la variable calidad de taza se elaboró una serie de gráficas para observar el comportamiento de los defectos presentados en la taza.

Además se elaboraran Cuadros para el ordenamiento de la información y se harán graficas de diferente tipo para facilitar la interpretación y discusión de los resultados.

2.5 Resultados y discusión

2.5.1 Cuadros de resultados de cada uno de los muestreos de la evaluación del rendimiento y calidad de taza de cuatro tipos de café y cuatro rangos de humedad, en condiciones de almacenaje, en el beneficio Los Olivos, Villa Nueva, Guatemala, C.A. Dichos resultados fueron obtenidos en los meses de abril a agosto del año 2016. (Cuadros del 3 al 6)

Cuadro 4. Resultados del muestreo uno (1) obtenidos de la evaluación del rendimiento y calidad de taza de cuatro tipos de café y cuatro rangos de humedad, en condiciones de almacenaje, en el beneficio Los Olivos, Villa Nueva, Guatemala, C.A.

Tratamiento	Repetición	% De Humedad	Rendimiento Bruto	Zaranda		
				Bajo 17	17/18	19/20
A1B2	1	12.1	1.2648	53	40.66	6.33
	2	12.2	1.2676	55.66	38.66	5.67
	3	12.6	1.2694	55.83	38.33	5.83
	4	12.3	1.2597	54.33	39.16	6.51
A1B3	1	13.2	1.2045	46.33	49.33	4.34
	2	12.8	1.207	46.33	49.33	4.34
	3	13	1.2049	44	50.66	5.34
	4	12.8	1.2001	47.66	48	4.34
A2B1	1	11.7	1.273	55	41	4
	2	11.4	1.2665	52.66	42.33	5
	3	11.6	1.2624	50.5	43	6.5
	4	11.4	1.2717	47.33	47.34	5.33
A2B2	1	12	1.25	25.33	53.83	20.83
	2	11.9	1.2539	29.66	49.33	21
	3	12.3	1.2443	32.33	49.33	18.33
	4	12.1	1.2336	27.33	50.66	22.01
A2B3	1	12.2	1.2264	37.33	50.5	12.17
	2	12.1	1.2225	40.16	48.66	11.17
	3	11.9	1.2251	39.66	50	10.34
	4	12.2	1.2286	40.5	51.33	8.16

Continuación cuadro 4

A3B1	1	11.9	1.2415	42.66	43.33	14
	2	12	1.2332	39.33	43.34	17.33
	3	12.1	1.2421	41.33	43.33	17.33
	4	12.3	1.2498	41.33	43.33	15.34
A3B2	1	12.7	1.2241	43	50.16	6.83
	2	12.7	1.2318	42.83	48.66	8.51
	3	12.5	1.2223	42.83	49.16	8
	4	12.9	1.2266	41	49	10
A3B3	1	12.5	1.2079	37.5	49.33	13.16
	2	12.5	1.2177	38.33	47	14.67
	3	12.2	1.2091	40	49	11
	4	12.5	1.2116	35.66	52.18	12.16
A3B4	1	12.4	1.2221	32	49.66	18.33
	2	12.3	1.226	34.66	48.66	16.67
	3	12.4	1.2238	30	48.66	21.33
	4	12.5	1.2188	33.5	49	15.5
A4B1	1	12.2	1.1992	35.5	59.66	4.83
	2	11.9	1.1979	33.33	62.01	4.66
	3	12	1.1972	32.66	62.01	5.33
	4	12	1.2026	34.66	60	5.34
A4B2	1	12.4	1.2114	32.16	59.33	8.5
	2	12.5	1.2133	35.16	55.66	9.17
	3	12.6	1.2102	30.66	60	9.34
	4	12.7	1.2104	31	60.83	8.16
A4B3	1	12.2	1.2322	30.33	53.5	16.17
	2	12.1	1.2367	29.66	52.86	17.48
	3	12	1.2385	28.66	53.33	18.01
	4	12.2	1.2294	29.33	53.33	17.33
A4B4	1	12.3	1.2196	46	45.33	8.66
	2	12.1	1.2141	43.5	48.5	8
	3	12	1.2203	44.66	48	7.34
	4	12.2	1.2147	43.5	48	8.5

Cuadro 5. Resultados del muestreo dos (2) obtenidos de la evaluación del rendimiento y calidad de taza de cuatro tipos de café y cuatro rangos de humedad, en condiciones de almacenaje, en el beneficio Los Olivos, Villa Nueva, Guatemala, C.A.

				Zaranda		
Tratamiento	Repetición	% De Humedad	Rendimiento Bruto	Bajo 17	17/18	19/20
A1B2	1	15.1	1.2709	53.33	40	6.67
	2	14.8	1.2548	53.33	40	6.67
	3	14.7	1.2516	52.66	39.33	8
	4	14.5	1.2638	53.83	40.33	5.83
A1B3	1	16.1	1.2007	41.33	53	5.67
	2	16	1.2011	44.5	49	6.5
	3	16	1.1987	41	52	7
	4	15.7	1.204	45	49.33	5.66
A2B1	1	13	1.2542	48	47	5
	2	13.2	1.2646	48.33	45.66	6
	3	13.3	1.2539	50	44	6
	4	13.4	1.2548	49.33	45.33	5.34
A2B2	1	14.7	1.2329	27.66	50.66	21.67
	2	14.8	1.2358	30	50	20
	3	14.5	1.2398	28	50.66	21.33
	4	14.5	1.2313	30.66	50	19.33
A2B3	1	14.8	1.2167	38.16	50.33	11.5
	2	14.7	1.2206	42.33	47.66	10
	3	14.7	1.2284	37.33	51.66	11
	4	14.7	1.2164	39.5	50	10.5
A3B1	1	14.7	1.2398	43	42.66	14.33
	2	14.7	1.2365	42.33	43.66	14
	3	14.8	1.2364	41.66	44.66	13.637
	4	14.4	1.2376	41.66	45.33	13

Continuación del cuadro 5.

A3B2	1	15.8	1.2174	38.66	52	9.34
	2	14.9	1.2196	39.5	50	10.5
	3	15	1.2195	40.66	48	11.34
	4	14.8	1.2183	39.33	50	10.66
A3B3	1	15.1	1.2168	38.66	48	13.34
	2	14.9	1.2069	35.66	49.33	15
	3	14.7	1.2028	35	49.16	15.83
	4	15.2	1.2058	35.66	48	16.34
A3B4	1	14.5	1.2145	28.33	50.66	21
	2	14.3	1.2166	29.33	51.5	19.17
	3	14.5	1.2142	29.33	50	20.66
	4	14.6	1.2154	26.33	54	19.67
A4B1	1	15	1.1986	31.33	63.66	5
	2	14.9	1.1983	29.83	64	6.17
	3	14.7	1.1991	33.66	61.66	4.67
	4	14.9	1.1975	31	63.33	5.66
A4B2	1	15.4	1.2079	34	56.16	9.83
	2	14.9	1.2082	30	59	11
	3	14.8	1.2094	30	60	10
	4	15.4	1.2102	30.33	58.33	11.33
A4B3	1	14.8	1.2277	29	56	15
	2	14.6	1.2148	28	54	18
	3	14.6	1.2262	29.66	53	17.34
	4	14.5	1.2163	30	53.66	16.33
A4B4	1	14.3	1.2096	44	47	9
	2	14.2	1.2165	45	47.33	7.66
	3	14.4	1.2133	42.33	48	9.67
	4	14.3	1.2152	40.66	48.66	10.68

Cuadro 6. Resultados del muestreo tres (3) obtenidos de la evaluación del rendimiento y calidad de taza de cuatro tipos de café y cuatro rangos de humedad, en condiciones de almacenaje, en el beneficio Los Olivos, Villa Nueva, Guatemala, C.A.

Tratamiento	Repetición	% De Humedad	Rendimiento Bruto	Zaranda		
				Bajo 17	17/18	19/20
A1B2	1	11.5	1.2606	55.5	38.33	6.16
	2	11.2	1.2669	55.66	38.66	5.67
	3	11.5	1.2672	51.66	41.5	6.84
	4	11.3	1.2605	51.33	43.33	5.33
A1B3	1	12.1	1.2	46	49.5	4.5
	2	11.9	1.2037	46.66	47.5	5.84
	3	12.1	1.1984	48.83	47.33	3.383
	4	11.8	1.2008	48.66	47	4.34
A2B1	1	10.5	1.2724	50.33	44.83	4.83
	2	10.3	1.2761	52.33	42.66	5
	3	10.4	1.2821	48.66	46	5.34
	4	10.4	1.2772	50.66	44.33	5
A2B2	1	11.6	1.2428	30	50.66	19.33
	2	11.9	1.2417	26	52.33	21.66
	3	12	1.2385	28	49.66	22.33
	4	11.8	1.2357	27.33	54.33	18.33
A2B3	1	12.4	1.2202	38.33	49.66	12
	2	12.4	1.2181	42.66	49.66	7.67
	3	12.1	1.2226	44.33	47.16	8.5
	4	12.4	1.2166	39.16	51.66	9.17
A3B1	1	11.9	1.2424	44.33	41.33	14.33
	2	11.7	1.2351	42.66	43.66	13.67
	3	11.8	1.2399	41.66	43.66	15.17
	4	11.7	1.2393	41	44.16	14.83
A3B2	1	12.3	1.226	45	45.33	9.66
	2	12.6	1.2202	42.66	48	9.34
	3	12.2	1.2228	42	49	9
	4	11.9	1.2241	43.66	49.66	6.67

Continuación del cuadro 6.

A3B3	1	11.9	1.2184	36.33	49.33	14.34
	2	11.7	1.216	38.33	49	12.67
	3	11.7	1.2108	35.66	50.33	14
	4	11.8	1.2141	39.16	48	12.84
A3B4	1	12.1	1.2243	30	48.66	21.34
	2	12.2	1.2155	29.66	52	18.34
	3	12.4	1.2139	30	50.33	19.66
	4	12	1.2209	32.66	49.33	18.01
A4B1	1	12.1	1.2043	33	61.66	5.34
	2	12.2	1.2012	33.33	62	6.67
	3	12.1	1.2019	35.33	60	4.67
	4	11.9	1.2049	35.66	60.33	4
A4B2	1	12	1.2104	29	61.66	9.33
	2	12.2	1.2107	32.66	58	9.34
	3	12	1.2181	33.33	57.66	9
	4	11.9	1.2184	33.66	57.66	8.67
A4B3	1	11.7	1.2245	30	57	13
	2	11.6	1.2214	28.33	57	14.67
	3	11.6	1.2238	30	53.33	16.67
	4	11.8	1.2246	30	54.33	15.66
A4B4	1	12.4	1.2106	39.33	50.83	9.83
	2	12.2	1.2186	42.33	49.5	8.17
	3	12.2	1.2196	41.16	50.33	8.51
	4	11.9	1.2156	41.83	49.5	8.67

Cuadro 7. Resultados del muestreo cuatro (4) obtenidos de la evaluación del rendimiento y calidad de taza de cuatro tipos de café y cuatro rangos de humedad, en condiciones de almacenaje, en el beneficio Los Olivos, Villa Nueva, Guatemala C.A.

Tratamiento	Repetición	% De Humedad	Rendimiento Bruto	ZARANDA		
				Bajo 17	17/18	19/20
A1B2	1	11.9	1.2639	59	35.66	5.33
	2	12.3	1.2605	54.5	39.66	5.83
	3	12	1.2608	53	41.66	5.83
	4	12.2	1.2652	53.66	39.33	7
A1B3	1	13.6	1.2007	45.66	49.33	5
	2	13.4	1.2015	42.66	51.66	5.67
	3	13.6	1.203	43.16	49.83	7
	4	13.1	1.2	46	48.66	5.34
A2B1	1	11.2	1.2616	51	43.66	5.34
	2	11.4	1.2606	45.5	47.33	7.17
	3	11.2	1.2516	48.5	46.66	4.84
	4	11.8	1.2643	61.33	34.5	4.17
A2B2	1	11.2	1.235	27.33	53.66	19.01
	2	12.1	1.2385	31	49.66	19.33
	3	12.3	1.2395	26.66	51.66	21.66
	4	11.8	1.2435	26	51	23
A2B3	1	12.3	1.2271	41.66	49.66	8.67
	2	12.9	1.2196	37.16	49.33	13.5
	3	12.6	1.2274	38.83	50.33	10.84
	4	12.7	1.2314	41	50	9
A3B1	1	12.4	1.232	41.33	45.66	13
	2	12.4	1.2396	41	45	14
	3	12.5	1.2398	39.66	46.83	13.5
	4	12.1	1.236	42.66	43.33	14
A3B2	1	12.1	1.2253	39.33	50	10.66
	2	12.6	1.231	40.83	50.66	8.51
	3	12.3	1.2296	41.66	49.5	8.84
	4	12.5	1.223	41.66	49.33	9

Continuación del cuadro 7.

A3B3	1	12.1	1.2174	42.83	45.33	11.83
	2	12.2	1.2109	36	48.66	15.33
	3	12.4	1.2161	37	48	15
	4	12.3	1.2207	37.83	49	12.83
A3B4	1	12.3	1.2206	30	50.83	19.16
	2	12.3	1.2217	28.66	51.66	19.67
	3	12.8	1.214	28.66	50.33	14.67
	4	12.7	1.2174	29.83	50	21
A4B1	1	12.1	1.2018	36	59	5
	2	12.6	1.2024	32.5	62	5.5
	3	12.3	1.1966	32.33	63	4.67
	4	12.5	1.2006	35.66	59.66	4.67
A4B2	1	12.1	1.2131	32	58.5	9.5
	2	12.3	1.2168	31	58.33	10.66
	3	12.5	1.2194	32	57.83	10.17
	4	12.3	1.2112	31.16	57.66	11.17
A4B3	1	12	1.2225	28.83	57.33	13.83
	2	12.1	1.2276	27.83	55	17.17
	3	12	1.2286	28.5	53.33	18.16
	4	12.2	1.2239	32.66	52.67	14.66
A4B4	1	12.5	1.2036	44.33	48.33	7.33
	2	13	1.2062	41.83	47.66	10.5
	3	12.9	1.2078	44.66	47.16	8.17
	4	12.7	1.2086	45.16	50.16	4.67

2.5.2 Análisis de varianza y prueba múltiple de medias (DUNCAN) para cada una de las variables y factores que se evaluaron durante la investigación.

2.5.2.1 Análisis de varianza y prueba múltiple de medias (DUNCAN) para la variable Porcentaje de Humedad en los cuatro muestreos.

En el Cuadro 8, se presentan los resultados del análisis de varianza para la variable humedad en el muestreo 1.

Cuadro 8. Análisis de varianza para la variable Porcentaje Humedad, muestreo uno (1).

FV	GL	SC	CM	FC	SIG
BLOQUE	3	0.1154	0.0384	-----	-----
TIPO CAFÉ	3	2.1952	0.7317	33.79	0.0001
HUMEDAD	3	1.6609	0.5536	25.56	0.0001
TIP*HUM	6	1.4566	0.2428	11.21	0.0001
ERROR	36	0.7796	0.0216	-----	-----
TOTAL	51	6.2034	-----	-----	-----

C.V. = 1.20 %

En dicho Cuadro se puede observar que existen diferencias estadísticamente significativas tanto para el factor tipo de café como para el factor porcentaje de humedad, así como también para la interacción entre el tipo de café y el porcentaje de humedad. El coeficiente de variación fue del 1.20 %

Para determinar qué tipos de café y porcentajes de humedad presentan diferencias o similitudes entre sí, se realizaron las pruebas de Duncan que se presentan a continuación.

En el cuadro 9, se presenta la prueba de Duncan para el factor tipo de café y la variable porcentaje de humedad, en el muestreo 1.

Cuadro 9. Prueba de Duncan para el factor tipo de café y la variable Porcentaje de Humedad en el muestreo uno (1).

TIPO DE CAFÉ	MEDIA (%)	GRUPO DE DUNCAN
Prime	12.625	A
Duro	12.400	B
Estrictamente Duro	12.212	C
Semi Duro	11.900	D

Se puede observar que todos los tipos de café presentan resultados diferentes, teniendo la más alta humedad el tipo Prime, le sigue el tipo Duro, luego estrictamente duro y finalmente el tipo Semi Duro. Esto probablemente se debe a que el tipo Prime como es de inferior calidad, tiene mayor cantidad de poros, lo cual le permite absorber mayor cantidad de humedad. Por otro lado, se esperaba que el que menor porcentaje de humedad tuviera es el tipo Estrictamente Duro, sin embargo en este caso el Semi Duro fue el que menor cantidad de humedad presentó.

En el cuadro 10, se presenta la prueba de Duncan para el factor humedad y la variable porcentaje de humedad, en el muestreo 1.

Cuadro 10. Prueba de Duncan para el factor Humedad y la variable Porcentaje de Humedad en el muestreo uno (1).

HUMEDAD (%)	MEDIA (%)	GRUPO DE DUNCAN
11 a 11.9	12.40625	A
12 a 12.9	12.40000	A
>13	12.27500	B
10 a 10.9	11.87500	C

Se pueden observar los resultados de la prueba de Duncan para el factor Humedad y la variable Porcentaje de Humedad. En este caso se puede ver que el tratamiento porcentaje de humedad inicial de 11 % a 11.9 % y el tratamiento de 12 % a 12.9 % son estadísticamente iguales. En segundo lugar se encuentra el tratamiento con porcentaje de humedad >13 %, presentando el más bajo valor en esta variable, el tratamiento de 10 % a 10.9 % de humedad. Esto probablemente se debe a que en humedades por debajo del 10.9 % el embrión del grano de café ya no este activo y por lo tanto el mencionado grano ya no tenga necesidad de absorber humedad del ambiente exterior.

En el Cuadro 11, se presentan los resultados del análisis de varianza para la variable humedad en el muestreo 2.

Cuadro 11. Análisis de varianza para la variable Porcentaje Humedad, muestreo dos (2).

FV	GL	SC	CM	FC	SIG
BLOQUE	3	0.3531	0.1177	-----	-----
TIPO CAFÉ	3	5.4869	1.8289	46.31	0.0001
HUMEDAD	3	4.7879	1.5960	40.41	0.0001
TIP*HUM	6	6.1487	1.0248	25.95	0.0001
ERROR	36	1.4219	0.0395	-----	-----
TOTAL	51	18.0604	-----	-----	-----

C.V. = 1.35 %

En dicho Cuadro se puede observar que existen diferencias estadísticamente significativas tanto para el factor tipo de café como para el factor porcentaje de humedad, así como también para la interacción entre el tipo de café y el porcentaje de humedad. El coeficiente de variación fue del 1.35 %

Para determinar qué tipos de café y porcentajes de humedad presentan diferencias o similitudes entre sí, se realizaron las pruebas de Duncan que se presentan a continuación.

En el cuadro 12, se presenta la prueba de Duncan para el factor tipo de café y la variable porcentaje de humedad, en el muestreo 2.

Cuadro 12. Prueba de Duncan para el factor tipo de café y la variable Porcentaje de Humedad en el muestreo dos (2).

TIPO DE CAFÉ	MEDIA (%)	GRUPO DE DUNCAN
Prime	15.3625	A
Duro	14.8063	B
Estrictamente Duro	14.7312	B
Semi Duro	14.1918	C

Se puede observar que existe un tipo de café que se encuentra con mayor diferencia significativa a comparación de los otros tipos de café, hay dos tipos de café con resultados similares y un tipo de café que es el semi duro con una media de humedad más baja, en teoría debe de ser el tipo de café estrictamente duro por ser el café de más alta calidad tuvo que sufrir menor cambio en cuanto al aumento de humedad por ser un grano más consistente no debió sufrir muchos cambios, pero al igual que el muestreo 1 presenta el

mismo patrón en cuanto a los resultados en el tipo de café. El tipo prime sigue sufriendo el cambio más drástico esto se debe a que el café es de menor calidad y tiene más espacios porosos por lo cual está más propenso a la pérdida o aumento de humedad.

A comparación del muestreo 1 la humedad ambiental aumento bastante por lo tanto se vio reflejado en las medias de % de humedad en el grano de café.

En el cuadro 13, se presenta la prueba de Duncan para el factor humedad y la variable porcentaje de humedad, en el muestreo 2.

Cuadro 13. Prueba de Duncan para el factor Humedad y la variable Porcentaje de Humedad en el muestreo dos (2).

HUMEDAD (%)	MEDIA (%)	GRUPO DE DUNCAN
12 a 12.9	15.0687	A
11 a11.9	14.9125	A
>13	14.3875	B
10 a 10.9	14.25	B

Se puede observar los resultados de la prueba de Duncan para el factor Humedad y la Variable Porcentaje de Humedad. En este caso se puede observar que el tratamiento con porcentaje de humedad inicial de 12 % a 12.9 % y el tratamiento 11 % a 11.9 % son estadísticamente igual al igual que el muestreo 1. Y el tratamiento con porcentaje de humedad >13 %, y el tratamiento de 10 % a 10.9 % en el muestreo 2 se presentan como estadísticamente iguales, siempre siendo el más bajo el tratamiento de 10 % a 10.9% esto puede ser porque el embrión a una humedad menor a 11% ya se encuentra muerto, entonces el grano ya tiene la capacidad de respiración por eso se logra observar en el resultado.

En el cuadro 14, se presentan los resultados del análisis de varianza para la variable humedad en el muestreo 3.

Cuadro 14. Análisis de varianza para la variable Humedad, muestreo tres (3).

FV	GL	SC	CM	FC	SIG
BLOQUE	3	0.1621	0.0540	-----	-----
TIPO CAFÉ	3	1.9167	0.6389	29.1	0.0001
HUMEDAD	3	2.9316	0.9772	44.51	0.0001
TIP*HUM	6	7.1144	1.3186	54.01	0.0001
ERROR	36	0.7904	0.0219	-----	-----
TOTAL	51	12.4040	-----	-----	-----

C.V. = 1.25%

En dicho Cuadro se puede observar que existen diferencias estadísticamente significativas tanto para el factor tipo de café como para el factor porcentaje de humedad, así como también para la interacción entre el tipo de café y el porcentaje de humedad. El coeficiente de variación fue del 1.25 %

Para determinar qué tipos de café y porcentajes de humedad presentan diferencias o similitudes entre sí, se realizaron las pruebas de Duncan que se presentan a continuación.

En el cuadro 15, se presenta la prueba de Duncan para el factor tipo de café y la variable porcentaje de humedad, en el muestreo 3.

Cuadro 15. Prueba de Duncan para el factor tipo de café y la variable Humedad en el muestreo tres (3).

TIPO DE CAFÉ	MEDIA (%)	GRUPO DE DUNCAN
Duro	11.9937	A
Estrictamente Duro	11.9875	A
Prime	11.675	B
Semi Duro	11.5166	C

Se puede observar que las medias de los tipos de café bajaron con respecto al muestreo 2, esto se debe a que durante el tercer mes empezó la temporada de la canícula, y los datos obtenidos por un higrómetro se pudieron observar que la temperatura aumento, y las lluvias y la humedad relativa disminuyeron. En cuanto a los resultados podemos decir que los tipos de café duro y estrictamente duro son estadísticamente iguales, acá el resultado obtenido era el que se esperaba debido a que son los tipos de café de más alta calidad y son los que presentan cambios menos bruscos en cuanto a la pérdida de humedad, el tipo prime se presenta en tercer lugar, podemos observar el cambio brusco de humedad de un muestreo a otro esto es por ser un tipo de café bajo.

En el cuadro 16, se presenta la prueba de Duncan para el factor humedad y la variable porcentaje de humedad, en el muestreo 3.

Cuadro 16. Prueba de Duncan para el factor Humedad y la variable porcentaje de Humedad en el muestreo tres (3).

HUMEDAD (%)	MEDIA (%)	GRUPO DE DUNCAN
>13	12.175	A
12 a 12.9	11.9375	B
11 a 11.9	11.8687	B
10 a 10.9	11.4166	C

En el cuadro 16, se puede observar que el tratamiento con porcentaje de humedad inicial de >13% presenta una media en porcentaje mayor, los tratamientos de humedad inicial de 12 % a 12.9 % y el tratamiento 11 % a 11.9 % son estadísticamente iguales. Y el tratamiento con porcentaje de humedad de 10 % a 10.9% es el tratamiento que presenta menor media, siempre siendo el más bajo el tratamiento de 10 % a 10.9 % esto puede ser porque el embrión a una humedad menor a 11% ya se encuentra muerto, entonces el grano ya tiene la capacidad de respiración por eso se logra observar en el resultado.

En el cuadro 17, se presentan los resultados del análisis de varianza para la variable humedad en el muestreo 4.

Cuadro 17. Análisis de varianza para la variable Humedad, muestreo cuatro (4).

FV	GL	SC	CM	FC	SIG
BLOQUE	3	0.7267	0.2422	-----	-----
TIPO CAFÉ	3	2.4687	0.8229	19.04	0.0001
HUMEDAD	3	2.6531	0.8843	20.46	0.0001
TIP*HUM	6	5.1066	0.8511	19.69	0.0001
ERROR	36	1.5558	0.2079	-----	-----
TOTAL	51	11.7094	-----	-----	-----

C.V. = 1.68%

En dicho Cuadro se puede observar que existen diferencias estadísticamente significativas tanto para el factor tipo de café como para el factor porcentaje de humedad, así como también para la interacción entre el tipo de café y el porcentaje de humedad. El coeficiente de variación fue del 1.68 %

Para determinar qué tipos de café y porcentajes de humedad presentan diferencias o similitudes entre sí, se realizaron las pruebas de Duncan que se presentan a continuación.

En el cuadro 18, se presenta la prueba de Duncan para el factor tipo de café y la variable porcentaje de humedad, en el muestreo 4.

Cuadro 18. Prueba de Duncan para el factor Tipo de Café y la variable Humedad en el muestreo cuatro (4).

TIPO DE CAFE	MEDIA (%)	GRUPO DE DUNCAN
Prime	12.7625	A
Estrictamente Duro	12.3812	B
Duro	12.375	B
Semi Duro	11.9583	C

En la prueba de Duncan presentada en el cuadro 18 se pudo observar que el tipo de café prime volvió a presentar cambios en cuanto a la humedad, por lo tanto los tipos de café estrictamente duro y duro estadísticamente son iguales, y el café que menos cambios presentó durante toda la investigación del tipo de café semi duro, fue el que presentó menos cambios en cuanto a la variable humedad del grano.

En el cuadro 19, se presenta la prueba de Duncan para el factor humedad y la variable porcentaje de humedad, en el muestreo 4.

Cuadro 19. Prueba de Duncan para el factor Humedad y el variable porcentaje de Humedad en el muestreo cuatro (4).

HUMEDAD (%)	MEDIA (%)	GRUPO DE DUNCAN
>13	12.6500	A
12 a 12.9	12.5937	A
11 a 11.9	12.1562	B
10 a 10.9	12.0416	B

Se puede observar los resultados de la prueba de Duncan para el factor Humedad y la Variable Porcentaje de Humedad. En este caso se pudo observar que el tratamiento con porcentaje de humedad inicial de >13% y 12 % a 12.9 % son estadísticamente iguales, los tratamientos de humedad inicial de 11 % a 11.9 % y 10 % a 10.9 % son estadísticamente iguales. Durante toda la investigación los tratamientos con humedad de 10 % a 10.9 % fueron los que presentaron menor cambio en cuanto a la humedad durante el tiempo de la investigación.

En el cuadro 20, podemos observar un resumen de las medias de la variable % de humedad para el factor tipo de café para los cuatro muestreos.

Cuadro 20. Medias de la variable % humedad para el factor tipo de café en los cuatro muestreos.

TIPO DE CAFÉ	M 1	M 2	M 3	M4
Prime	12.6250	15.3625	11.675	12.7625
Semi Duro	11.90	14.1916	11.5166	11.9583
Duro	12.40	14.8062	11.9937	11.375
Estrictamente Duro	12.2125	14.7312	11.9875	12.3812

En el cuadro 20 se puede observar un resumen de las medias de la variable % de humedad para el factor tipo de café para los cuatro muestreo, primeramente podemos observar que en el segundo mes fue donde hubo la mayor cantidad de lluvia, por lo tanto se vio reflejado en los tratamientos con un aumento de % de humedad, el tipo de café prime fue el que presento cambios más bruscos en cuanto a la humedad, esto se debe que es el café de menor calidad, por lo general de grano pequeño, no tan conciso, por lo que hay una mayor cantidad de poros que permiten una mayor absorción de humedad así como una mayor liberación de humedad, en teoría el grano estrictamente duro tenía que ser el otro extremo, pero según las pruebas de Duncan realizadas durante los nuestros pudimos observar que el tratamiento que presento menos cambios fue el semi duro, debido a que solamente en el muestreo donde la humedad relativa aumento sufrió un cambio en el % de humedad en el grano de ahí se estabilizo durante los demás tratamientos.

En el cuadro 21, se puede observar un resumen de las medias de la variable % de humedad para el factor humedad para los cuatro muestreos.

Cuadro 21. Medias de la variable % humedad para el factor Humedad en los cuatro muestreos.

% de Humedad	M 1	M 2	M 3	M4
10 a 10.9	11.875	14.25	11.4166	12.0416
11 a 11.9	12.4062	14.9125	11.8687	12.1562
12 a 12.9	12.40	15.0687	11.9375	12.5937
>13	12.275	14.3875	12.175	12.65

En el cuadro anterior, se puede observar el resumen de las medias de la variable % de humedad para el factor humedad en los cuatro muestreos, en el cual podemos observar que los tratamientos con humedad inicial de 10 % a 10.9 % fueron los que presentaron menos cambios esto por las pruebas de Duncan realizadas.

2.5.2.2 Análisis de varianza y prueba múltiple de medias (DUNCAN) para la variable Rendimiento Bruto en los cuatro muestreos.

En el cuadro 22, se presentan los resultados del análisis de varianza para el variable rendimiento bruto en el muestreo 1.

Cuadro 22. Análisis de varianza para la variable Rendimiento Bruto, muestreo uno (1).

FV	GL	SC	CM	FC	SIG
BLOQUE	3	0.000038	0.000013	-----	-----
TIPO CAFÉ	3	0.006621	0.002207	106.48	0.0001
HUMEDAD	3	0.003568	0.001189	57.38	0.0001
TIP*HUM	6	0.011999	0.001998	96.40	0.0001
ERROR	36	0.000746	0.000021	-----	-----
TOTAL	51	0.022647	-----	-----	-----

C.V. = 0.37 %

En dicho Cuadro se puede observar que existen diferencias estadísticamente significativas tanto para el factor tipo de café como para el factor porcentaje de humedad, así como también para la interacción entre el tipo de café y el porcentaje de humedad. El coeficiente de variación fue del 0.37 %

Para determinar qué tipos de café y porcentajes de humedad presentan diferencias o similitudes entre sí, se realizaron las pruebas de Duncan que se presentan a continuación.

En el cuadro 23, se presenta la prueba de Duncan para el factor tipo de café y la variable rendimiento bruto, en el muestreo 1.

Cuadro 23. Prueba de Duncan para el factor Tipo de Café y la variable Rendimiento Bruto en el muestreo uno (1).

TIPO DE CAFÉ	MEDIA	GRUPO DE DUNCAN
Semi Duro	1.2465	A
Prime	1.2347	B
Duro	1.2255	C
Estrictamente duro	1.2154	D

Se presenta la prueba de Duncan para el factor tipo de café y el variable rendimiento bruto, en la cual para todos los tipos de café es diferente, siendo el tipo de café semi duro con la media más alta para el rendimiento bruto y la menor media para el tipo de café estrictamente duro. Esto se debe a que los cafés bajos muchas veces son trabajados de malas formas en el beneficiado húmedo, por lo tanto los resultados observados en el muestreo 1 son bastante apegados a la realidad.

En el cuadro 24, se presenta la prueba de Duncan para el factor humedad y la variable rendimiento bruto, en el muestreo 1.

Cuadro 24. Prueba de Duncan para el factor Humedad y la variable Rendimiento Bruto en el muestreo uno (1).

HUMEDAD (%)	MEDIA	GRUPO DE DUNCAN
11 a 11.9	1.2370	A
10 a 10.9	1.2364	A
>13	1.2199	B
12 a 12.9	1.2188	B

Se presenta la prueba de Duncan para el factor humedad y el variable rendimiento bruto. Se puede decir que los tratamientos con humedad inicial de 11 % a 11.9 % y los tratamientos de 10 % a 10.9 % estadísticamente son iguales presentando una media más alta en cuanto al rendimiento en comparación a los tratamientos con humedad inicial >13% y los tratamientos con humedad inicial de 12 % a 12.9 % estadísticamente son iguales, con menor media a comparación de los primeros tratamientos mencionados.

En el cuadro 25, se presentan los resultados del análisis de varianza para el variable rendimiento bruto en el muestreo 2.

Cuadro 25. Análisis de varianza para la variable Rendimiento Bruto, muestreo dos (2).

FV	GL	SC	CM	FC	SIG
BLOQUE	3	0.000018	0.000006	-----	-----
TIPO CAFÉ	3	0.005415	0.001805	88.89	0.0001
HUMEDAD	3	0.003781	0.001260	62.07	0.0001
TIP*HUM	6	0.0089	0.001483	73.04	0.0001
ERROR	36	0.000731	0.00002	-----	-----
TOTAL	51	0.01831	-----	-----	-----

C.V. = 0.37 %

En dicho Cuadro se puede observar que existen diferencias estadísticamente significativas tanto para el factor tipo de café como para el factor porcentaje de humedad, así como también para la interacción entre el tipo de café y el porcentaje de humedad. El coeficiente de variación fue del 0.37 %

Para determinar qué tipos de café y porcentajes de humedad presentan diferencias o similitudes entre sí, se realizaron las pruebas de Duncan que se presentan a continuación.

En el cuadro 26, se presenta la prueba de Duncan para el factor tipo de café y la variable rendimiento bruto, en el muestreo 2.

Cuadro 26. Prueba de Duncan para el factor tipo de café y la variable Rendimiento Bruto en el muestreo dos (2).

TIPO DE CAFE	MEDIA	GRUPO DE DUNCAN
Semi Duro	1.2374	A
Prime	1.2307	B
Duro	1.2198	C
Estrictamente duro	1.2105	D

Se presenta la prueba de Duncan para el factor tipo de café y el variable rendimiento bruto, en la cual para todos los tipos de café es diferente, siendo el tipo de café semi duro con la media más alta para el rendimiento bruto y la menor media para el tipo de café estrictamente duro. Esto se debe a que los cafés bajos muchas veces son trabajados de malas formas en el beneficiado húmedo, por lo tanto los resultados observados en el muestreo 2 son bastante apegados a la realidad.

En el cuadro 27, se presenta la prueba de Duncan para el factor humedad y la variable rendimiento bruto, en el muestreo 2.

Cuadro 27. Prueba de Duncan para el factor Humedad y la variable Rendimiento Bruto en el muestreo dos (2).

HUMEDAD (%)	MEDIA	GRUPO DE DUNCAN
10 a 10.9	1.2370	A
11 a 11.9	1.2364	A
>13	1.2199	B
12 a 12.9	1.2188	B

Se presenta la prueba de Duncan para el factor humedad y el variable rendimiento bruto. Se puede decir que los tratamientos con humedad inicial de 11 % a 11.9 % y los tratamientos de 10 % a 10.9 % estadísticamente son iguales presentando una media más alta en cuanto al rendimiento en comparación a los tratamientos con humedad inicial >13 % y los tratamientos con humedad inicial de 12 % a 12.9 % estadísticamente son iguales, con menor media a comparación de los primeros tratamientos mencionados.

En el cuadro 28, se presentan los resultados del análisis de varianza para el variable rendimiento bruto en el muestreo 3.

Cuadro 28. Análisis de varianza para la variable Rendimiento Bruto, muestreo tres (3).

FV	GL	SC	CM	FC	SIG
BLOQUE	3	0.000009	0.000003	-----	-----
TIPO CAFÉ	3	0.006569	0.002190	188.61	0.0001
HUMEDAD	3	0.005819	0.001939	167.07	0.0001
TIP*HUM	6	0.011195	0.001866	160.72	0.0001
ERROR	36	0.000417	0.000011	-----	-----
TOTAL	51	0.024007	-----	-----	-----

C.V. = 0.28 %

En dicho Cuadro se puede observar que existen diferencias estadísticamente significativas tanto para el factor tipo de café como para el factor porcentaje de humedad, así como también para la interacción entre el tipo de café y el porcentaje de humedad. El coeficiente de variación fue del 0.28 %

Para determinar qué tipos de café y porcentajes de humedad presentan diferencias o similitudes entre sí, se realizaron las pruebas de Duncan que se presentan a continuación.

En el cuadro 29, se presenta la prueba de Duncan para el factor tipo de café y la variable rendimiento bruto, en el muestreo 3.

Cuadro 29. Prueba de Duncan para el factor Tipo de Café y la variable Rendimiento Bruto en el muestreo tres (3).

TIPO DE CAFÉ	MEDIA	GRUPO DE DUNCAN
Semi Duro	1.2453	A
Prime	1.2322	B
Duro	1.2239	C
Estrictamente duro	1.2142	D

Se presenta la prueba de Duncan para el factor tipo de café y el variable rendimiento bruto, en la cual para todos los tipos de café es diferente, siendo el tipo de café semi duro con la media más alta para el rendimiento bruto y la menor media para el tipo de café estrictamente duro. Esto se debe a que los cafés bajos muchas veces son trabajados de malas formas en el beneficiado húmedo, por lo tanto los resultados observados en el muestreo 3 son bastante apegados a la realidad.

En el cuadro 30, se presenta la prueba de Duncan para el factor humedad y la variable rendimiento bruto, en el muestreo 3.

Cuadro 30. Prueba de Duncan para el factor Humedad y la variable Rendimiento Bruto en el muestreo tres (3).

HUMEDAD (%)	MEDIA	GRUPO DE DUNCAN
10 a 10.9	1.2397	A
11 a 11.9	1.2352	B
>13	1.2173	C
12 a 12.9	1.2146	C

Se presenta la prueba de Duncan para el factor humedad y el variable rendimiento bruto. Se puede decir que los tratamientos con humedad inicial de 10 % a 10.9 % presenta la mayor media de rendimiento bruto, luego le sigue el tratamiento de 11 % a 11.9 %. Los tratamientos con humedad inicial >13 % y los tratamientos con humedad inicial de 12 % a 12.9 % estadísticamente son iguales.

En el cuadro 31, se presentan los resultados del análisis de varianza para el variable rendimiento bruto en el muestreo 4.

Cuadro 31. Análisis de varianza para la variable Rendimiento Bruto, muestreo cuatro (4).

FV	GL	SC	CM	FC	SIG
BLOQUE	3	0.000017	0.000006	-----	-----
TIPO CAFÉ	3	0.005272	0.001757	133.79	0.0001
HUMEDAD	3	0.003558	0.001186	90.29	0.0001
TIP*HUM	6	0.008697	0.001449	110.35	0.0001
ERROR	36	0.000472	0.000013	-----	-----
TOTAL	51	0.018702	-----	-----	-----

C.V. = 0.30 %

En dicho Cuadro se puede observar que existen diferencias estadísticamente significativas tanto para el factor tipo de café como para el factor porcentaje de humedad, así como también para la interacción entre el tipo de café y el porcentaje de humedad. El coeficiente de variación fue del 0.30 %

Para determinar qué tipos de café y porcentajes de humedad presentan diferencias o similitudes entre sí, se realizaron las pruebas de Duncan que se presentan a continuación.

En el cuadro 32, se presenta la prueba de Duncan para el factor tipo de café y la variable rendimiento bruto, en el muestreo 4.

Cuadro 32. Prueba de Duncan para el factor Tipo de Café y la variable Rendimiento Bruto en el muestreo cuatro (4).

TIPO DE CAFÉ	MEDIA	GRUPO DE DUNCAN
Semi Duro	1.2416	A
Prime	1.2319	B
Duro	1.2246	C
Estrictamente duro	1.2119	D

Se presenta la prueba de Duncan para el factor tipo de café y el variable rendimiento bruto, en la cual para todos los tipos de café es diferente, siendo el tipo de café semi duro con la media más alta para el rendimiento bruto y la menor media para el tipo de café estrictamente duro. Esto se debe a que los cafés bajos muchas veces son trabajados de malas formas en el beneficiado húmedo, por lo tanto los resultados observados en el muestreo 4 son bastante apegados a la realidad.

En el cuadro 33, se presenta la prueba de Duncan para el factor humedad y la variable rendimiento bruto, en el muestreo 4.

Cuadro 33. Prueba de Duncan para el factor Humedad y la variable Rendimiento Bruto en el muestreo cuatro (4).

HUMEDAD (%)	MEDIA	GRUPO DE DUNCAN
11 a 11.9	1.2360	A
10 a 10.9	1.2322	B
12 a 12.9	1.2174	C
>13	1.2124	D

Se presenta la prueba de Duncan para el factor humedad y la variable rendimiento bruto, para el muestreo 4, todos los tratamientos son estadísticamente diferentes presentando la media más alta los tratamientos con una humedad inicial de 11 % a 11.9 %, y el tratamiento con mejor rendimiento son los tratamientos con humedad inicial de >13 %.

En el cuadro 34, se presenta un resumen de los cuatro muestreos realizados para la variable rendimiento bruto.

Cuadro 34. Medias de la variable Rendimiento bruto para el factor tipo de café en los cuatro muestreos.

TIPO DE CAFÉ	M 1	M 2	M 3	M4
Prime	1.2347	1.2307	1.2322	1.2319
Semi Duro	1.2465	1.2374	1.2453	1.2416
Duro	1.2255	1.2198	1.2239	1.2246
Estrictamente Duro	1.2155	1.2105	1.2142	1.2119

El rendimiento bruto tiene una influencia sobre el tipo de café, por lo general los tipos de café bajos, son comprados por coyotes en cualquier parte del país y cada persona trabaja de diferente manera los cafés durante el beneficiado húmedo, por lo tanto el café presentará mayor cantidad de impurezas por lo tanto el rendimiento bruto aumenta como se ve en el tipo de café prime y semi duro, mientras que los tipos de café de mayor calidad como lo es duro y estrictamente duro presentan un mejor rendimiento bruto, porque son cafés con mejor procesamiento de beneficiado húmedo.

En el cuadro 35, se presenta un resumen de los cuatro muestreos realizados para la variable rendimiento bruto.

Cuadro 35. Medias de la variable Rendimiento Bruto para el factor Humedad en los cuatro muestreos.

% de Humedad	M 1	M 2	M 3	M4
10 a 10.9	1.2364	1.2309	1.2397	1.2322
11 a 11.9	1.2370	1.2307	1.2353	1.2360
12 a 12.9	1.2188	1.2127	1.2146	1.2174
>13	1.2199	1.2144	1.2173	1.2124

Cuando se habla del % de humedad hay una relación inversa en cuanto a la variable humedad, por lo tanto entre mayor humedad el grano pesa más y el rendimiento bruto disminuye, por eso podemos observar que entre menor es la humedad de los tratamientos es mayor el rendimiento bruto.

2.5.2.3 Análisis de varianza y prueba múltiple de medias (DUNCAN) para la variable Zaranda baja en los cuatro muestreos.

En el cuadro 36, se presentan los resultados del análisis de varianza para la variable zaranda baja en el muestreo 1.

Cuadro 36. Análisis de varianza para la variable Zaranda Baja, muestreo uno (1).

FV	GL	SC	CM	FC	SIG
BLOQUE	3	8.0550	2.6850	-----	-----
TIPO CAFÉ	3	1617.9351	539.3117	157.89	0.0001
HUMEDAD	3	456.0499	152.0166	57.38	0.0001
TIP*HUM	6	1468.3390	244.7232	71.65	0.0001
ERROR	36	122.948	3.4157	-----	-----
TOTAL	51	3215.7430	-----	-----	-----

C.V. = 4.67 %

En dicho Cuadro se puede observar que existen diferencias estadísticamente significativas tanto para el factor tipo de café como para el factor porcentaje de humedad, así como también para la interacción entre el tipo de café y el porcentaje de humedad. El coeficiente de variación fue del 4.67 %

Para determinar qué tipos de café y porcentajes de humedad presentan diferencias o similitudes entre sí, se realizaron las pruebas de Duncan que se presentan a continuación.

En el cuadro 37, se presenta la prueba de Duncan para el factor tipo de café y la variable zaranda baja, en el muestreo 1.

Cuadro 37. Prueba de Duncan para el factor Tipo de Café y la variable Zaranda Baja en el muestreo uno (1).

TIPO DE CAFÉ	MEDIA (%)	GRUPO DE DUNCAN
Prime	50.3925	A
Semi Duro	39.8158	B
Duro	38.4975	B
Estrictamente duro	35.0481	C

Los tratamientos del tipo de café Prime se presenta en el primer escalón con un media de 50.3925, los tratamientos semiduro o duro son estadísticamente iguales y el estrictamente

duro es el que presenta menor media, La relación que se maneja con esta variable es que los tipos de cafés bajos son los que presentan el grano más pequeño, y los tipos de cafés de mayor calidad el grano del café es más grande.

En el cuadro 38, se presenta la prueba de Duncan para el factor humedad y la variable zaranda baja, en el muestreo 1.

Cuadro 38. Prueba de Duncan para el factor Humedad y la variable Zaranda Baja en el muestreo uno (1).

HUMEDAD (%)	MEDIA (%)	GRUPO DE DUNCAN
10 a 10.9	42.1908	A
11 a 11.9	39.5039	B
>13	38.4775	B
12 a 12.9	38.2150	B

Se presenta la prueba de Duncan para el factor humedad y la variable zaranda baja, podemos observar que los tratamientos con humedad de 10 % a 10.9 %, son los que presentan mayor cantidad de grano pequeño, esto debido a que el contenido de agua es menor en el grano por lo tanto el grano es más pequeño, mientras que los demás tratamientos son estadísticamente iguales.

En el cuadro 39, se presentan los resultados del análisis de varianza para la variable zaranda baja en el muestreo 2.

Cuadro 39. Análisis de varianza para la variable Zaranda Baja, muestreo dos (2).

FV	GL	SC	CM	FC	SIG
BLOQUE	3	1.9947	0.6649	-----	-----
TIPO CAFÉ	3	1390.1815	463.3938	196.37	0.0001
HUMEDAD	3	383.8776	127.9591	54.22	0.0001
TIP*HUM	6	1524.625	254.1041	107.68	0.0001
ERROR	36	84.9547	2.3598	-----	-----
TOTAL	51	3076.932	-----	-----	-----

C.V. = 4.04 %

En dicho Cuadro se puede observar que existen diferencias estadísticamente significativas tanto para el factor tipo de café como para el factor porcentaje de humedad, así como también para la interacción entre el tipo de café y el porcentaje de humedad. El coeficiente de variación fue del 4.04 %.

Para determinar qué tipos de café y porcentajes de humedad presentan diferencias o similitudes entre sí, se realizaron las pruebas de Duncan que se presentan a continuación.

En el cuadro 40, se presenta la prueba de Duncan para el factor tipo de café y la variable zaranda baja, en el muestreo 2.

Cuadro 40. Prueba de Duncan para el factor Tipo de Café y la variable Zaranda Baja en el muestreo dos (2).

TIPO DE CAFÉ	MEDIA (%)	GRUPO DE DUNCAN
Prime	48.1225	A
Semi Duro	39.1083	B
Duro	36.5688	C
Estrictamente duro	33.6750	D

Se presenta la prueba de Duncan para el factor tipo de café y la variable zaranda baja, todos los tratamientos son estadísticamente diferentes, pero siguen el mismo patrón que en el muestreo 1, entre más baja es la calidad de café el porcentaje de zaranda baja es mayor.

En el cuadro 41, se presenta la prueba de Duncan para el factor humedad y la variable zaranda baja, en el muestreo 2.

Cuadro 41. Prueba de Duncan para el factor Humedad y la variable Zaranda Baja en el muestreo dos (2).

HUMEDAD (%)	MEDIA (%)	GRUPO DE DUNCAN
10 a 10.9	40.8442	A
11 a 11.9	38.2469	B
12 a 12.9	36.9244	C
>13	35.6638	C

Se presenta la prueba de Duncan para el factor humedad y la variable zaranda baja, podemos observar que los tratamientos con humedad de 10 % a 10.9 %, son los que presentan mayor cantidad de grano pequeño, esto debido a que el contenido de agua es menor en el grano por lo tanto el grano es más pequeño, siguiendo los tratamientos de 11 % a 11.9 % y los tratamientos de 12 % a 12.9 % y >13 % de humedad son estadísticamente iguales.

En el cuadro 42, se presentan los resultados del análisis de varianza para la variable zaranda baja en el muestreo 3.

Cuadro 42. Análisis de varianza para la variable Zaranda Baja, muestreo tres (3).

FV	GL	SC	CM	FC	SIG
BLOQUE	3	2.5760	0.8586	-----	-----
TIPO CAFÉ	3	1627.0429	542.3474	174.81	0.0001
HUMEDAD	3	415.7023	138.5674	44.66	0.0001
TIP*HUM	6	1399.6686	233.2781	75.19	0.0001
ERROR	36	111.6869	3.1024	-----	-----
TOTAL	51	3242.0946	-----	-----	-----

C.V. = 4.48 %

En dicho Cuadro se puede observar que existen diferencias estadísticamente significativas tanto para el factor tipo de café como para el factor porcentaje de humedad, así como también para la interacción entre el tipo de café y el porcentaje de humedad. El coeficiente de variación fue del 4.48 %

Para determinar qué tipos de café y porcentajes de humedad presentan diferencias o similitudes entre sí, se realizaron las pruebas de Duncan que se presentan a continuación.

En el cuadro 43, se presenta la prueba de Duncan para el factor tipo de café y la variable zaranda baja, en el muestreo 3.

Cuadro 43. Prueba de Duncan para el factor Tipo de Café y la variable Zaranda Baja en el muestreo tres (3).

TIPO DE CAFE	MEDIA (%)	GRUPO DE DUNCAN
Prime	50.5375	A
Semi Duro	39.8153	B
Duro	38.4231	B
Estrictamente duro	34.3094	C

Se presenta la prueba de Duncan para el factor tipo de café y la variable zaranda baja, los tratamientos del tipo de café prime son los que siguen presentando mayor cantidad de grano pequeño, mientras que los tratamientos de café del tipo semi duro y duro son estadísticamente iguales, y el tipo de café estrictamente duro es que presenta menor cantidad de grano pequeño.

En el cuadro 44, se presenta la prueba de Duncan para el factor humedad y la variable zaranda baja, en el muestreo 3.

Cuadro 44. Prueba de Duncan para el factor Humedad y la variable Zaranda Baja en el muestreo tres (3).

HUMEDAD (%)	MEDIA (%)	GRUPO DE DUNCAN
10 a 10.9	42.4119	A
11 a 11.9	39.2156	B
12 a 12.9	38.9025	B
>13	35.8713	C

Se presenta la prueba de Duncan para el factor humedad y la variable zaranda baja, podemos observar que los tratamientos con humedad de 10 % a 10.9 %, son los que presentan mayor cantidad de grano pequeño, esto debido a que el contenido de agua es menor en el grano por lo tanto el grano es más pequeño, siguiendo los tratamientos de 11 % a 11.9 % y 12 % a 12.9 % son estadísticamente iguales y los tratamientos de >13 % de humedad es el que presenta menor cantidad de granos pequeños.

En el cuadro 45, se presentan los resultados del análisis de varianza para la variable zaranda baja en el muestreo 4.

Cuadro 45. Análisis de varianza para la variable Zaranda Baja, muestreo cuatro (4).

FV	GL	SC	CM	FC	SIG
BLOQUE	3	68.2813	22.7604	-----	-----
TIPO CAFÉ	3	1534.3687	511.4562	90.75	0.0001
HUMEDAD	3	479.6278	159.879	28.37	0.0001
TIP*HUM	6	1753.2339	292.205	51.85	0.0001
ERROR	36	202.8848	5.6357	-----	-----
TOTAL	51	3547.6313	-----	-----	-----

C.V. = 6.09 %

En dicho Cuadro se puede observar que existen diferencias estadísticamente significativas tanto para el factor tipo de café como para el factor porcentaje de humedad, así como también para la interacción entre el tipo de café y el porcentaje de humedad. El coeficiente de variación fue del 6.04 %.

Para determinar qué tipos de café y porcentajes de humedad presentan diferencias o similitudes entre sí, se realizaron las pruebas de Duncan que se presentan a continuación.

En el cuadro 46, se presenta la prueba de Duncan para el factor tipo de café y la variable zaranda baja, en el muestreo 4.

Cuadro 46. Prueba de Duncan para el factor Tipo de Café y la variable Zaranda Baja en el muestreo cuatro (4).

TIPO DE CAFE	MEDIA (%)	GRUPO DE DUNCAN
Prime	49.7050	A
Semi Duro	39.6442	B
Duro	37.4337	C
Estrictamente duro	34.7781	D

Se presenta la prueba de Duncan para el factor tipo de café y la variable zaranda baja, para el muestreo cada uno de los tratamientos son estadísticamente diferentes, aunque al igual que todos los muestreos anteriores sigue el mismo patrón, el café de más baja calidad presenta mayor porcentaje de zaranda baja y el café de mejor calidad presenta menor cantidad en porcentaje de grano pequeño.

En el cuadro 47, se presenta la prueba de Duncan para el factor humedad y la variable zaranda baja, en el muestreo 4.

Cuadro 47. Prueba de Duncan para el factor Humedad y la variable Zaranda Baja en el muestreo cuatro (4).

HUMEDAD (%)	MEDIA (%)	GRUPO DE DUNCAN
10 a 10.9	42.2892	A
11 a 11.9	38.7994	B
12 a 12.9	37.9756	BC
>13	36.6413	C

Se presenta la prueba de Duncan para el factor humedad y la variable zaranda baja, podemos observar que los tratamientos con humedad de 10 % a 10.9 %, son los que presentan mayor cantidad de grano pequeño, esto debido a que el contenido de agua es menor en el grano por lo tanto el grano es más pequeño, siguiendo los tratamientos de 11 % a 11.9 % y 12 % a 12.9 % son estadísticamente iguales y los tratamientos de >13 % de humedad es el que presenta menor cantidad de granos pequeños.

En el cuadro 48, se presenta el resumen del muestreo de la variable zaranda baja en el factor tipo de café

Cuadro 48. Medias de la variable Zaranda Baja para el factor tipo de café en los cuatro muestreos.

Tipo de café	M 1	M 2	M 3	M4
Prime	50.3925	50.5375	48.1225	49.7050
Semi Duro	39.8158	39.8152	39.1083	39.6641
Duro	38.4975	38.4231	36.5687	37.4337
Estrictamente Duro	35.0481	34.3093	33.675	34.7781

El comportamiento observado durante la investigación fue que el tipo de café con calidad más baja presentó más porcentaje de zaranda baja, y el café de mejor calidad presenta menor porcentaje de zaranda baja, en el muestreo 2, fue donde hubo mayor cantidad de humedad relativa por lo tanto el porcentaje de humedad en ese muestreo bajo para todos los tipos de café.

En el cuadro 49, se presenta el resumen del muestreo de la variable zaranda baja en el factor humedad.

Cuadro 49. Medias de la variable Zaranda Baja para el factor Humedad en los cuatro muestreos.

% de Humedad	M 1	M 2	M 3	M4
10 a 10.9	42.1908	40.8441	42.4119	42.2891
11 a 11.9	39.5068	38.2468	39.2156	38.7993
12 a 12.9	38.215	36.9243	38.9025	37.9756
>13	38.4775	35.6637	35.8712	36.6412

En dicho cuadro se presenta el resumen de los muestreos para el factor humedad y la variable zaranda baja, lo que se puede percibir es que entre mayor humedad tengan los tratamientos menor es el porcentaje de zaranda.

2.5.2.4 Análisis de varianza y prueba múltiple de medias (DUNCAN) para la variable Zaranda 17/18 (media) en los cuatro muestreos.

En el cuadro 50, se presentan los resultados del análisis de varianza para la variable zaranda 17/18 (Media) en el muestreo 1.

Cuadro 50. Análisis de varianza para la variable zaranda 17/18 (Media), muestreo uno (1).

FV	GL	SC	CM	FC	SIG
BLOQUE	3	11.3369	3.7790	-----	-----
TIPO CAFÉ	3	948.0429	316.0143	147.49	0.0001
HUMEDAD	3	177.5650	59.1883	27.62	0.0001
TIP*HUM	6	708.1788	118.0297	55.09	0.0001
ERROR	36	77.1330	2.1425	-----	-----
TOTAL	51	1697.7376	-----	-----	-----

C.V. = 2.14%

En dicho Cuadro se puede observar que existen diferencias estadísticamente significativas tanto para el factor tipo de café como para el factor porcentaje de humedad, así como también para la interacción entre el tipo de café y el porcentaje de humedad. El coeficiente de variación fue del 2.14 %.

Para determinar qué tipos de café y porcentajes de humedad presentan diferencias o similitudes entre sí, se realizaron las pruebas de Duncan que se presentan a continuación.

En el cuadro 51, se presenta la prueba de Duncan para el factor tipo de café y la variable zaranda 17/18 (media), en el muestreo 1.

Cuadro 51. Prueba de Duncan para el factor Tipo de café y la variable Zaranda 17/18 (Media) en el muestreo uno (1).

TIPO DE CAFE	MEDIA (%)	GRUPO DE DUNCAN
Estrictamente Duro	55.1437	A
Semi Duro	48.1000	B
Duro	47.7438	B
Prime	44.2750	C

En este caso el tipo de café estrictamente duro que es el que presenta mayor porcentaje de zaranda media, mientras que los tratamientos semiduros y duros estadísticamente son

iguales y los tratamientos del tipo prime son los que presentan menor porcentaje de zaranda media, es importante recalcar que existe una relación inversa en cuanto a la zaranda baja y el tipo de café.

En el cuadro 52, se presenta la prueba de Duncan para el factor humedad y la variable zaranda 17/18 (media), en el muestreo 1.

Cuadro 52. Prueba de Duncan para el Factor Humedad y la variable Zaranda 17/18 (Media) en el muestreo uno (1).

HUMEDAD (%)	MEDIA (%)	GRUPO DE DUNCAN
12 a 12.9	50.5188	A
11 a 11.9	49.5563	AB
10 a 10.9	49.2083	BC
>13	48.2375	C

En la cual se puede observar que los tratamientos con una humedad inicial de 12 % a 12.9 % presentan mayor porcentaje de zaranda media, los tratamientos de 11 % a 11.9 % y 10 % a 10.9 % se presentan con interacción y el tratamiento >13 % presenta el menor porcentaje de zaranda media.

En el cuadro 53, se presentan los resultados del análisis de varianza para la variable zaranda 17/18 (Media) en el muestreo 2.

Cuadro 53. Análisis de varianza para la variable zaranda 17/18 (Media), muestreo dos (2).

FV	GL	SC	CM	FC	SIG
BLOQUE	3	2.0162	0.6720	-----	-----
TIPO CAFÉ	3	844.2098	281.4033	158.69	0.0001
HUMEDAD	3	90.2471	30.0824	16.96	0.0001
TIP*HUM	6	843.59	140.5991	79.29	0.0001
ERROR	36	63.8388	1.7733	-----	-----
TOTAL	51	1710.003	-----	-----	-----

C.V. = 2.65 %

En dicho Cuadro se puede observar que existen diferencias estadísticamente significativas tanto para el factor tipo de café como para el factor porcentaje de humedad, así como

también para la interacción entre el tipo de café y el porcentaje de humedad. El coeficiente de variación fue del 2.65 %

Para determinar qué tipos de café y porcentajes de humedad presentan diferencias o similitudes entre sí, se realizaron las pruebas de Duncan que se presentan a continuación.

En el cuadro 54, se presenta la prueba de Duncan para el factor tipo de café y la variable zaranda 17/18 (Media).

Cuadro 54. Prueba de Duncan para el factor Tipo de café y la variable Zaranda 17/18 (Media) en el muestreo dos (2).

TIPO DE CAFÉ	MEDIA (%)	GRUPO DE DUNCAN
Estrictamente Duro	55.8688	A
Semi Duro	48.5917	B
Duro	48.5688	B
Prime	45.3625	C

En este caso el tipo de café estrictamente duro que es el que presenta mayor porcentaje de zaranda media, mientras que los tratamientos semiduros y duros estadísticamente son iguales y los tratamientos del tipo prime son los que presentan menor porcentaje de zaranda media.

En el cuadro 55, se presenta la prueba de Duncan para el factor humedad, y la variable zaranda 17/18 (Media).

Cuadro 55. Prueba de Duncan para el factor Humedad y la variable Zaranda 17/18 (Media) en el muestreo dos (2).

HUMEDAD (%)	MEDIA (%)	GRUPO DE DUNCAN
10 a 10.9	50.9250	A
12 a 12.9	50.8875	A
11 a 11.9	49.6563	B
>13	49.6500	B

En el cuadro anterior se puede observar que los tratamientos de 10 % a 10.9 % y de 12 % a 12.9 % de humedad estadísticamente son iguales presentando una media arriba del 50% de zaranda media, mientras que los tratamientos de 11 % a 11.9 % y >13 también son estadísticamente iguales pero con un porcentaje menor a 50 % de zaranda media.

En el cuadro 56, se presentan los resultados del análisis de varianza para la variable zaranda 17/18 (Media) en el muestreo 3.

Cuadro 56. Análisis de varianza para la variable zaranda 17/18 (Media), muestreo tres (3).

FV	GL	SC	CM	FC	SIG
BLOQUE	3	2.1338	0.7112	-----	-----
TIPO CAFÉ	3	1112.9863	370.9954	136.02	0.0001
HUMEDAD	3	95.2057	31.7352	11.64	0.0001
TIP*HUM	6	510.8746	85.1457	31.22	0.0001
ERROR	36	98.1911	2.7275	-----	-----
TOTAL	51	1633.1811	-----	-----	-----

C.V. = 3.30 %

En dicho Cuadro se puede observar que existen diferencias estadísticamente significativas tanto para el factor tipo de café como para el factor porcentaje de humedad, así como también para la interacción entre el tipo de café y el porcentaje de humedad. El coeficiente de variación fue del 3.30 %

Para determinar qué tipos de café y porcentajes de humedad presentan diferencias o similitudes entre sí, se realizaron las pruebas de Duncan que se presentan a continuación.

En el cuadro 57, se presenta la prueba de Duncan para el factor tipo de café y la variable zaranda 17/18 (Media).

Cuadro 57. Prueba de Duncan para el factor Tipo de Café y la variable Zaranda 17/18 (Media) en el muestreo tres (3).

TIPO DE CAFE	MEDIA (%)	GRUPO DE DUNCAN
Estrictamente Duro	56.30	A
Semi Duro	48.5917	B
Duro	47.6125	B
Prime	44.1375	C

En este caso el tipo de café estrictamente duro que es el que presenta mayor porcentaje de zaranda media, mientras que los tratamientos semiduros y duros estadísticamente son

iguales y los tratamientos del tipo prime son los que presentan menor porcentaje de zaranda media.

En el cuadro 58, se presenta la prueba de Duncan para el factor humedad, y la variable zaranda 17/18 (Media).

Cuadro 58. Prueba de Duncan para el factor Humedad y la variable Zaranda 17/18 (Media) en el muestreo tres (3).

HUMEDAD (%)	MEDIA (%)	GRUPO DE DUNCAN
12 a 12.9	50.4875	A
>13	50.05	A
11 a 11.9	49.7438	A
10 a 10.9	49.5583	A

En el cuadro anterior indica que todos los tratamientos son estadísticamente iguales. Lo cual indica que para el factor humedad todos presentan el mismo % de zaranda 17/18 (media).

En el cuadro 59, se presentan los resultados del análisis de varianza para la variable zaranda 17/18 (Media) en el muestreo 4

Cuadro 59. Análisis de varianza para la variable zaranda 17/18 (Media), muestreo cuatro (4).

FV	GL	SC	CM	FC	SIG
BLOQUE	3	23.0837	7.6945	-----	-----
TIPO CAFÉ	3	905.5750	301.8583	67.35	0.0001
HUMEDAD	3	106.8729	35.6243	7.95	0.0001
TIP*HUM	6	710.8087	118.4681	26.43	0.0001
ERROR	36	161.3588	4.4822	-----	-----
TOTAL	51	1647.8863	-----	-----	-----

C.V. = 4.25 %

En dicho Cuadro se puede observar que existen diferencias estadísticamente significativas tanto para el factor tipo de café como para el factor porcentaje de humedad, así como también para la interacción entre el tipo de café y el porcentaje de humedad. El coeficiente de variación fue del 4.25 %

Para determinar qué tipos de café y porcentajes de humedad presentan diferencias o similitudes entre sí, se realizaron las pruebas de Duncan que se presentan a continuación.

En el cuadro 60, se presenta la prueba de Duncan para el factor tipo de café y la variable zaranda 17/18 (Media).

Cuadro 60. Prueba de Duncan para el factor Tipo de Café y la variable Zaranda 17/18 (Media) en el muestreo cuatro (4).

TIPO DE CAFÉ	MEDIA (%)	GRUPO DE DUNCAN
Estrictamente Duro	55.4813	A
Duro	48.3813	B
Semi Duro	48.1333	B
Prime	44.4875	C

En este caso el tipo de café estrictamente duro que es el que presenta mayor porcentaje de zaranda media, mientras que los tratamientos semiduros y duros estadísticamente son iguales y los tratamientos del tipo prime son los que presentan menor porcentaje de zaranda media.

En el cuadro 61, se presenta la prueba de Duncan para el factor humedad, y la variable zaranda 17/18 (Media),

Cuadro 61. Prueba de Duncan para el factor Humedad y la variable Zaranda 17/18 (Media) en el muestreo cuatro (4).

HUMEDAD (%)	MEDIA (%)	GRUPO DE DUNCAN
12 a 12.9	50.5063	A
10 a 10.9	49.7250	A
11 a 11.9	49.6438	A
>13	49.5250	A

En el cuadro anterior indica que todos los tratamientos son estadísticamente iguales. Lo cual indica que para el factor humedad todos presentan el mismo % de zaranda 17/18 (media).

En el cuadro 62, se presenta el resumen de las medias de la variable 17/18 (Media), para el factor tipo de café.

Cuadro 62. Medias de la variable Zaranda 17/18 (Media) para el factor tipo de café en los cuatro muestreos.

TIPO DE CAFÉ	M 1	M 2	M 3	M4
Prime	44.275	44.1375	45.3625	44.4875
Semi Duro	48.1	48.5916	48.5916	48.1333
Duro	47.7437	47.6125	48.5687	48.3812
Estrictamente Duro	55.14375	56.30	55.8687	55.4812

En dicho cuadro se puede observar que entre más baja es la calidad de café el porcentaje de zaranda media es más bajo, y el café de mejor calidad como lo es el estrictamente duro presenta el mayor porcentaje de zaranda media, es importante recalcar que el grano pequeño o la zaranda baja da una mayor acidez al momento de realizar la calidad de taza, y la zaranda media y alta da un mejor cuerpo en la taza en calidad de taza. También es importante resaltar que durante el muestreo 2 donde la humedad relativa fue mayor se presentan el porcentaje de zaranda media con medias más altas.

En el cuadro 63, se presenta el resumen de las medias de la variable zaranda media para el factor humedad.

Cuadro 63. Medias de la variable Zaranda 17/18 (Media) para el factor Humedad en los cuatro muestreos.

% de Humedad	M 1	M 2	M 3	M4
10 a 10.9	49.2083	50.925	49.5583	49.7250
11 a 11.9	49.55625	49.6562	49.7437	49.6437
12 a 12.9	50.5187	50.8875	50.4875	50.5062
>13	48.2375	49.65	50.05	49.5250

En dicho cuadro se puede observar que los tratamientos con humedad de 12 % a 12.9 % presentaron mayor porcentaje de zaranda media sobrepasando del 50 % durante todos los muestreos, mientras que los tratamientos con humedad inicial >13 % presentaron el menor porcentaje de zaranda media.

2.5.2.5 Análisis de varianza y prueba múltiple de medias (DUNCAN) para la variable zaranda 19/20 en los cuatro muestreos.

En el cuadro 64, se presentan los resultados del análisis de varianza para la variable zaranda 19/20 (Alta) en el muestreo 1.

Cuadro 64. Análisis de varianza para la variable zaranda 19/20 (Alta), muestreo uno (1).

FV	GL	SC	CM	FC	SIG
BLOQUE	3	2.2836	0.7612	-----	-----
TIPO CAFÉ	3	483.6033	161.2011	93.62	0.0001
HUMEDAD	3	163.7603	54.5867	31.70	0.0001
TIP*HUM	6	866.7304	144.4550	83.90	0.0001
ERROR	36	61.9848	1.7217	-----	-----
TOTAL	51	1446.8221	-----	-----	-----

C.V. = 12.08 %

En dicho Cuadro se puede observar que existen diferencias estadísticamente significativas tanto para el factor tipo de café como para el factor porcentaje de humedad, así como también para la interacción entre el tipo de café y el porcentaje de humedad. El coeficiente de variación fue del 12.08 %

Para determinar qué tipos de café y porcentajes de humedad presentan diferencias o similitudes entre sí, se realizaron las pruebas de Duncan que se presentan a continuación.

En el cuadro 65, se presenta la prueba de Duncan para el factor tipo de café y la variable zaranda 19/20 (alta).

Cuadro 65. Prueba de Duncan para el factor Tipo de café y la variable Zaranda 19/20 (Alta) en el muestreo uno (1).

TIPO DE CAFE	MEDIA (%)	GRUPO DE DUNCAN
Duro	13.76	A
Semi Duro	12.07	B
Estrictamente Duro	9.8013	C
Prime	5.337	D

Todos los tratamientos son estadísticamente diferentes, teniendo en cuenta que el café que presenta el porcentaje de grano de zaranda 19/20 para el tipo de café Duro prosigue el cae

estrictamente duro y por último el tipo prime. Se puede observar que los dos tipos de cafés de los extremos se cuentan con medias bajas, el estrictamente duro con 9.80 es algo muy lógico porque el tipo de café debe de tener un equilibrio en cuanto a cuerpo y acidez, y mientras que el tipo prime es el café que tiene menos cuerpo que todos los tipos.

En el cuadro 66, se presenta la prueba de Duncan para el factor humedad, y la variable zaranda 19/20 (alta).

Cuadro 66. Prueba de Duncan para el factor Humedad y la variable Zaranda 19/20 (Alta) en el muestreo uno (1).

HUMEDAD (%)	MEDIA (%)	GRUPO DE DUNCAN
>13	13.0413	A
12 a 12.9	11.2613	B
11 a 11.9	10.9388	B
10 a 10.9	8.7492	C

Los tratamientos con porcentaje de humedad >13 % se presenta con la media más alto es algo lógico, porque entre mayor humedad mayor cantidad de agua zaranda más alta, y los cafés con humedad de 12 % a 12.9 % y de 11 % a 11.9 % estadísticamente son iguales, mientras que el tratamiento de 10 % a 10.9 % son los que presentan menor porcentaje de zaranda alta.

En el cuadro 67, se presentan los resultados del análisis de varianza para la variable zaranda 19/20 (Alta) en el muestreo 2.

Cuadro 67. Análisis de varianza para la variable zaranda 19/20 (Alta), muestreo dos (2).

FV	GL	SC	CM	FC	SIG
BLOQUE	3	3.3645	1.1215	-----	-----
TIPO CAFÉ	3	495.4687	165.1562	202.89	0.0001
HUMEDAD	3	311.8420	103.8473	127.7	0.0001
TIP*HUM	6	610.2372	101.7062	124.94	0.0001
ERROR	36	29.3045	0.8140	-----	-----
TOTAL	51	1330.7232	-----	-----	-----

C.V. = 7.75 %

En dicho Cuadro se puede observar que existen diferencias estadísticamente significativas tanto para el factor tipo de café como para el factor porcentaje de humedad, así como

también para la interacción entre el tipo de café y el porcentaje de humedad. El coeficiente de variación fue del 7.75 %.

Para determinar qué tipos de café y porcentajes de humedad presentan diferencias o similitudes entre sí, se realizaron las pruebas de Duncan que se presentan a continuación.

En el cuadro 68, se presenta la prueba de Duncan para el factor tipo de café y la variable zaranda 19/20 (alta).

Cuadro 68. Prueba de Duncan para el factor Tipo de café y la variable Zaranda 19/20 (Alta) en el muestreo dos (2).

TIPO DE CAFE	MEDIA (%)	GRUPO DE DUNCAN
Duro	14.8638	A
Semi Duro	12.3058	B
Estrictamente Duro	14.4588	C
Prime	6.5	D

Todos los tratamientos son estadísticamente diferentes, teniendo en cuenta que el café que presenta el porcentaje de grano de zaranda 19/20 para el tipo de café Duro prosigue el café estrictamente duro y por último el tipo prime. En el muestreo 2 presenta la misma tendencia que el muestreo 1.

En el cuadro 69, se presenta la prueba de Duncan para el factor humedad, y la variable zaranda 19/20 (alta).

Cuadro 69. Prueba de Duncan para el factor Humedad y la variable Zaranda 19/20 (Alta) en el muestreo dos (2).

HUMEDAD (%)	MEDIA (%)	GRUPO DE DUNCAN
>13	14.6888	A
12 a 12.9	12.1881	B
11 a 11.9	12.0938	B
10 a 10.9	8.2342	C

Los tratamientos con porcentaje de humedad >13 % se presenta con la media más alto es algo lógico, porque entre mayor humedad mayor cantidad de agua zaranda más alta, y los cafeces con humedad de 12 % a 12.9 % y de 11 % a 11.9 % estadísticamente son iguales, mientras que el tratamiento de 10 % a 10.9 % son los que presentan menor porcentaje de zaranda alta.

En el cuadro 70, se presentan los resultados del análisis de varianza para la variable zaranda 19/20 (Alta) en el muestreo 3.

Cuadro 70. Análisis de varianza para la variable zaranda 19/20 (Alta), muestreo tres (3).

FV	GL	SC	CM	FC	SIG
BLOQUE	3	7.4697	2.4898	-----	-----
TIPO CAFÉ	3	492.3381	164.1127	125.12	0.0001
HUMEDAD	3	215.3307	71.7769	54.72	0.0001
TIP*HUM	6	720.7623	20.1270	91.59	0.0001
ERROR	36	47.2186	1.3116	-----	-----
TOTAL	51	1386.0749	-----	-----	-----

C.V. = 10.68 %

En dicho Cuadro se puede observar que existen diferencias estadísticamente significativas tanto para el factor tipo de café como para el factor porcentaje de humedad, así como también para la interacción entre el tipo de café y el porcentaje de humedad. El coeficiente de variación fue del 10.68 %

Para determinar qué tipos de café y porcentajes de humedad presentan diferencias o similitudes entre sí, se realizaron las pruebas de Duncan que se presentan a continuación.

En el cuadro 71, se presenta la prueba de Duncan para el factor tipo de café y la variable zaranda 19/20 (alta).

Cuadro 71. Prueba de Duncan para el factor Tipo de Café y la variable Zaranda 19/20 (Alta) en el muestreo tres (3).

TIPO DE CAFE	MEDIA (%)	GRUPO DE DUNCAN
Duro	13.9919	A
Semi Duro	11.5967	B
Estrictamente Duro	9.5125	C
Prime	5.2579	D

Fuente: Elaboración propia, año 2016.

Todos los tratamientos son estadísticamente diferentes, teniendo en cuenta que el café que presenta el porcentaje de grano de zaranda 19/20 para el tipo de café Duro prosigue el café

estrictamente duro y por último el tipo prime. En el muestreo 2 presenta la misma tendencia que el muestreo 1 y 2.

En el cuadro 72, se presenta la prueba de Duncan para el factor humedad, y la variable zaranda 19/20 (alta)

Cuadro 72. Prueba de Duncan para el factor Humedad y la variable Zaranda 19/20 (Alta) en el muestreo tres (3).

HUMEDAD (%)	MEDIA (%)	GRUPO DE DUNCAN
>13	14.0663	A
11 a 11.9	11.0412	B
12 a 12.9	10.5783	B
10 a 10.9	8.2375	C

Los tratamientos con porcentaje de humedad >13% se presenta con la media más alto es algo lógico, porque entre mayor humedad mayor cantidad de agua zaranda más alta, y los cafés con humedad de 12 % a 12.9 % y de 11 % a 11.9 % estadísticamente son iguales, mientras que el tratamiento de 10 % a 10.9 % son los que presentan menor porcentaje de zaranda alta.

En el cuadro 73, se presentan los resultados del análisis de varianza para la variable zaranda 19/20 (Alta) en el muestreo 4.

Cuadro 73. Análisis de varianza para la variable zaranda 19/20 (Alta), muestreo cuatro (4).

FV	GL	SC	CM	FC	SIG
BLOQUE	3	14.5932	4.8643	-----	-----
TIPO CAFÉ	3	481.5892	160.5297	66.87	0.0001
HUMEDAD	3	257.0467	85.6822	35.69	0.0001
TIP*HUM	6	673.7225	112.2870	46.78	0.0001
ERROR	36	86.4174	2.4004	-----	-----
TOTAL	51	1325.0184	-----	-----	-----

C.V. = 14.12 %

En dicho Cuadro se puede observar que existen diferencias estadísticamente significativas tanto para el factor tipo de café como para el factor porcentaje de humedad, así como también para la interacción entre el tipo de café y el porcentaje de humedad. El coeficiente de variación fue del 14.12 %.

Para determinar qué tipos de café y porcentajes de humedad presentan diferencias o similitudes entre sí, se realizaron las pruebas de Duncan que se presentan a continuación.

En el cuadro 74, se presenta la prueba de Duncan para el factor tipo de café y la variable zaranda 19/20 (alta).

Cuadro 74. Prueba de Duncan para el factor Tipo de Café y la variable Zaranda 19/20 (Alta) en el muestreo cuatro (4).

TIPO DE CAFE	MEDIA (%)	GRUPO DE DUNCAN
Duro	13.8125	A
Semi Duro	12.2108	B
Estrictamente Duro	9.7394	C
Prime	5.875	D

Todos los tratamientos son estadísticamente diferentes, teniendo en cuenta que el café que presenta el porcentaje de grano de zaranda 19/20 para el tipo de café Duro prosigue el café estrictamente duro y por último el tipo prime. En el muestreo 2 presenta la misma tendencia que el muestreo 1,2 y 3.

En el cuadro 75, se presenta la prueba de Duncan para el factor humedad, y la variable zaranda 19/20 (alta).

Cuadro 75. Prueba de Duncan para el factor Humedad y la variable Zaranda 19/20 (Alta) en el muestreo cuatro (4).

HUMEDAD (%)	MEDIA (%)	GRUPO DE DUNCAN
>13	13.1463	A
11 a 11.9	11.5938	B
12 a 12.9	11.4894	B
10 a 10.9	7.9883	C

Los tratamientos con porcentaje de humedad >13% se presenta con la media más alta es algo lógico, porque entre mayor humedad mayor cantidad de agua zaranda más alta, y los cafés con humedad de 12 % a 12.9 % y de 11 % a 11.9 % estadísticamente son iguales, mientras que el tratamiento de 10 % a 10.9% son los que presentan menor porcentaje de zaranda alta.

En el cuadro 76, podemos observar las medias de los tipos de café en cada uno de los muestreos para la variable zaranda 19/20 (alta).

Cuadro 76. Medias de la variable Zaranda 19/20 (Alta) para el factor tipo de café en los cuatro muestreos.

TIPO DE CAFÉ	M 1	M 2	M 3	M4
Prime	5.3375	5.2578	6.50	5.8750
Semi Duro	12.070	11.5966	12.308	12.2108
Duro	13.76	13.9918	14.8637	13.8125
Estrictamente Duro	9.8012	9.5125	10.4587	9.7393

En dicho cuadro se puede observar que durante todos los muestreos tuvo el mismo comportamiento siendo el tipo de café prime el que presenta menos porcentaje de zaranda alta, por lo general este tipo de café es bastante pequeño en cuanto al grano, por lo tanto es lógico que presente menor porcentaje de zaranda alta, mientras que el tipo de café estrictamente duro presento el segundo lugar en cuanto al porcentaje de zaranda alta, este tipo de café es el mejor, pero debe de poseer un porcentaje balanceado y más zaranda media para que la calidad de taza sea balanceada en cuerpo y acidez.

En el cuadro 77, podemos observar las medias de los tipos de café en cada uno de los muestreos para la variable zaranda 19/20 (alta).

Cuadro 77. Medias de la variable Zaranda 19/20 (Alta) para el factor Humedad en los cuatro muestreos.

% DE HUMEDAD	M 1	M 2	M 3	M4
10 a 10.9	8.7491	8.2341	8.2375	7.9883
11 a 11.9	10.9387	12.0937	11.0412	11.5937
12 a 12.9	11.2612	12.1881	10.5783	11.4893
>13	13.0412	14.6887	14.0662	13.1462

En el cuadro anterior se puede observar las medias de las variables zaranda 19/20 (Alta) para el factor humedad en los 4 muestreos e la cual podemos observar que entre más alto es el porcentaje de humedad mayor es el porcentaje de zaranda alta, se puede decir que si

hay más humedad hay mayor cantidad de agua, y el agua hace que el grano se inhibe tomando un mayor tamaño, y fue exactamente lo que se vio durante la investigación en los 4 muestreos.

En el cuadro 78, se puede observar el comportamiento de la humedad relativa y la temperatura durante la investigación

Cuadro 78. Datos de humedad relativa y temperatura (minina y máxima) en cada muestreo.

MUESTREO	TEMPERATURA MAX		TEMPERATURA MIN		HUMEDAD RELATIVA MAX		HUMEDAD RELATIVA MIN	
	MAÑANA	TARDE	MAÑANA	TARDE	MAÑANA	TARDE	MAÑANA	TARDE
1	29.18	32.60	20.28	27.37	73.00	60.15	48.50	39.27
2	28.52	32.44	21.62	27.55	76.60	63.83	51.20	42.80
3	28.02	29.23	20.24	23.46	74.77	60.50	50.77	42.33
4	28.54	29.63	20.17	24.16	73.68	59.90	48.12	42.40

En dicho cuadro se presentan los datos se tomaron con un higrómetro, se puede observar que la humedad relativa más alta es la del muestreo 2, durante este muestreo cayeron varias lluvias o cual provoco que la humedad aumentara, por eso en el muestreo 2 la humedad del grano se disparó porque el grano absorbió agua, el rendimiento bruto baja y la zaranda subió, en mínima cantidad pero si hubo cambio.

2.5.3 Resultados de zarandas en los cuatro muestreos de la investigación

A continuación se presentaran los resultados de tamaño de zaranda de cada tipo de café, en los 4 muestreos realizados en la investigación, para lo cual se utilizaran graficas de pastel para una mejor comprensión de los mismos.

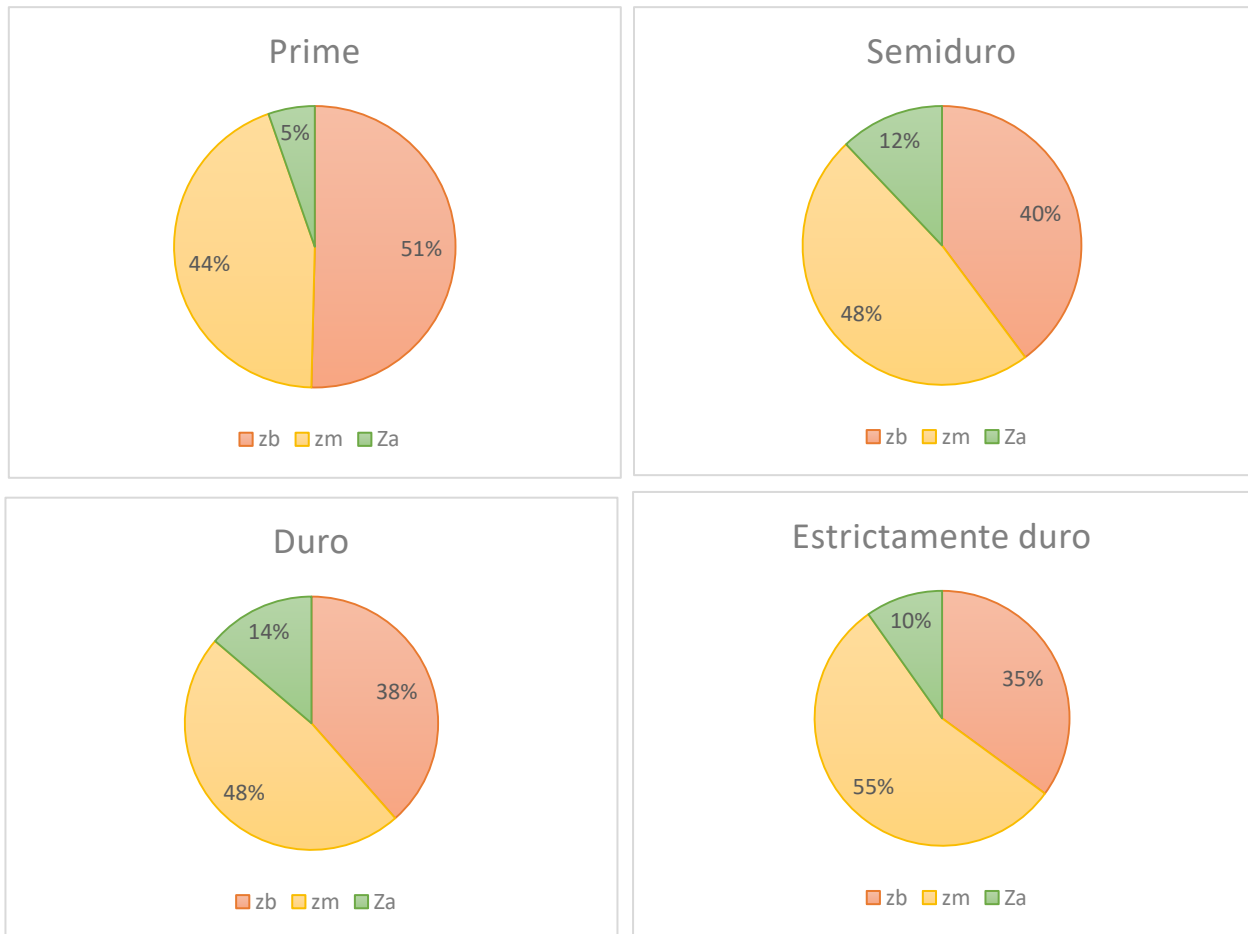


Figura 2. Gráficas de los resultados de zaranda para cada tipo de café en el muestreo 1.

En la figura 2, podemos observar el comportamiento del tamaño de zaranda (tamaño del grano) para cada tipo de café, es importante recalcar que el tipo de café prime se caracteriza por ser un grano pequeño, en las figuras observamos que tiene más del 50 % de zaranda baja, por eso son cafes sin cuerpo y con mucha acidez. Mientas tanto el tipo de café estrictamente duro es un café más balanceado en cuanto a cuerpo y acidez, por lo tanto observamos que la zaranda media es de 55 % y la zaranda baja en un 35 % por lo que al

momento de evaluar la taza es un café de mejor calidad por el balance de acidez y cuerpo que presenta.

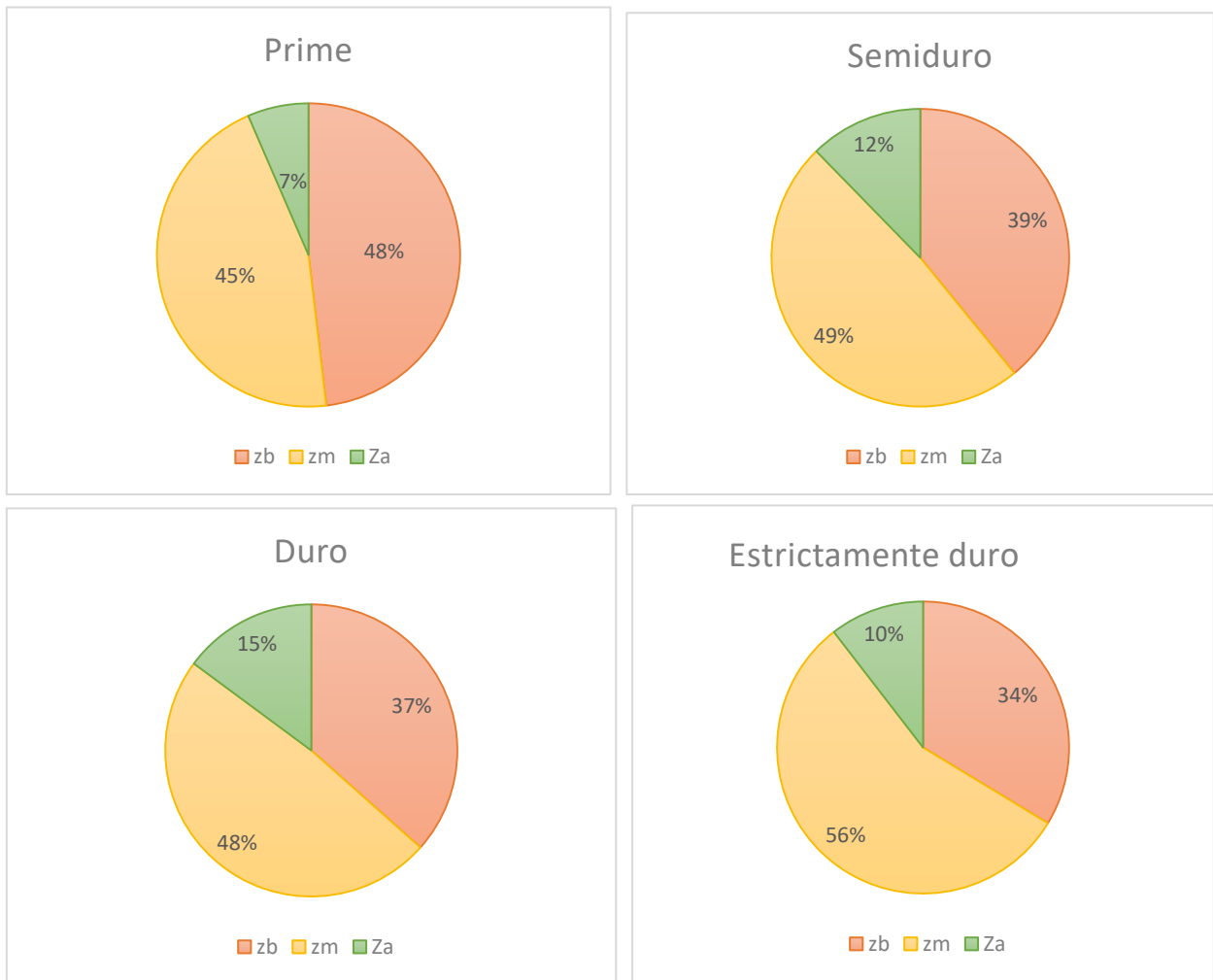


Figura 3. Gráficas de los resultados de zaranda para cada tipo de café en el muestreo 2.

En la figura 3, podemos observar el comportamiento del tamaño de zaranda (tamaño del grano) para cada tipo de café, es importante recalcar que el tipo de café prime se caracteriza por ser un grano pequeño, en las figuras observamos que para el tipo de café prime tiene un 51% de zaranda baja, pero se caracterizan por ser cafés sin cuerpo y con mucha acidez. Mientras tanto el tipo de café estrictamente duro es un café más balanceado en cuanto a cuerpo y acidez, por lo tanto observamos que la zaranda media es de 56% y la zaranda baja en un 34% por lo que al momento de evaluar la taza es un café de mejor calidad por el balance de acidez y cuerpo que presenta.

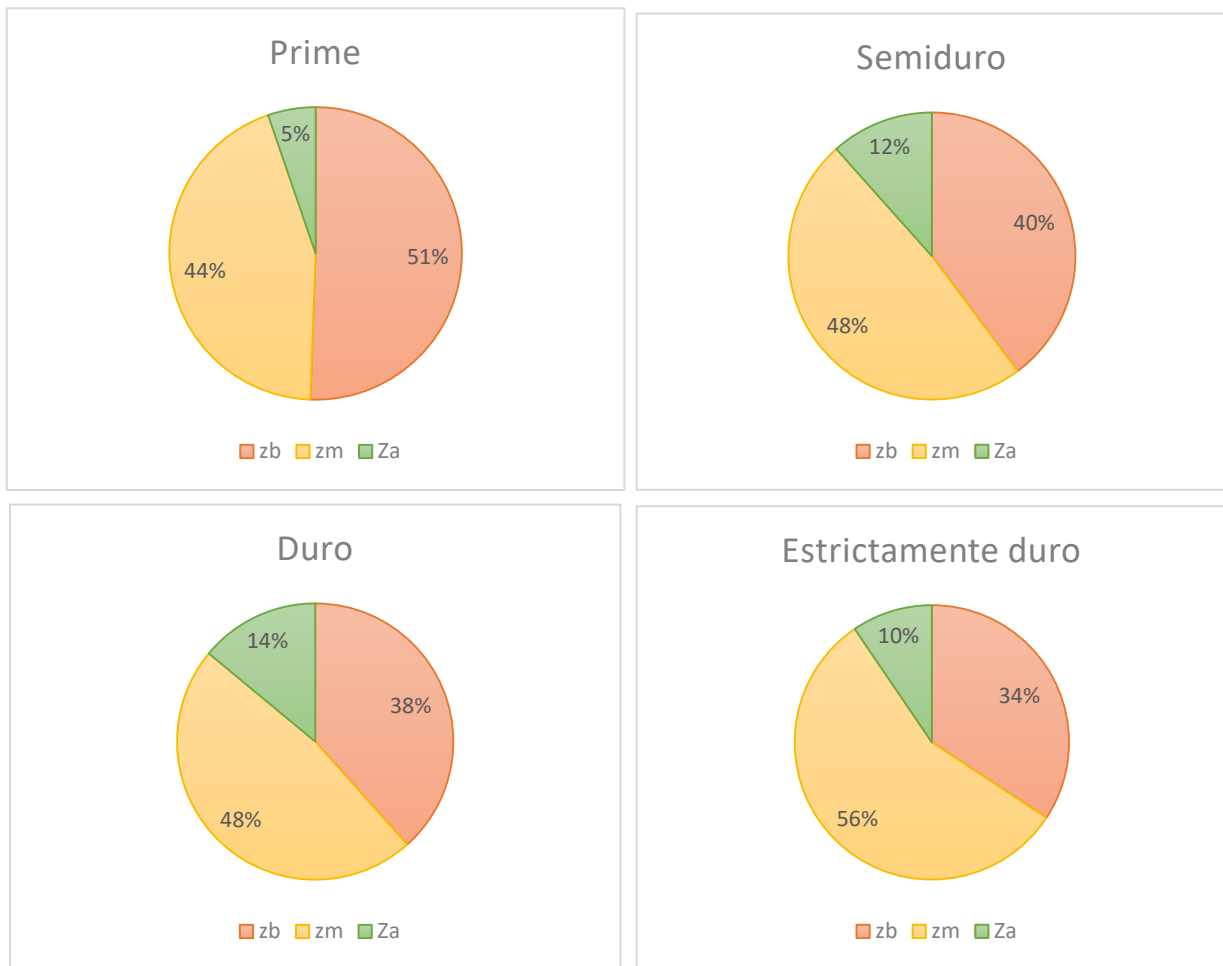


Figura 4. Gráficas de los resultados de zaranda para cada tipo de café en el muestreo 3.

En la figura 4, podemos observar el comportamiento del tamaño de zaranda (tamaño del grano) para cada tipo de café, es importante recalcar que el tipo de café prime se caracteriza por ser un grano pequeño, en las figuras observamos que para el tipo de café prime tiene un 51% de zaranda baja, por eso son cafés sin cuerpo y con mucha acidez. Mientras tanto el tipo de café estrictamente duro es un café más balanceado en cuanto a cuerpo y acidez, por lo tanto observamos que la zaranda media es de 56% y la zaranda baja en un 34% por lo que al momento de evaluar la taza es un café de mejor calidad por el balance de acidez y cuerpo que presenta.

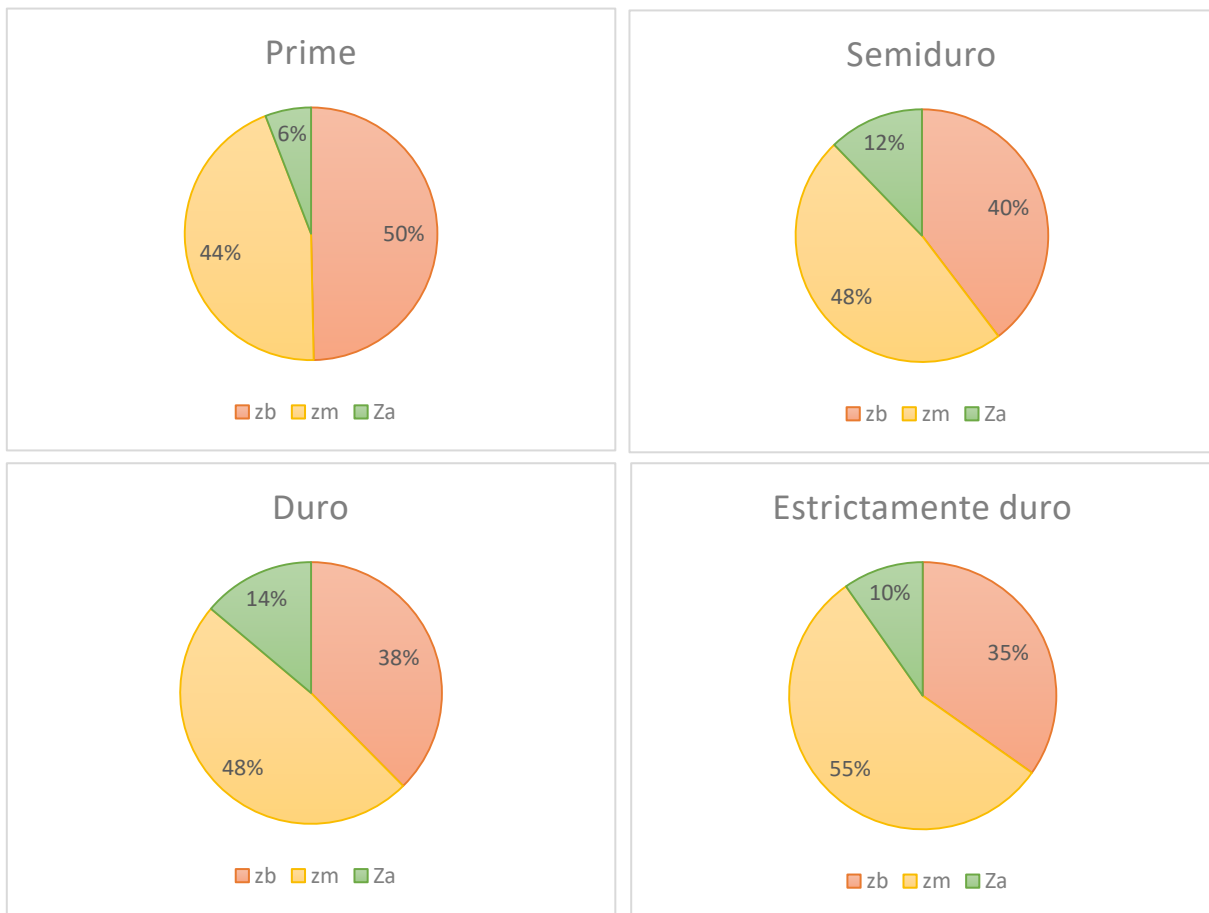


Figura 5. Gráficas de los resultados de zaranda para cada tipo de café en el muestreo 4.

En la figura 5, observar el comportamiento del tamaño de zaranda (tamaño del grano) para cada tipo de café, es importante recalcar que el tipo de café prime se caracteriza por ser un grano pequeño, en las figuras observamos que para el tipo de café prime tiene un 50% de zaranda baja, por eso son cafes sin cuerpo y con mucha acidez. Mientas tanto el tipo de café estrictamente duro es un café más balanceado en cuanto a cuerpo y acidez, por lo tanto observamos que la zaranda media es de 55% y la zaranda baja en un 35% por lo que al momento de evaluar la taza es un café de mejor calidad por el balance de acidez y cuerpo que presenta.

2.5.4 Resultados de calidad de taza

A continuación se presentarán los resultados de calidad de taza para cada uno de los tratamientos.

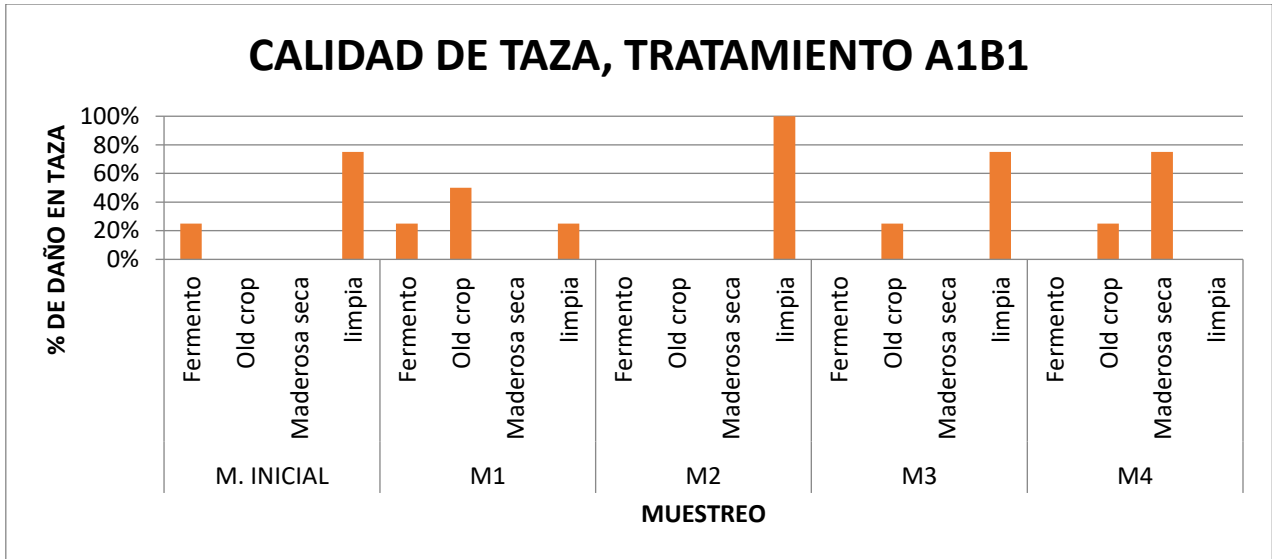


Figura 6. Gráfica de calidad de taza para el tipo de café Prime con un % de humedad de 11 % a 11.9 %.

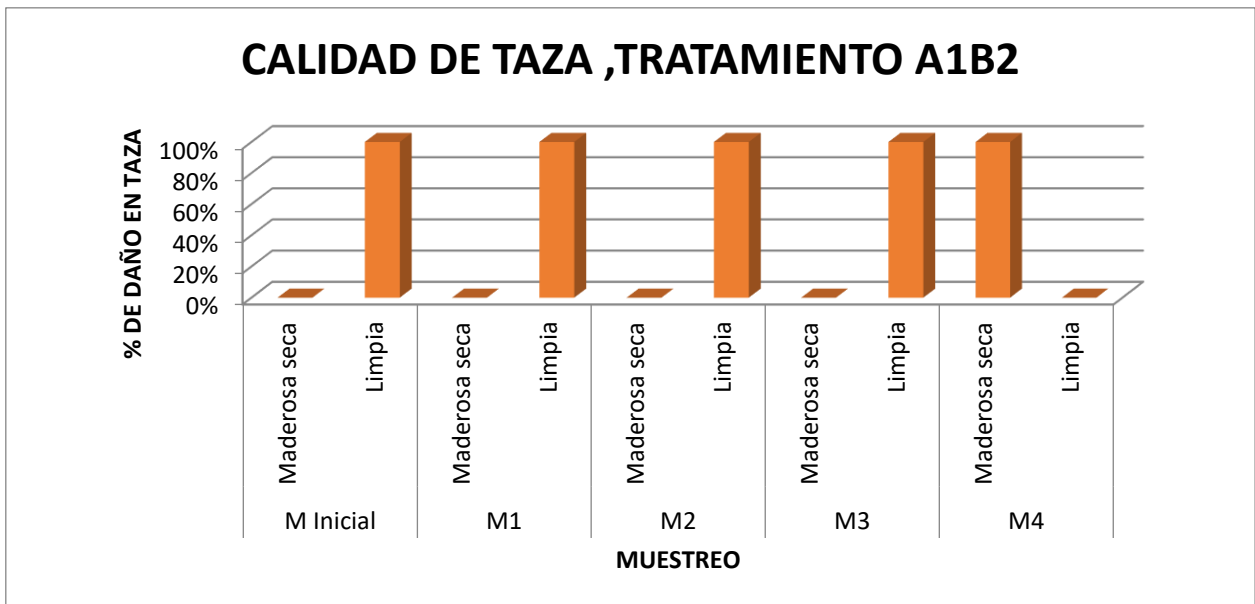


Figura 7. Gráfica de calidad de taza para el tipo de café Prime con un % de humedad de 12 % a 12.9 %.

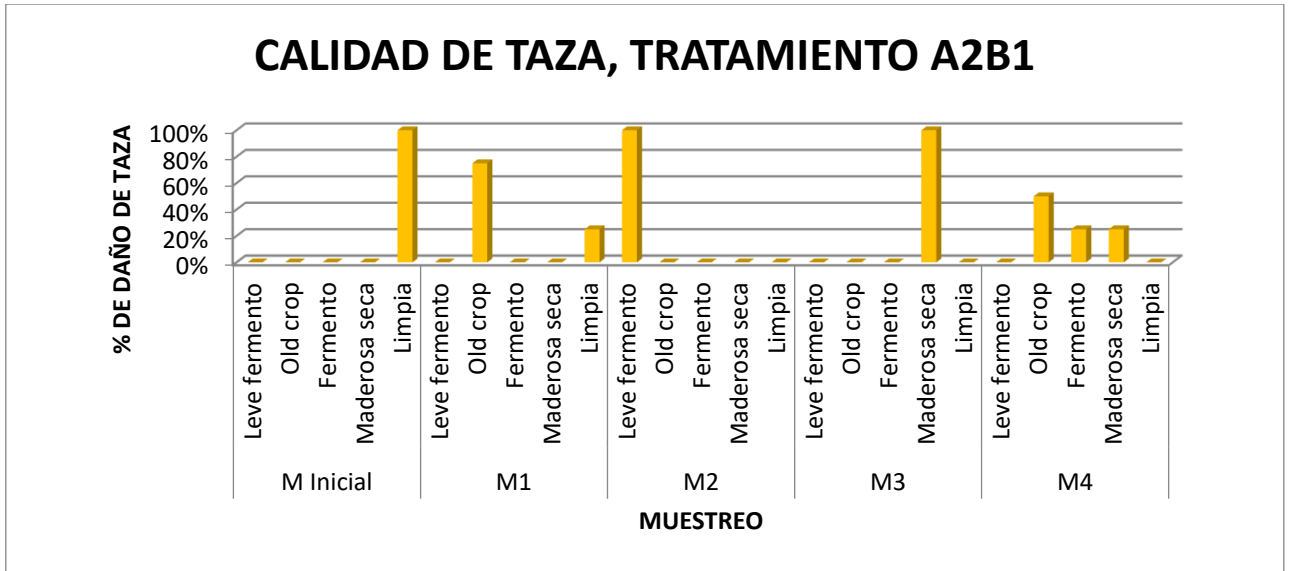


Figura 8. Gráfica de calidad de taza para el tipo de café Semi Duro con un % de humedad de 10 % a 10.9 %.

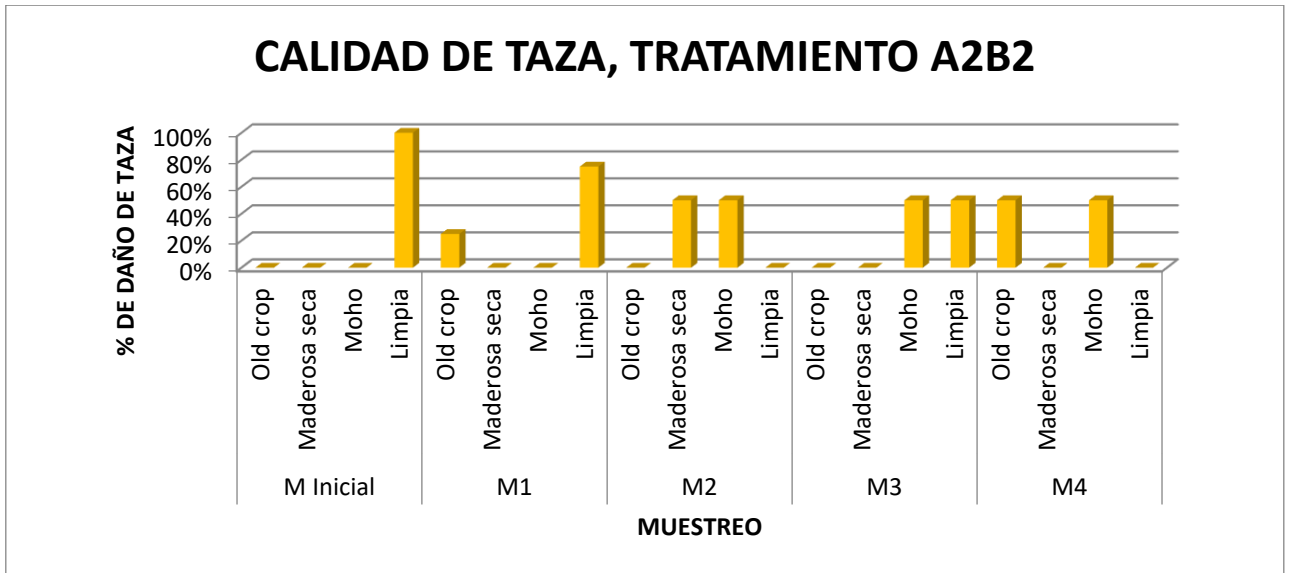


Figura 9. Gráfica de calidad de taza para el tipo de café Semi Duro con un % de humedad de 11 % a 11.9 %.

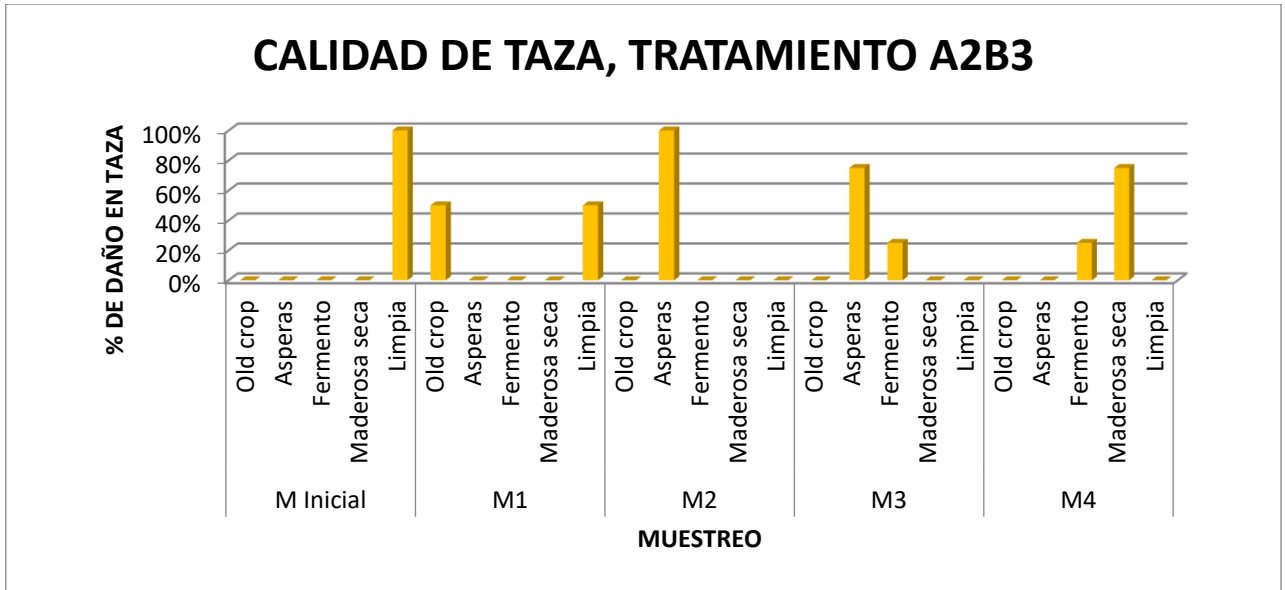


Figura 10. Gráfica de calidad de taza para el tipo de café Semi Duro con un % de humedad de 12 % a 12.9 %.

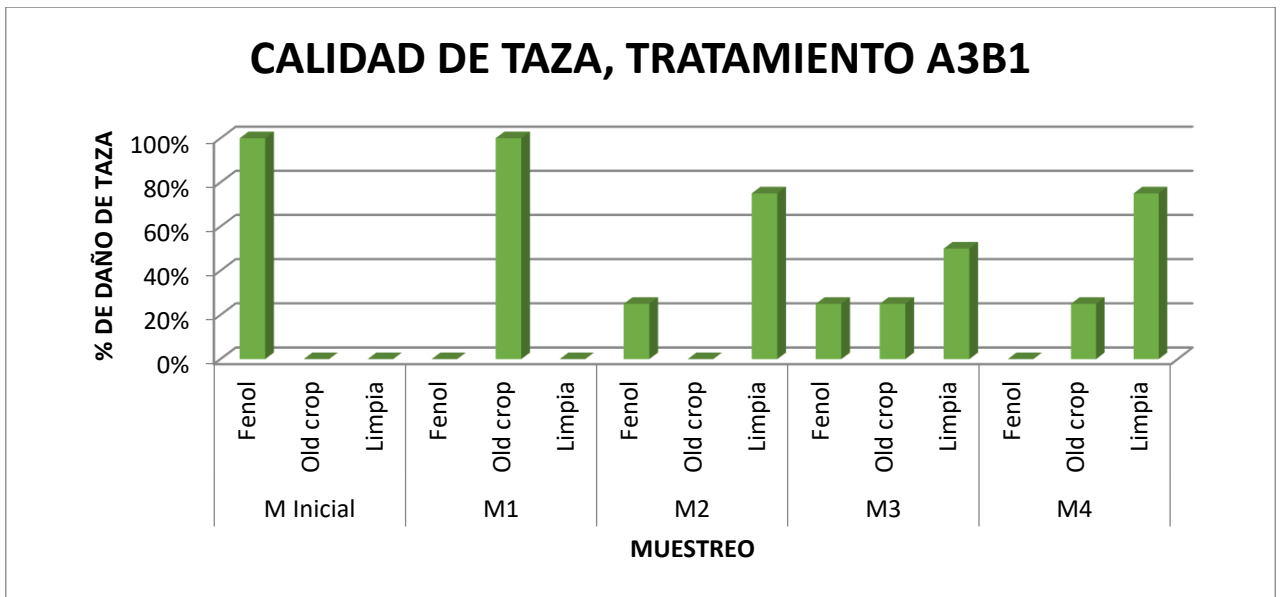


Figura 11. Gráfica de calidad de taza para el tipo de café Duro con un % de humedad de 10 % a 10.9 %.

En la figura 6, podemos observar el comportamiento en cada uno de los muestreos y los defectos que presento en la taza el tratamiento 1, podemos decir que cuando se evalúa la calidad de taza es algo muy subjetivo, pero en el tratamiento 1 podemos observar que los daños estuvieron casi constantes, únicamente en el muestreo 2 se presentó la taza limpia.

En la figura 7, podemos observar un tipo de café prime, con la diferencia del otro café prime que este proviene de una finca de la parte baja de Chimaltenango, por cual hay una diferencia bien marcada con la del tratamiento anterior en la cual los coyotes mezclan todos el café que compran durante el día, podemos observar que presento daño la taza hasta el muestro 4 con un defecto no tan marcado.

En la figura 8, podemos observar que los daños de taza para este tipo de café semiduro fueron desde el primer muestreo presentando cosecha vieja, y durante los 4 muestreos presento defectos en taza.

En la figura 9, podemos observar que durante el muestreo inicial la tasa se presentó limpia pero durante los muestreos 2, 3,4 la tasa presento moho uno de los defectos más severos en la taza de café.

En la figura 10, podemos observar que durante el primer muestreo la tasa se presentó limpia, pero conforme fueron realizando los muestreos empezó a mostrar daño en la taza, siendo los muestreos con defectos de mayor severidad el 3 y 4 porque en ambos presentaron tazas fermentadas.

En la figura 11, podemos observar que la taza presentaba daños desde el muestreo inicial, durante el muestreo 2, 3,4 se presentaron tazas limpias, esto se debe a que cuando se realiza la catación 1 o 2 granos pueden provocar daños irreversibles en la tasa de café

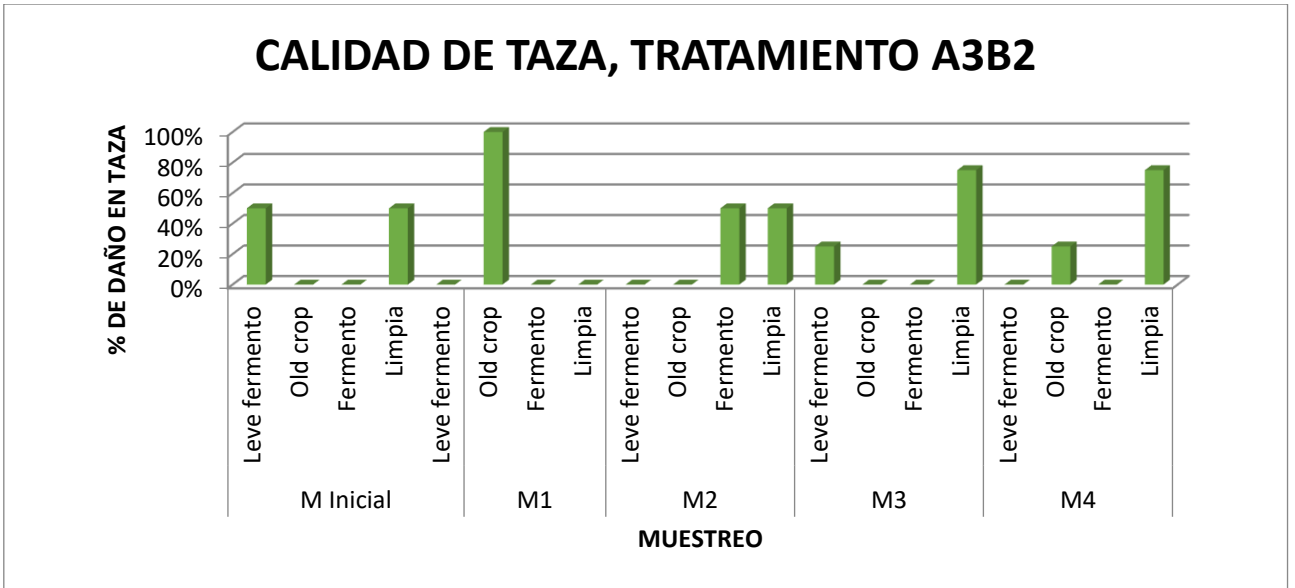


Figura 12. Gráfica de calidad de taza para el tipo de café Duro con un % de humedad de 11 % a 11.9 %.

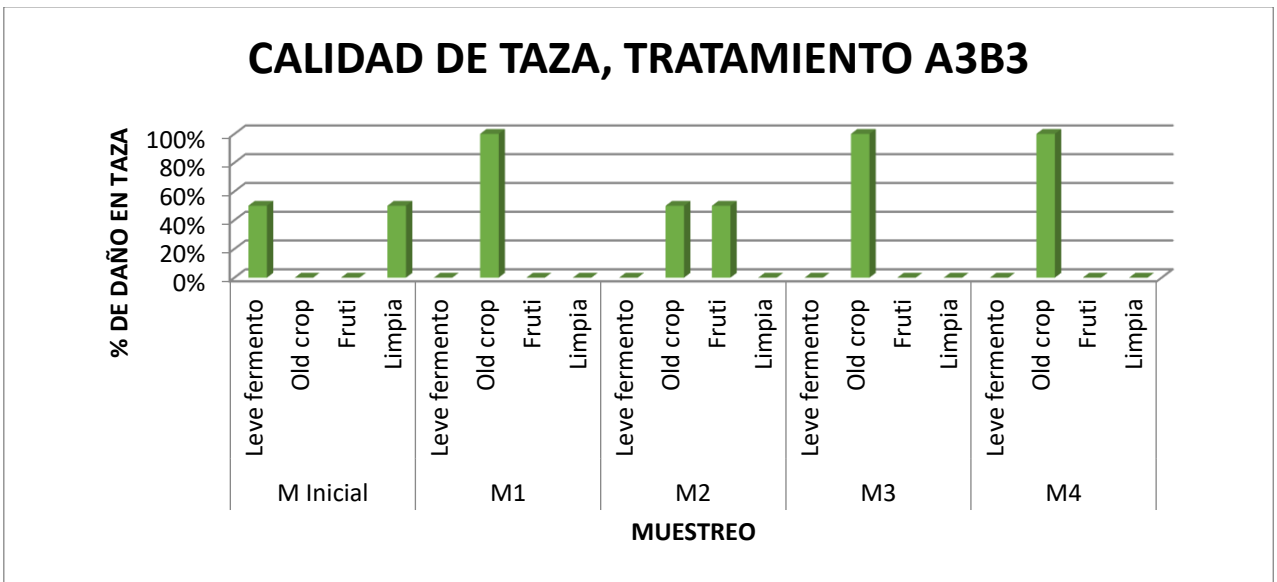


Figura 13. Gráfica de calidad de taza para el tipo de café Duro con un % de humedad de 12 % a 12.9 %.

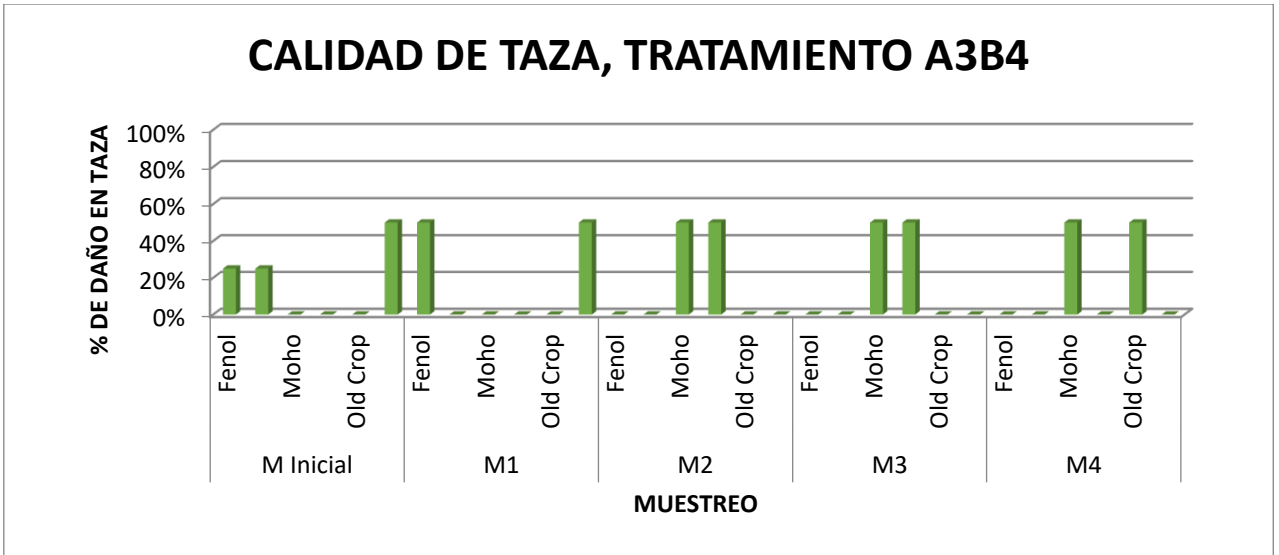


Figura 14. Gráfica de calidad de taza para el tipo de café Duro con un % de humedad mayor a 13 %.

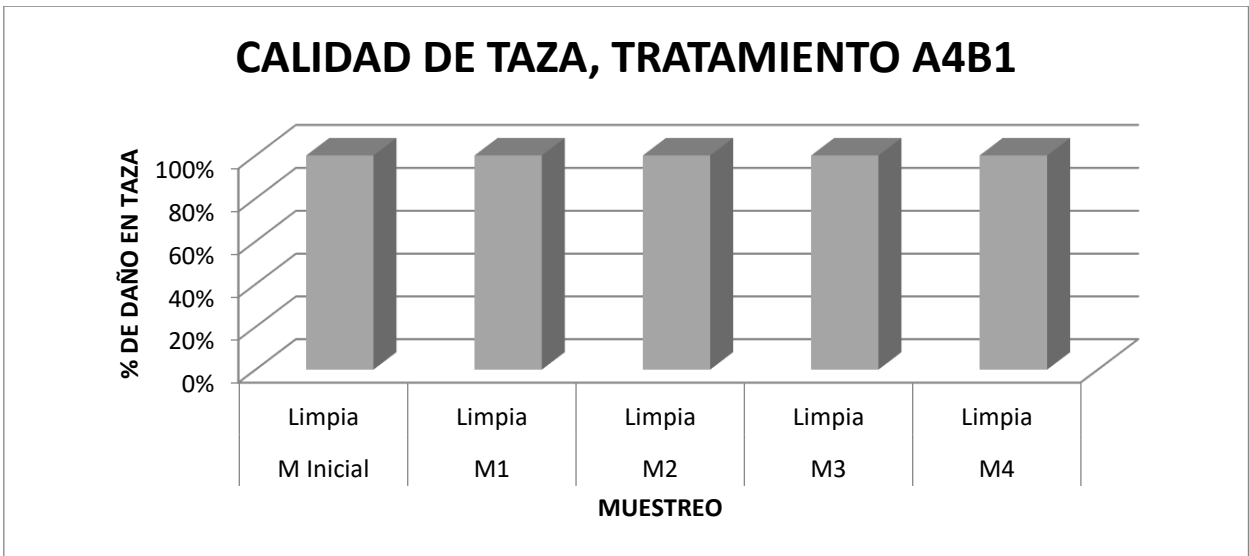


Figura 15. Gráfica de calidad de taza para el tipo de café Estrictamente Duro con un % de humedad de 10 % a 10.9 %.

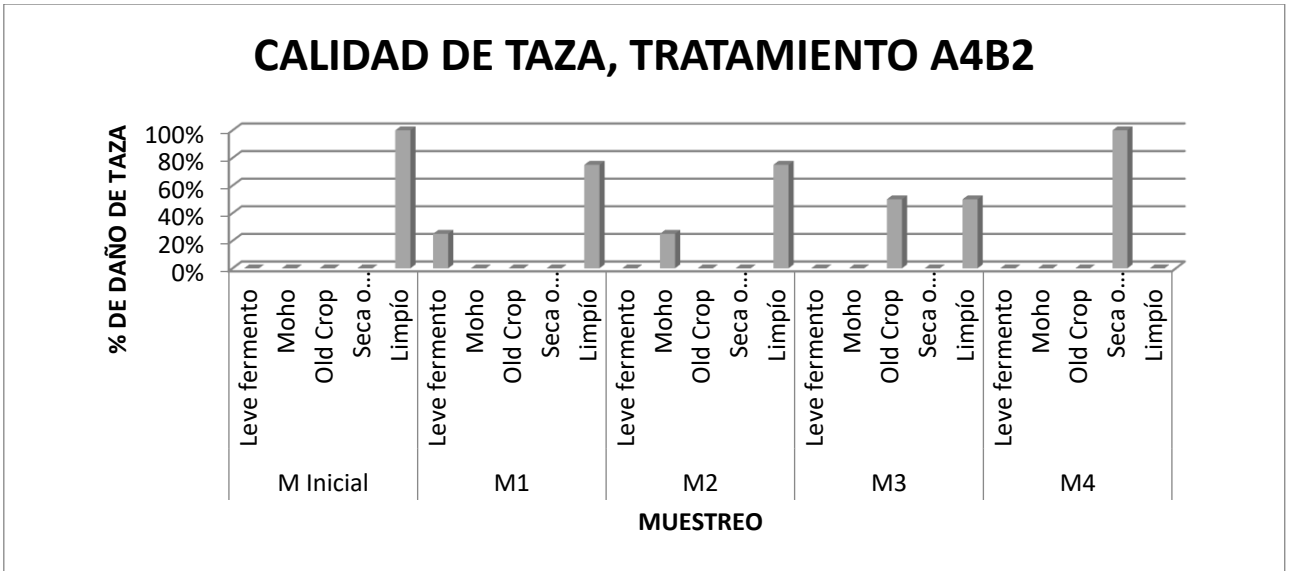


Figura 16. Gráfica de calidad de taza para el tipo de café estrictamente duro con un % de humedad de 11 % a 11.9 %.

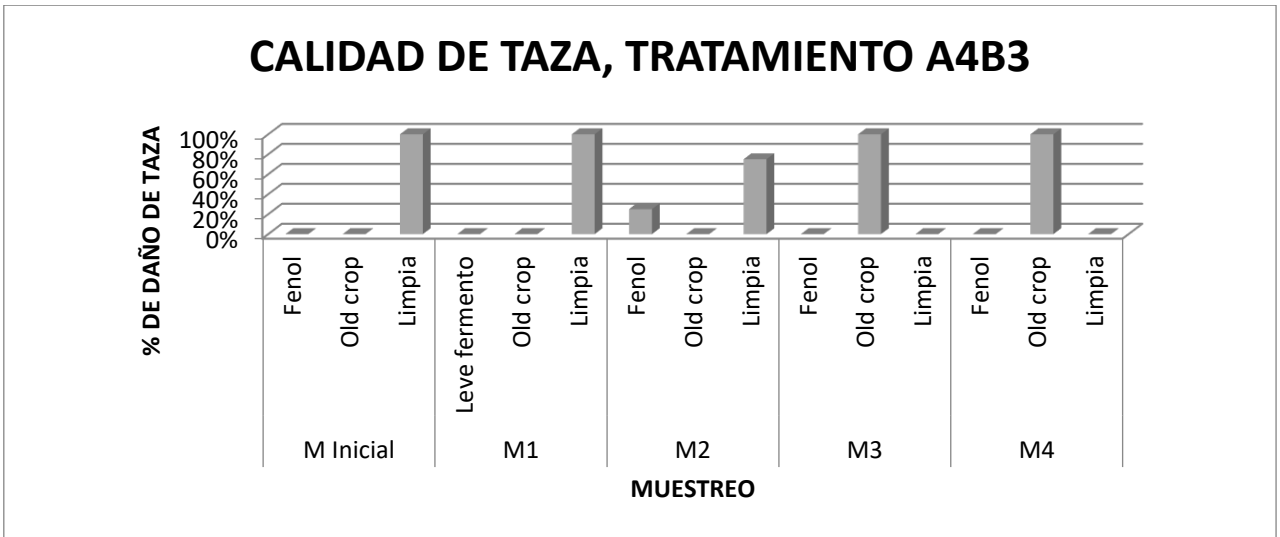


Figura 17. Gráfica de calidad de taza para el tipo de café estrictamente duro con un % de humedad de 12 % a 12.9 %.

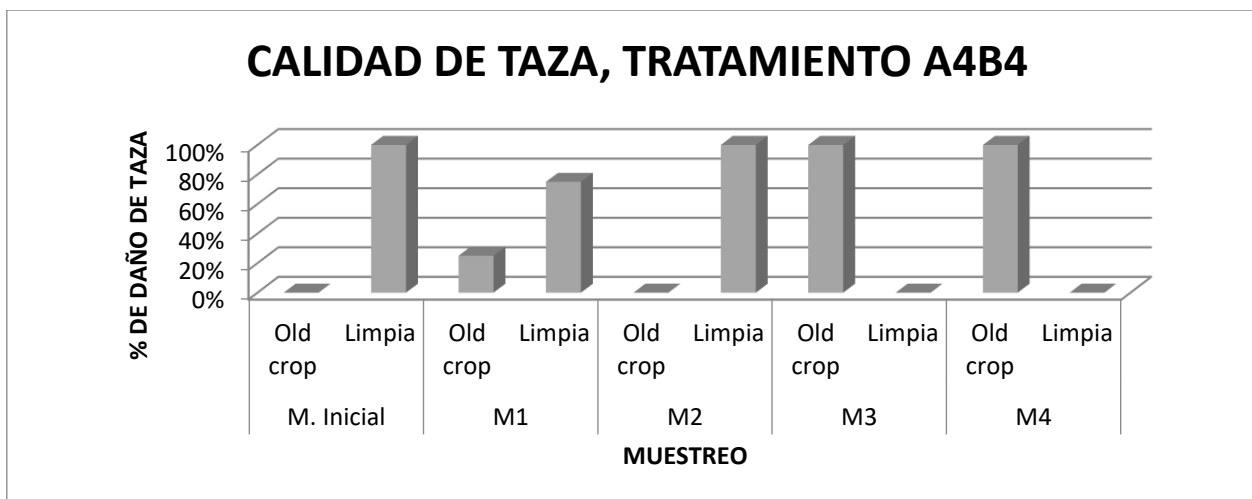


Figura 18. Gráfica de calidad de taza para el tipo de café estrictamente duro con un % de humedad mayor a 13%.

En la figura 12, podemos observar que la taza desde el muestreo inicial presento daños en la taza, y durante todos los muestreos sigue presentando esos daños, siendo el muestreo 2 el de mayor severidad por presentar fermento.

En la figura 13, podemos observar que el tratamiento del tipo de café duro, presento daños desde el muestreo inicial, pero durante los muestreos presento daños siendo el muestreo 1,3,4 los que presentaron cosecha vieja.

En la figura 14, podemos observar que este tratamiento desde el muestreo inicial no presentó ninguna taza sana o limpia, por lo tanto para poder trabajar este tipo de café en el beneficio es más complicado porque es necesario sacar esos granos dañados, para que en taza no presenten daño.

Con respecto a la figura 15, este es el tratamiento base para lo que es calidad de taza, este tratamiento es un tipo de café estrictamente duro con un % de humedad de 10 a 10.9%. Proveniente de una finca de Acatenango, y podemos ver que a pesar de todos los cambios de humedad y temperatura que hubieron durante los 4 meses el café presentó taza sana, es ahí a importancia del beneficiado húmedo y todo el procedimiento de secado y almacenaje, y lo más importante no realizar mezclas de café.

En la figura 16, podemos observar que este tipo de café estrictamente duro proveniente de santa rosa, ya presentó más problemas de taza, en determinado momento presentó moho, el cual es un defecto de mayor gravedad.

La figura 17, podemos observar que el muestreo inicial y el muestreo 1 presentaron tasa limpias, después se empezaron a ver los problemas de taza siendo los muestreos 3 y 4 los de mayor severidad presentando en 100% cosecha vieja.

En la figura 18, podemos observar que durante los muestreos 3 y 4 se presentaron daños en un 100% de cosecha vieja en la taza.

2.6 Conclusiones

1. Existió diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados, presentando cambios durante el tiempo, en rendimiento bruto, tamaño de zaranda y % de humedad; en cuanto a la calidad de taza el tratamiento A4B1 (estrictamente duro con humedad de 10% a 10.9%) no presentó defectos de taza.
2. El rendimiento bruto fue mayor en el café de finca, que en el comprado, manifestando los índices siguientes: Prime: comprado 1.26, de finca 1.23; Estrictamente duro: comprado 1.22, de finca 1.19.
3. El tamaño de zaranda (64vo. de pulgada) tiene una relación directa con la calidad de taza, el café con grano pequeño (menor 17) tendrá la característica de acidez, mientras que el de mediano a grande (de 17 a 20) proporciona mayor cuerpo a la taza.
4. El tamaño del grano se ve influenciado por el porcentaje de humedad, debido a que el grano absorbe agua y toma más tamaño, como se pudo observar en el muestreo 2.
5. La calidad de taza es una variable cualitativa subjetiva, porque depende de la forma de catación, estado de ánimo, hora del día y condiciones fisiológicas del catador.
6. Los tratamientos del café de finca, no presentaron daños drásticos durante el tiempo de investigación, mientras que el café de compra, mediante intermediarios, si presentaron varios defectos en taza.
7. La humedad del grano es una variable determinante, tiene relación directa con todos los factores a evaluar, una óptima humedad permite mantener las características del grano.
8. La humedad del grano tuvo un cambio drástico en el muestreo 2, debido a las condiciones ambientales, hubieron tratamientos que llegaron hasta 16 %, lo cual influyó en el tamaño de zaranda y rendimiento bruto.
9. Durante los muestreos 3 y 4 la humedad relativa disminuyó en las bodegas de almacenamiento así mismo disminuyó el % de humedad del grano de café, en comparación al muestreo 2, debido a las condiciones climáticas.

10. Se debe de almacenar el café pergamino a una humedad menor de 12%, para que la vida de almacenamiento sea más prolongada.
11. La calidad de taza se ve influenciada por varios aspectos entre los cuales podemos mencionar: Variedad del café, Altitud, Manejo del cultivo, Tipo de beneficiado, Condiciones de almacenaje.

2.7 Recomendaciones

1. Es importante que los beneficios de café tengan un higrómetro en cada una de las áreas donde se almacena café, para conocer la humedad relativa y la temperatura mínimas y máximas y tener un registro que sea útil para tomar ciertas decisiones.
2. Los beneficios de café deben realizar pruebas a cada premuestra obtenida antes que el café ingrese al beneficio para no introducir café con humedad arriba de la recomendada, o ponerse a secar antes de que ingrese a las bodegas.
3. El Beneficio de Café debe mejorar la ventilación en las bodegas de almacenaje, para no tener problemas defectos en almacenamiento prolongado.
4. Debe de realizarse un monitoreo de la humedad del café de cada tipo, principalmente cuando tienen más de dos meses de ingresado, para conocer el comportamiento de la misma, y así poder tomar decisión de procesar ciertos tipos de café (Prime y Semi Duro), que no soportan cambios drásticos.
5. Las esquivas para el almacenamiento de café pergamino no deben de realizarse topadas a la pared, para evitar que haya paso de humedad o de otros olores que puedan demeritar la calidad del mismo.
6. El porcentaje de humedad en época seca debe de ser de 12 % en el grano y en época lluviosa de 11 %, y se debe de estar monitoreando la humedad de cada lote al menos dos veces por semana.

2.8 Bibliografía

1. Acevedo, W. 1994. Seminario regional sobre el mejoramiento de la calidad del café. San Pedro Sula, Honduras, IICA. 320 p.
2. ANACAFE (Asociación Nacional del Café, Guatemala). s.f.a. Almacenamiento del café pergamino (en línea). Guatemala. Consultado 8 mar. 2016. Disponible en http://www.anacafe.org/glifos/index.php?title=BeneficiadoHumedo_Almacenamiento
3. _____. s.fb. Calidad del café en beneficio húmedo (en línea). Guatemala. Consultado 8 mar. 2016. Disponible en: http://www.anacafe.org/glifos/index.php?title=BeneficioHumedo_Calidad.
4. _____. s.fc. Introducción del café a Guatemala (en línea). Guatemala. Consultado 17 mar. 2016. Disponible en https://www.anacafe.org/glifos/index.php?title=Introduccion_del_cafe_Guatemala
5. _____. s.fd. Tipos de café de Guatemala (en línea). Guatemala. Consultado 9 mar. 2016. Disponible en http://www.anacafe.org/glifos/index.php/BuenCafe_CafesdeGuatemala
6. Consejo Mexicano del Café. 1992. Factores que influyen la calidad del café. Xapala, Veracruz, México, IICA. 112 p.
7. CoopSol. 2010. Almacenamiento del café (en línea). Consultado 18 mar. 2016. Disponible en <https://escoopsol.wordpress.com/seccion-1-en-la-finca/1-2-el-beneficio-humedo/1-2-5-almacenamiento-del-cafe-grano-oro/>
8. Exportaciones de café de Guatemala (en línea). 2013. Guatemala. Consultado 8 mar. 2016. Disponible en <http://www.dequate.com.gt/guatemala/exportaciones/exportadores-de-cafe-en-guatemala.php#.Vt8Qu5zhDIX>
9. FUNDESYRAM (Fundación para el Desarrollo Socioeconómico y Restauración Ambiental, El Salvador). s.f. Beneficiado húmedo del café (en línea). El Salvador. Consultado 15 mar. 2016. Disponible en <http://www.fundesynam.info/biblioteca.php?id=355>
10. Historia del café de Guatemala (en línea). 2013. Guatemala. Consultado 8 mar. 2016. Disponible en <http://www.dequate.com/artman/publish/cultura-platillos-bebidas-guatemala/historia-del-cafe-en-guatemala.shtml#.Vt89ipzhDIW>
11. ICAFE (Instituto del Café de Costa Rica, Costa Rica). 2011. Guía técnica para el cultivo del café (en línea). Costa Rica. Consultado 18 mar. 2016. Disponible en

<http://www.icafe.cr/wp-content/uploads/cicafe/documentos/GUIA-TECNICA-V10.pdf>.

12. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Guatemala); ANACAFE (Asociación Nacional del Café, Guatemala); OIRSA (Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria, Guatemala). 2012. Roya del café en Guatemala (en línea). Guatemala. Consultado 18 mar. 2016. Disponible en http://web.maga.gob.gt/wp-content/uploads/img/roya/acceso_informacion-roya_del_cafe.pdf
13. Mijangos, JP. 2012. El mejor café del mundo es cultura (en línea). Guatemala, Asociación Nacional del Café, PubliNews. Consultado 18 mar. 2016. Disponible en http://www.anacafe.org/glifos/index.php/13NOT:NAC_Mejor_cafe_mundo_cultura
14. Montilla-Pérez, J; Arcila-Pulgarín, J; Aristizábal-Loaiza, M; Montoya Restrepo, EC; Puerta-Quintero, GI; Oliveros-Tascón, CE; Cadena-Gómez, G. 2008. Propiedades físicas y factores de conversión del café en el proceso de beneficio (en línea). Avances Técnicos CENICAFE no. 370. Consultado 12 abr. 2016. Disponible en <http://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/358/1/avt0370.pdf>
15. PROCAFE (Fundación Salvadoreña para la Investigación del Café, El Salvador). s.f. Almacenamiento de café (en línea). El Salvador. Consultado 18 mar. 2016. Disponible en <http://www.procafe.com.sv/menu/INVESTIGACIÓN/CosechaYBeneficiado.htm>
16. Puerta Quintero, GI. 1998. Calidad de las variedades de *Coffea arabica* L. cultivadas en Colombia (en línea). Cenicafé 49(4):265-278. Consultado 18 mar. 2016. Disponible en [http://www.cenicafe.org/es/publications/arc049\(04\)265-278.pdf](http://www.cenicafe.org/es/publications/arc049(04)265-278.pdf)
17. Sondalh, M; Nakamura, T; Sharp, W. 1991. Propagación *in vitro* del café. In Roca W; Mroginski, L, Eds. Cultivo de tejidos en la agricultura, fundamentos y aplicaciones. Colombia, CIAT. p. 145-152.

2.9 Anexos





	
<p>Zarandas para determinar el tamaño del grano</p>	<p>Recipiente plástico para colocación de las muestras</p>
	
<p>Molino de café.</p>	<p>Tostador de café</p>

Figura 19 A. Fotografías de los materiales y equipo utilizado en el departamento de catación.



Pesa analítica



Medidor de Humedad del grano



Trilla para café



Chuzo para obtener muestras

Figura 20 A. Fotografías de los materiales y equipo utilizado en el departamento de catación



Figura 21 A. Fotografía del peso de la muestra para la investigación.



Figura 22 A. Fotografía de la rotulación de cada unidad experimental.



Figura 23 A. Fotografía del área donde se realizó la investigación.



Figura 24 A. Fotografía de la rotulación de cada uno de los muestreos.



Figura 25 A. Fotografía de rotulación de la investigación y los factores a evaluados.



Figura 26 A. Fotografía del café oro de cada tratamiento a evaluados.



Figura 27 A. Fotografía del café tostado de cada uno de los tratamientos, para realizar la catación.



Figura 28 A. Fotografía de la prueba de catación de cada uno de los tratamientos evaluados.

CAPITULO III. REALIZACION DE UNA CURVA DE TEMPERTATURA EN RELACION A LA ALTURA DE LAS ESTIBAS DE CAFÉ PERGAMINO EN LAS BODEGAS DEL BENEFICIO; REALIZACION DE UN MANUAL DE LA METODOLOGIA EMPLEADA POR EL BENEFICIO LOS OLIVOS PARA EL ANALISIS DEL CAFÉ Y PARAMETROS DE CATAACION.

3.1 Presentación

Guatemala ha sido y sigue siendo un país en el cual su principal fuente de ingresos es la agricultura, y el sector cafetalero ha sido muy importante en la historia de Guatemala por la creación de empleos e ingreso de divisas, contribuyendo a la economía del país. En Guatemala se encuentran plantaciones de café en varias regiones, a diferentes alturas sobre el nivel del mar, en diferentes tipos de terrenos, lo cual ha generado que tenga una gran variedad de tipos de café (prime, semiduro, duro, estrictamente duro), y consigo teniendo como país diferentes calidades y el mejor café del mundo.

El cultivo de café centra a Guatemala dentro de los 5 países con mayor producción a nivel mundial compitiendo con países como Brasil, México, Vietnam y Colombia. Guatemala se caracteriza por dar un proceso al café lavado, el cual hace la calidad sea muy buena.

Guatemala es un país que exporta café desde 1854 (siendo su primera exportación hacia Europa) y desde ese entonces este cultivo representa un papel importante en generación de empleos y divisas. Guatemala exporta principalmente a Estados Unidos (40%), Europa (30%), y Japón. El consumo de café en Guatemala es muy bajo por tal motivo se exporta aproximadamente el 98% de la producción nacional, las exportaciones se realizan a través de empresas exportadoras y comercializadoras de café en Guatemala, como es el caso de LUX CAFE.

El presente documento se presentará un informe de servicios, los cuales tienen como finalidad ayudar de cierta manera al beneficio de café Los Olivos a disminuir el costo de movimientos internos del café pergamino, además de crear un manual del proceso de análisis de café, que realiza el beneficio para poderle brindar a los visitantes un material de apoyo para que en los tiempos libres puedan leerlo y puedan tomar una mejor perspectiva del proceso de análisis que realizan el café que están adquiriendo.

3.2 Servicio 1. Elaboración de una curva de temperatura y humedad relativa en relación a la altura en la que se encuentran las estibas de café pergamino.

3.2.1 Objetivos

3.2.1.1 Objetivo general

- Conocer la relación de la temperatura y humedad relativa del ambiente con respecto a la altura de las esquivas en las bodegas del beneficio.

3.2.1.2 Objetivos específicos.

- Encontrar un modelo matemático de temperatura máxima y mínima, con respecto a la altura de las esquivas en las bodegas del beneficio.
- Encontrar un modelo matemático de temperatura máxima y mínima, con respecto a la altura de las esquivas en las bodegas del beneficio.

3.2.2 Metodología

3.2.2.1 Colocación del higrómetro: el higrómetro se colocó a diferentes alturas de las estibas y se tomaron datos de humedad relativa máxima y mínima, así mismo como temperatura máxima y mínima.

3.2.2.2 Toma de datos: Estos datos se tomaban 2 veces por día en la mañana y en la tarde. Y con un metro se tomó la altura, del nivel del piso hasta donde se encontraba el higrómetro.

3.2.2.3 Tabulación de datos: cuando ya se tenían los datos se realizaron análisis de regresión para poder obtener modelos, además se realizaron gráficas para una mejor comprensión de los datos.

3.2.2.4 Análisis de regresión lineal: después de la tabulación de datos se debe de realizar un análisis de regresión lineal donde la variable independiente X: altura y la variable dependiente Y: temperatura y humedad relativa

3.2.3 Resultados

Cuadro 79. Datos de temperatura y humedad relativa, a diferentes alturas del piso

Fecha	Temperatura		Humedad relativa		Altura del piso
	Max.	Min.	Max	Min	
3/5/16	37.3	19.2	81	34	4.75
4/5/16	35.1	19.8	81	32	2.7
5/5/16	34.2	20.7	83	32	0
6/5/16	33.8	20.5	70	31	0.4
9/5/16	37.4	19.6	70	36	3.6
10/5/16	34.8	19.5	74	31	2.5
11/5/16	36.8	18.9	80	30	6

Fuente: elaboración propia

3.2.3.1 Análisis de regresión para temperatura máxima.

<i>Estadísticas de la regresión</i>									
Coeficiente de correlación múltiple	0.73082459								
Coeficiente de determinación R ²	0.53410457								
R ² ajustado	0.44092549								
Error típico	1.12796004								
Observaciones	7								
ANÁLISIS DE VARIANZA									
		<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Media cuadrada</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>			
Regresión		1	7.29281646	7.29281646	5.73202209	0.0620671			
Residuos		5	6.36146925	1.27229385					
Total		6	13.6542857						
		<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95.0%</i>	<i>Superior 95.0%</i>
Intercepción		34.0528655	0.78416226	43.42579	1.2221E-07	32.0371122	36.0686187	32.0371122	36.0686187
Variable X 1		0.49131144	0.20521209	2.39416417	0.0620671	-0.03620304	1.01882592	-0.03620304	1.01882592

Figura 29. Análisis de regresión para temperatura máxima

$$\text{Modelo } T_{\max} = 34.052865 + 0.49131144x$$

En el modelo de regresión anterior para la temperatura máxima podemos decir que el coeficiente de correlación es de 0.7308 esto nos indica que hay 73.08% de relación entre las variables evaluadas, por lo tanto el modelo matemático podrá tener un margen de error entre lo real y lo estimado por la linealidad de las variables. En coeficiente de determinación nos indica la confiabilidad del modelo matemático obtenido en el análisis para este caso es de 53.41% de confiabilidad.

El valor crítico de F es de 0.062 la cual consiste en una prueba de pendiente para aceptar o rechazar la hipótesis nula, en este caso como el valor es cercano a 0 se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, en conclusión diríamos que la pendiente no es igual a 0.

Cuadro 80. Comparación de datos reales con datos obtenidos del modelo estadístico para temperatura máxima.

Fecha	Altura	T max	T estimado
03/05/2016	4.75	37.3	36.4
04/05/2016	2.7	35.1	35.4
05/05/2016	0	34.2	34.1
06/05/2016	0.6	33.8	34.3
09/05/2016	3.6	37.4	35.8
10/05/2016	4.8	34.8	36.4
11/05/2016	6	36.8	37.0

En el cuadro 80, se encuentra los datos de temperatura máxima y temperatura máxima estimada, esta última se obtuvo al introducir la altura en el modelo matemático obtenido en la regresión lineal. Por lo tanto, el modelo estadístico obtenido es bastante confiable y puede ser de utilidad para conocer la temperatura a cierta altura en las bodegas del beneficio.

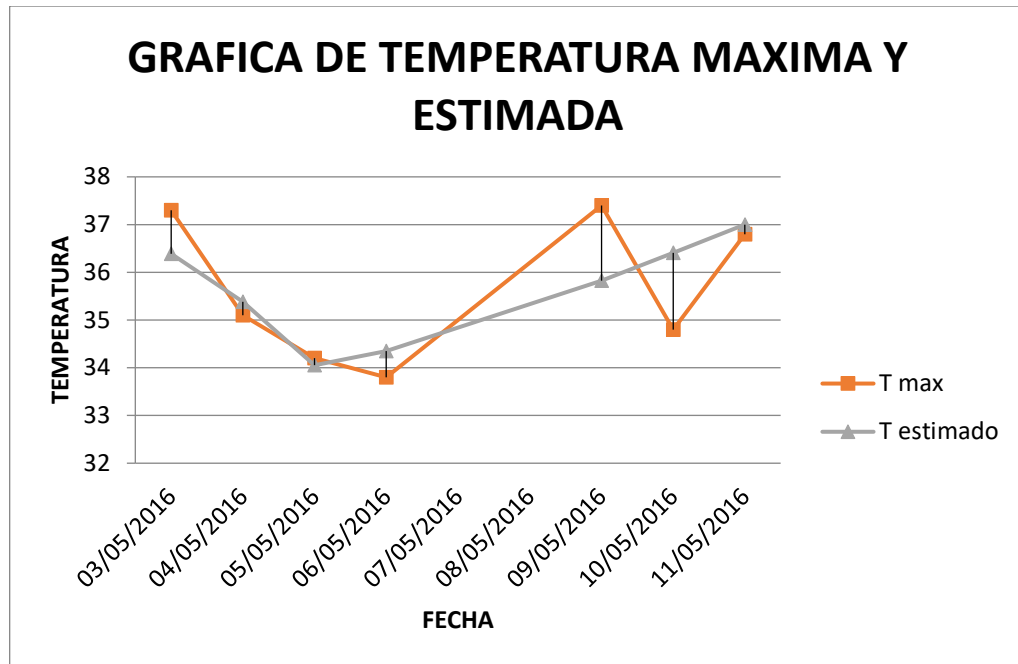


Figura 30. Grafica de temperatura máxima y estimada

En la figura 30 se observan los cambios que existen entre la temperatura máxima de datos reales y los estimados obtenidos a partir del modelo matemático obtenido del análisis de regresión, en el cual podemos observar algunas diferencias significativas, en cuanto a los valores, esto se debe a que la confiabilidad del modelo no es la esperada.

3.2.3.2 Análisis de regresión para temperatura mínima.

<i>Estadísticas de la regresión</i>									
Coefficiente de correlación múltiple	0.98676937								
Coefficiente de determinación R ²	0.97371378								
R ² ajustado	0.96845654								
Error típico	0.11639874								
Observaciones	7								
ANÁLISIS DE VARIANZA									
		<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>				
Regresión	1	2.50939952	2.50939952	185.213747	3.8399E-05				
Residuos	5	0.06774334	0.01354867						
Total	6	2.57714286							
		<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95.0%</i>	<i>Superior 95.0%</i>
Intercepción	20.6671561	0.08092087	255.399594	1.7464E-11	20.4591424	20.8751698	20.4591424	20.8751698	
Variable X 1	-0.28820011	0.02117666	-13.6093257	3.8399E-05	-0.34263645	-0.23376376	-0.34263645	-0.23376376	

Figura 31. Análisis de regresión para temperatura mínima

Modelo $T_{min} = 20.6671561 - 0.28820011x$

En el modelo de regresión anterior para la temperatura mínima podemos decir que el coeficiente de correlación es de 0.9867 esto nos indica que hay 98.67% de relación entre las variables evaluadas. Y un coeficiente de determinación de 97.37% por lo tanto podemos decir que el modelo matemático obtenido es confiable, y que el margen de error entre lo real y lo estimado será mínimo.

El valor crítico de F es de 0.000000389 la cual consiste en una prueba de pendiente para aceptar o rechazar la hipótesis nula, en este caso como el valor es cercano a 0 se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, en conclusión diríamos que la pendiente no es igual a 0.

Cuadro 81. Comparación de datos reales con datos obtenidos del modelo estadístico para temperatura mínima.

Fecha	Altura	T min	T estimado
03/05/2016	4.75	19.2	19.3
04/05/2016	2.7	19.8	19.9
05/05/2016	0	20.7	20.7
06/05/2016	0.6	20.5	20.5
09/05/2016	3.6	19.6	19.6
10/05/2016	4.8	19.5	19.3
11/05/2016	6	18.9	18.9

En el cuadro 81, se encuentran los valores de temperatura mínima obtenidas con el higrómetro y la temperatura estimada la cual se obtiene introduciendo la altura de la estiba al modelo estadístico obtenido del análisis de relación lineal, los resultados son similares a los reales por lo tanto es confiable utilizar este modelo para conocer la temperatura mínima de las estibas en el beneficio.

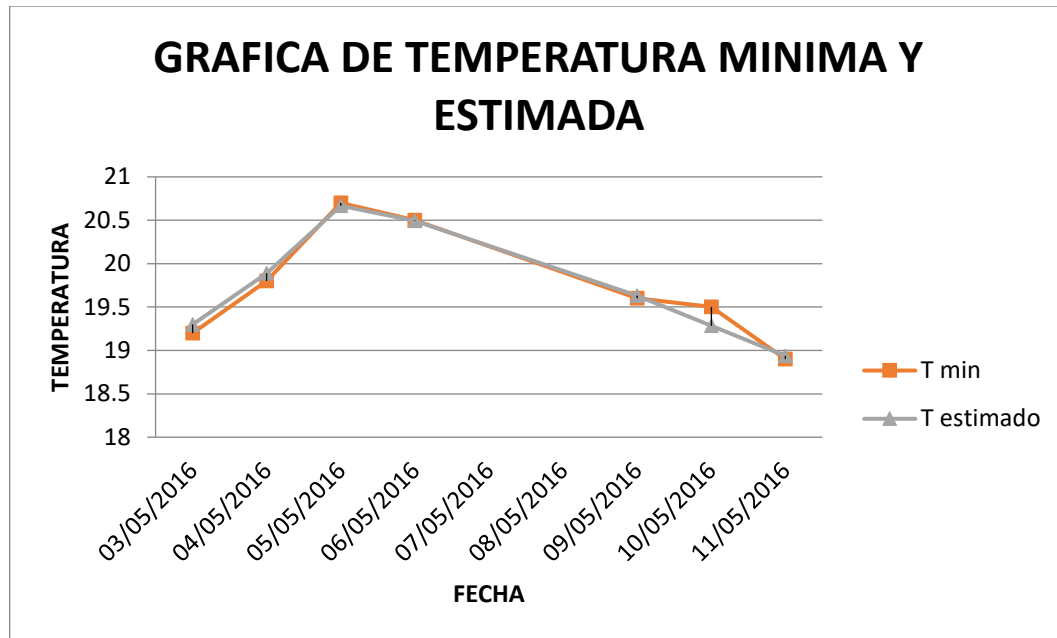


Figura 32. Gráfica de temperatura mínima y estimada.

En la figura 32 se observa que los valores reales y los estimados presentan mínimas diferencias por lo tanto concluimos que el modelo estadístico obtenido es confiable.

3.2.3.2 Análisis de regresión para humedad relativa máxima

Resumen								
<i>Estadísticas de la regresión</i>								
Coefficiente de correlación múltiple	0.05364884							
Coefficiente de determinación R^2	0.0028782							
R^2 ajustado	-0.19654616							
Error típico	6.05756406							
Observaciones	7							
ANÁLISIS DE VARIANZA								
		<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>			
Regresión		1	0.52958839	0.52958839	0.01443253	0.90905392		
Residuos		5	183.470412	36.6940823				
Total		6	184					
	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95.0%</i>	<i>Superior 95.0%</i>
Intercepción	76.5753836	4.21124236	18.1835613	9.2457E-06	65.7500405	87.4007267	65.7500405	87.4007267
Variable X 1	0.1323971	1.1020651	0.12013546	0.90905392	-2.70055144	2.96534563	-2.70055144	2.96534563

Figura 33. Análisis de regresión para humedad relativa máxima

Modelo de HR máx.= $76.573836+0.132397x$

Para el caso de humedad relativa máxima según el análisis de regresión las variables evaluadas no tienen ninguna relación debido al valor obtenido del coeficiente de correlación, por lo tanto el modelo matemático obtenido no es confiable, por lo mismo podemos concluir que los márgenes de error entre lo real y lo estimado es amplio como se presenta en el cuadro 82.

Cuadro 82. Comparación de datos reales con datos obtenidos del modelo estadístico para humedad relativa máxima.

Fecha	Altura	H máx.	H estimado
03/05/2016	4.75	81	77.2
04/05/2016	2.7	81	76.9
05/05/2016	0	83	76.6
06/05/2016	0.6	70	76.7
09/05/2016	3.6	70	77.1
10/05/2016	4.8	74	77.2
11/05/2016	6	80	77.4

En el cuadro 82 se encuentran los resultados de humedad relativa máxima obtenida con el higrómetro y la humedad relativa estimada, esta se obtuvo introduciendo la altura en el modelo estadístico obtenido de la regresión lineal, se observa que los datos son bastante alejados a los resultados de la realidad por lo tanto no es confiable utilizar este modelo para ser utilizado en el beneficio.

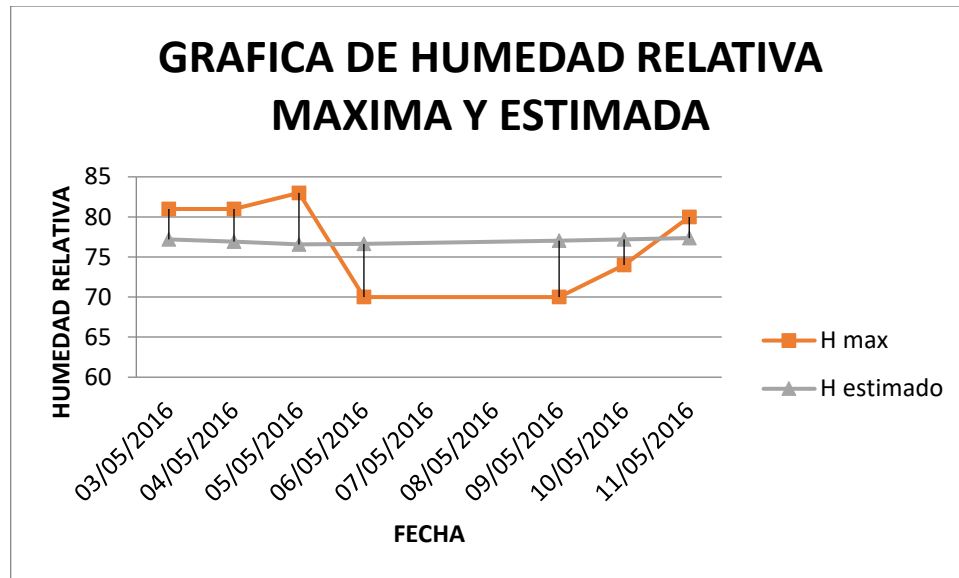


Figura 34. Grafica de humedad relativa máxima y estimada.

Como las variables evaluadas no presentan ninguna relación podemos observar en la gráfica el margen de error, entre los datos reales y los estimados.

3.2.3.3 Análisis de regresión para humedad relativa mínima

<i>Estadísticas de la regresión</i>								
Coefficiente de correlación múltiple	0.00309244							
Coefficiente de determinación R ²	9.5632E-06							
R ² ajustado	-0.19998852							
Error típico	2.25514205							
Observaciones	7							
ANÁLISIS DE VARIANZA								
		<i>Grados de libertad</i>	<i>de cuadrado de los cua</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>			
Regresión	1	0.00024318	0.00024318	4.7816E-05	0.99475013			
Residuos	5	25.4283283	5.08566565					
Total	6	25.4285714						
	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>nferior 95.0%</i>	<i>uperior 95.0%</i>
Intercepción	32.2766154	1.56778362	20.5874171	5.0047E-06	28.2464993	36.3067315	28.2464993	36.3067315
Variable X 1	0.00283708	0.41028264	0.00691494	0.99475013	-1.05182801	1.05750217	-1.05182801	1.05750217

Figura 35. Análisis de regresión para humedad relativa mínima

Modelo para HR min= 32.2766154+0.00283708x

Para el caso de humedad relativa mínimas según el análisis de regresión las variables evaluadas no tienen ninguna relación debido al valor obtenido del coeficiente de correlación, por lo tanto el modelo matemático obtenido no es confiable, por lo mismo podemos concluir que los márgenes de error entre lo real y lo estimado es amplio como se presenta en el cuadro de abajo.

Cuadro 83. Comparación de datos reales con datos obtenidos del modelo estadístico de humedad relativa mínima.

Fecha	Altura	H min	H estimado
03/05/2016	4.75	34	32.4
04/05/2016	2.7	32	32.4
05/05/2016	0	32	32.4
06/05/2016	0.6	31	32.4
09/05/2016	3.6	36	32.4
10/05/2016	4.8	31	32.4
11/05/2016	6	30	32.4

En el cuadro 83 se encuentran los resultados de humedad relativa mínima obtenida con el higrómetro y la humedad relativa estimada, esta se obtuvo introduciendo la altura en el modelo estadístico obtenido de la regresión lineal, se observa que los datos son bastante alejados a los resultados de la realidad por lo tanto no es confiable utilizar este modelo para ser utilizado en el beneficio.

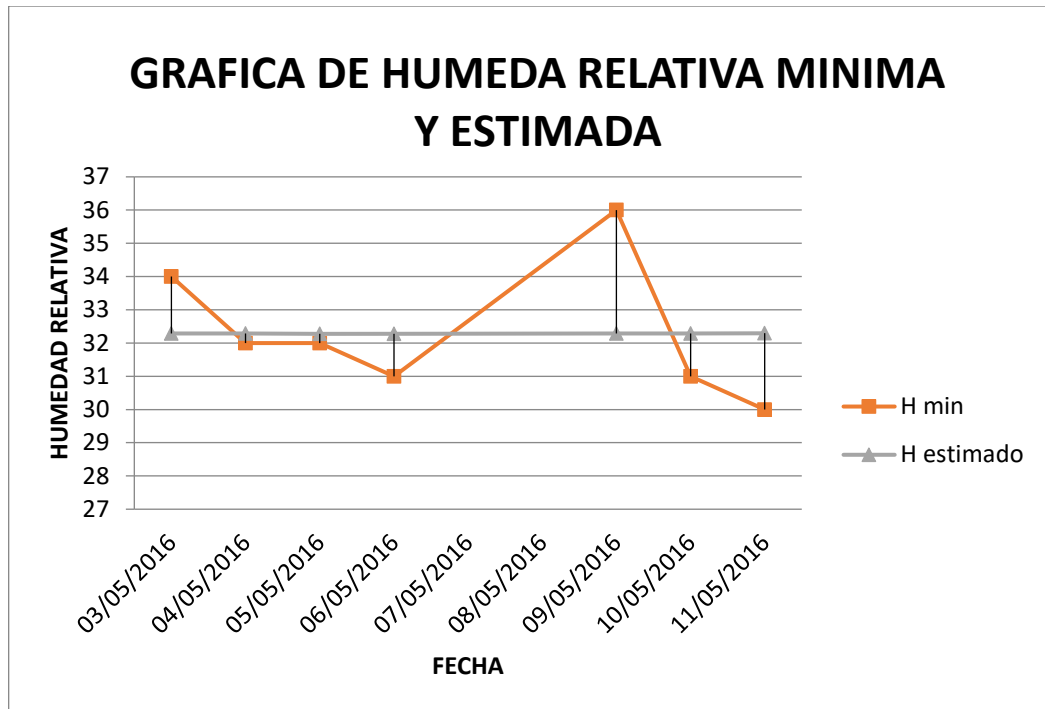


Figura 36. Gráfica de humedad relativa máxima y estimada.

Como las variables evaluadas no presentan ninguna relación podemos observar en la figura 36 el margen de error, entre los datos reales y los estimados.

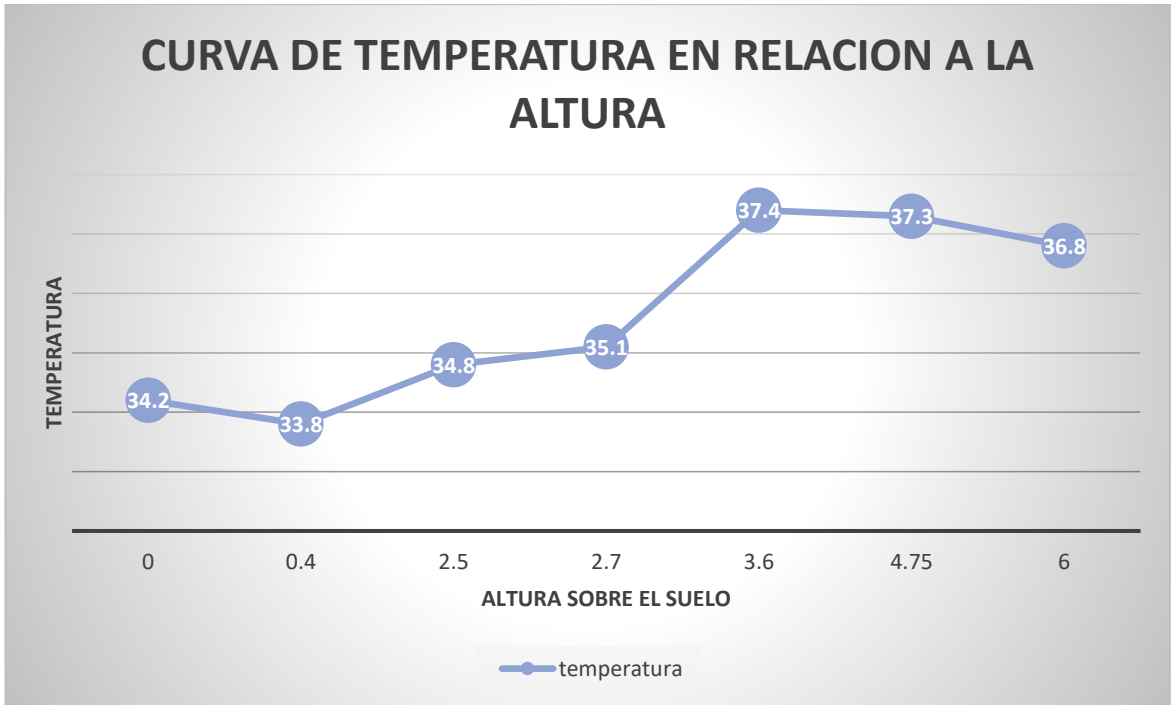


Figura 37. Curva de temperatura en relación a la altura

En la gráfica 37 se puede observar la relación que existe entre la temperatura máxima con respecto a la altura sobre el suelo, se logra observar que cuando la altura sobre el suelo aumenta la temperatura también aumenta, entonces entre mayor altura más cercado al techo de las bodegas se encuentra el café, y la temperatura es mayor. Lo cual puede causar una pérdida del peso del café pergamino por pérdida de humedad del grano.

3.2.4 Evaluación

En el servicio anterior se obtuvieron resultados positivos, ya que los modelos estadísticos obtenidos de análisis de regresión. Modelo $T_{max} = 34.052865 + 0.49131144x$ y Modelo $T_{min} = 20.6671561 - 0.28820011x$, donde x , representa la altura en metros sobre el piso. Estos modelos se apegan bastante a la realidad por lo que se puede tener una referencia de la temperatura a diferentes alturas.

El comportamiento de la temperatura a la altura es directamente proporcional, entre mayor altura del suelo mayor temperatura máxima e inversamente proporcional a temperatura mínima, a mayor altura menor temperatura mínima.

Además en los modelos estadísticos obtenidos de la humedad relativa ninguno de los dos se apega a la realidad, por lo tanto no es recomendable utilizarlos para tener una referencia de la humedad relativa con respecto a la altura de la esquila de café pergamino.

3.3 Servicio 2. Realización de un manual de la metodología empleada por el Beneficio los Olivos para el análisis del café y parámetros de catación.

3.3.1 Objetivos

3.3.1.1. General

Realizar un manual de catación con la metodología empleada en el beneficio de café Los Olivos.

3.3.1.2 Específicos:

- Dar a conocer los parámetros utilizados en beneficio de café para cada una de las muestras que ingresan al beneficio.
- Proporcionar una guía rápida y de fácil entendimientos para todas las personas que llevan a conocer el proceso productivo realizado en el beneficio.
- Presentar cada uno de los defectos que se pueden encontrar, en la evaluación de la calidad del café.

3.3.2 Metodología

- Conocer cada parámetro: se debe conocer cada uno de los parámetros que se realizan en el beneficio Los Olivos, para plasmarlos en una guía y que los visitantes los puedan entender de una manera más fácil, lo que se realiza en el departamento de catación.
- Toma de fotografías: se tomaron fotografías de cada material y equipo utilizado en el departamento de catación.

- Investigación de defectos: se consultaron diferentes bibliografías para poder realizar un cuadro de defectos de los granos para el control de calidad y las posibles causas por las cuales se presentan los mismos.

3.2.3 Resultados

3.2.3.1 Obtención de la muestra

En los beneficios de café, existe gran cantidad de personal, cada persona tiene un trabajo designado dentro proceso productivo, por lo tanto los bodegueros una de las funciones que deben cumplir es la obtención de las muestras para que el departamento de catación realice el análisis correspondiente.

Se realizan dos tipos de análisis dentro del departamento de catación, dependiendo del tipo que esta sea muestra de compra y muestra de embarque (pergamino u oro), las muestras de café pergamino o de compra se obtienen cuando la materia prima ingresa al beneficio. Esta se obtiene mediante un chuzo grande dicha muestra se obtiene de cada uno de los sacos que se descargan, luego esta muestra se debe homogenizar bien ya que nos dará todos los parámetros necesarios para conocer el tipo de café y la calidad del mismo.

De esta muestra de café pergamino se obtienen parámetros importantes como lo son rendimiento bruto, rendimiento neto, tamaño del grano, % de humedad del grano, calidad de taza.

Las muestras de café oro o embarque , se obtienen mediante chuzos pequeños, de igual manera se deben de muestrear todos los sacos para obtener una muestra uniforme, esta muestra únicamente se mide la cantidad de imperfecciones (defectos) que tiene, y se realiza una prueba de catación para que coincidan con la muestra con la que el café fue vendido.

DICTAMEN DE CATAACION
BENEFICIO LOS OLIVOS

FECHA: _____ No RECIBO: _____ SACOS: _____

REGION: _____ CLIENTE: _____

R.B: _____ R.N: _____ %H: _____ CALIDAD: _____

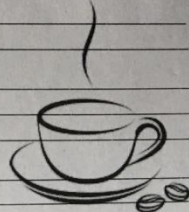
PERGAMINO: _____

ORO: _____

TUESTE: _____

TAZA: _____

OBSERVACIONES: _____



ANALISIS DE RENDIMIENTO BRUTO
COSECHA 2015/2016

No. **405**

Identificacion de la Muestra

Fecha de analisis: _____

No. Recibo _____

Clase de Café: _____

Rendimiento Bruto: _____

Observaciones:

Hecho por: _____

Revisado por: _____

Figuras 38. Boletas para muestras de café pergamino

3.2.3.2 Condiciones que debe de haber en el departamento de catación:

A. Ambiente físico.

El ambiente físico es todo el entorno del departamento de catación, este lugar debe ser utilizado únicamente para el análisis y control de muestras, este lugar no puede tener un flujo de personas masivo, debido a que es un área delicada en cuanto a olores. Además se deben tomar encuentra varios aspectos como se detallan a continuación.

B. Iluminación

En el departamento de catacion se debe contar con buena iluminación, la más recomendada es la artificial debido a que la natural puede varias mucho debido a la época en la que se estén realizando los análisis, en el departamento de catación se cuenta con un total de 12 lámparas artificiales las cuales proporcionan una buena iluminación además de una ventana que nos puede proporcionar luz natural.

C. Temperatura ambiente

Idealmente debe de existir condiciones homogéneas de temperatura y humedad relativa dentro del departamento de catación, en el departamento del beneficio no existe un control riguroso de este aspecto, pero se puede implementar.

D. Extracción de aire

Es importante la extracción de aire y humo que expulsan los tostadores, el beneficio cuenta con un extractor de humo del tostador.

E. Color de paredes

El departamento de catación está pintado de color beige, es recomendable que sean colores claros para que estos no cambien el contraste del grano de café al momento de la evaluación.

3.2.3.3 Equipo y materiales

En el departamento de catación es necesario bastante equipo y materiales para poder realizar todo el procedimiento, por lo tanto es importante que este equipo se utilice únicamente y exclusivamente para el análisis de café y no de ningún otro grano, para que no hayan alteraciones en cuando al dictamen que se obtenga de la muestra

- A. Trilladora para muestras: Se usa para muestras en pergamino, la cual cumple con la función de quitar la testa del grano.



Figura 39. Trilladora para muestras

- B. Tostador: sirve para cambiar el café en estado oro verde a café tostado este puede ser de uno o más cilindros, eléctrico o de gas.



Figura 40. Tostador.

- C. Molino para muestras: una vez tostado el café, el grano debe der molino para realizar la pruebas de catacion, es necesario un molino con graduación para distintos tipos de molienda.



Figura 41. Molino para muestras.

- D. Balanza: sirve para pesar las muestras, o pesar café para realizar análisis y medición de humedad, la balanza que se encuentra en el departamento de catación puede pesar hasta 1500 gramos.



Figura 42. Balanza

- E. Medidor de humedad: el medidor de humedad nos sirve para conocer la humedad que presenta el grano, el medidor de humedad del departamento es marca Gehaka GRI 600 el cual puede medir la humedad del grano en oro y del grano en pergamino, además mide la temperatura del grano.



Figura 43. Medidor de humedad

- F. Zarandas clasificadoras para el tamaño de los granos en oro (recomendada desde la 13/64" a 20/64")



Figura 43. Zarandas clasificadoras

- G. Vasos para la elaboración de la infusión: Se recomiendan vasos de vidrio templado, los vasos utilizados en el departamento son de aproximadamente 150 ml.



Figura 44. Vasos para la elaboración de la infusión.

- H. Escupideros: Dependiendo de la forma de la catación e instalaciones, pueden utilizarse escupideras grandes o bien vasos desechables para transportarlos en la mano.



Figura 45. Escupideros

- I. Estufa: Una estufa de una a tres hornillas eléctrica o de gas.



Figura 46. Estufa

J. Teteras o jarillas para calentar el agua que se utilizará para la infusión.



Figura 47. Jarilla

K. Agua potable: se debe usar siempre la misma calidad de agua; si es embotellada deberá contarse con un dispensador.



Figura 48. agua potable.

- L. Bandejas: Debe contarse con las bandejas adecuadas para colocar la muestra de grano verde o tostado. Debe considerarse que el tamaño o capacidad de estas sea suficiente para colocar en ellas como mínimo de 350 gramos de café oro, que es generalmente la cantidad analizada para una preparación. El color de las bandejas debe ser azul o verde ya que hacen relucir mejor los granos de café.



Figura 49. Bandejas

- M. Mesas: Dependiendo de la forma y cantidad de catadores se podrá usar una mesa redonda giratoria para catar sentado o una rectangular para catar de pie. En general las redondas son más prácticas para catar pocas muestras y poder generar discurso con otros a su vez. Las rectangulares son prácticas para la catación de múltiples muestras a la vez.



Figura 50. Mesa de catación

N. Estantería para muestras: Con el objeto de poder tener guardadas las muestras en trámite, históricas, de referencia, etc.



Figura 51. Estantería para muestras

O. Computadora: Con el objeto de llevar un record computarizado.

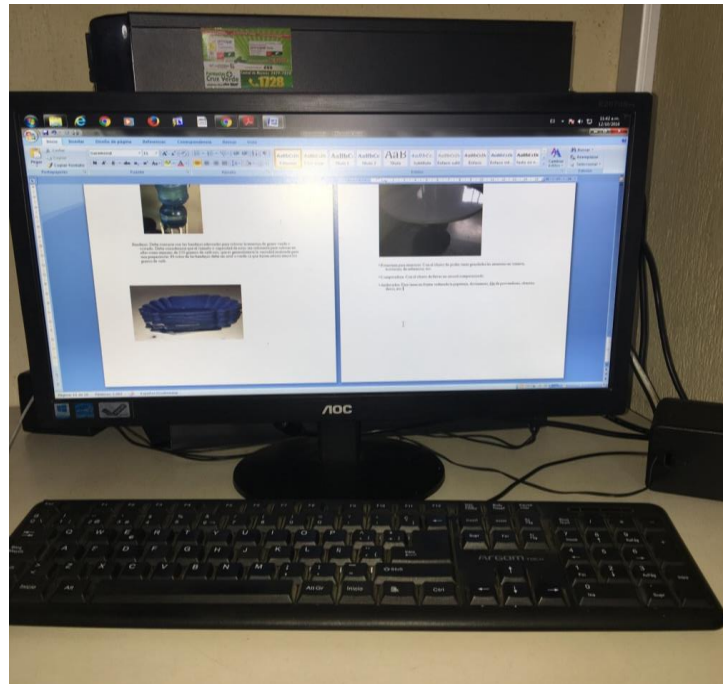


Figura 52. Computadora.

P. Archivador: Para tener en forma ordenada la papelería, dictámenes, file de proveedores, clientes, datos, etc.

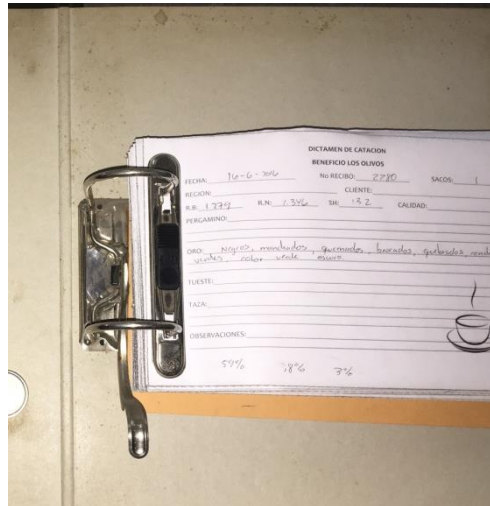


Figura 53. Archivador

3.2.3.4 Parámetros evaluados

A. Rendimientos

Los rendimientos son parámetros muy utilizados en un beneficio seco de café, para poder realizarlos es necesario que el café este en pergamino, a través de una trilla se elimina la testa o pergamino para poder obtener el rendimiento bruto, este es un parámetro muy importante para conocer la cantidad de café que se obtiene en oro de cierto lote o trilla, además al momentos de las trillas es importante realizar lotes de la misma calidad de café y con rendimientos parecido para que las trillas sean homogéneas.

Se entienden por rendimientos, a los índices o porcentajes de disminución de una materia prima de un estado a otro, en este caso de café pergamino a café oro. Para expresar el rendimiento existen dos formas, una que indica la cantidad por unidad de café oro (Ej. 1,000 pergamino / 800 oro = 1.25) y en porcentaje (800 oro / 1,000 pergamino = 80%). Existen dos tipos de rendimiento manejados comercialmente:



- Rendimiento Bruto, es el rendimiento de transformación de pergamino a oro solamente trillado, es decir, la merma es únicamente el pergamino eliminado.
- Rendimiento Neto, es el rendimiento de transformación de pergamino a oro limpio o de exportación, es decir, la merma incluye el pergamino y el café eliminado por tamaño, densidad y color, hasta ajustarlo a una preparación específica.




A. Defectos




Los defectos son todos aquellos granos que por una u otra razón presentan daños en su estructura por lo tanto son granos que no son aceptados en el lote, es importante conocer el tipo de preparación que se realizará ya que de esto depende la cantidad de defectos permisibles en un lote para la exportación de café. Existen dos tipos de defectos los cuales se detallan a continuación




- Defectos primarios: En estos se agrupan defectos que pueden causar daños graves a una taza de café, dentro de ellos, negros, sobrefermentados, cerezas secas, daño severo de insectos y materias extrañas o ajenas al café.
- Defectos secundarios: En donde se agrupan los defectos cuyo daño puede ser menor que los anteriores, es decir, parcialmente negros, parcialmente sobrefermentados, pergaminos, flotes, inmaduros, deformados, conchas, partidos, cáscaras y daños leves de insectos.




Cuadro 84. Descripción de los defectos

DEFECTO	FOTOGRAFIA	DESCRIPCIÓN	CAUSAS
NEGRO TOTAL O PARCIAL		<p>Grano con coloración del pardo al negro.</p> <p>Encogido</p> <p>Arrugado</p> <p>Cara plana hundida</p> <p>Hendidura muy abierta</p>	<p>Falta de agua durante el desarrollo del fruto.</p> <p>Fermentaciones prolongadas</p> <p>Cerezas sobremaduras recogidas del suelo</p> <p>Malos secados o rehumedecimientos</p>
MOHOSO			

<p>FERMENTADO S</p>		<p>Grano con coloración del crema al carmelita oscuro</p> <p>Hendidura libre de tegumentos</p> <p>Película plateada puede tender a coloraciones pardo rojizas</p>	<p>Retrasos entre la recolección y el despulpado</p> <p>Fermentaciones demasiado prolongadas</p> <p>Uso de aguas sucias</p> <p>Almacenamiento húmedo del café</p>
<p>GRANO DE ALMACENAMIENTO PROLONGADO</p>		<p>Grano con alteraciones en su color normal, presenta colores que van desde el blanqueado, crema, amarillo hasta el carmelita.</p>	<p>Almacenamiento prolongado</p> <p>Malas condiciones de almacenamiento</p>
<p>MORDIDO O CORTADO</p>		<p>Grano con una herida o cortada y oxidado</p>	<p>Despulpado con máquina mal ajustada o camisa defectuosa</p> <p>Recolección de cerezas verdes</p>

<p>PICADURA POR INSECTOS</p>		<p>Grano con pequeños orificios</p>	<p>Ataque de insectos como el gorgojo y la broca</p>
<p>GRANOS ARRUGADOS</p>		<p>Grano con estrías</p>	<p>Desarrollo pobre del cafeto por sequía</p> <p>Debilidad del cafeto por falta de fertilizantes</p>
<p>GRANOS VERDES</p>		<p>Grano de color verdoso o gris claro</p> <p>La cutícula no desprende</p> <p>Superficie marchita</p> <p>Tamaño menor que el normal</p>	<p>Recolección de granos verdes</p> <p>Cultivo en zonas marginales</p> <p>Falta de fertilizante</p> <p>Roya-sequia</p>

		En este grupo se incluye el grano del paloteo	
GRANOS APLASTADOS		Grano aplanado con fracturas parciales	Pisar el café durante el proceso de secado Trilla de café humedecido
CONCHAS		Las conchas son granos malformados que consisten de dos partes, que por fricción o golpes generalmente se separan. La parte externa tiene la forma de una concha de mar y la parte interna tiene forma cónica o cilíndrica.	
GRANOS AMBAR		Grano liso color amarillento, generalmente semitransparente.	Causado por cereza pasada de madura y por condiciones de suelo pobres en hierro y alto en ph.

<p>CASCARA O PULPA</p>		<p>La cáscara o pulpa, son fragmentos secos de cereza, de color rojo oscuro.</p>	
<p>BLANQUEADO</p>		<p>Grano con decoloración de la superficie debido a bacterias del género Coccus durante el almacenamiento o transporte, asociado con cultivo viejo.</p>	
<p>MATERIA EXTRAÑA</p>		<p>La Materia extraña incluye todo objeto no originario del café encontrado en el café verde tal como piedras, palos, clavos, etc. Que le dan al café verde un mal aspecto y evidencian una pobre selección y clasificación. El material extraño puede dañar</p>	

		costosos equipos, principalmente los molinos de café.	
VETEADO		Grano con vetas blancas de color irregular, verdoso o amarillento. Ocurre habitualmente por mal secado desigual o rehumedecimiento del grano después del proceso de secado, secado desigual o por mal almacenamiento.	

B. Humedad y secado

La humedad del grano es un parámetro muy importante en el beneficio seco de café, la humedad se refiere al porcentaje físico de agua aún presente en el grano de café oro. Comercial y técnicamente se maneja un porcentaje de humedad entre 10 y 12% en oro, que es el punto en donde el grano se estabiliza físicamente y en donde expresa al máximo sus características en aspecto y sabor.

El medidor de humedad que se encuentra en el departamento de catación del Beneficio Los Olivos tienen la capacidad de medir el café pergamino y oro, pero es más recomendado medir la humedad directamente en oro, que es el parámetro comercialmente utilizado.

Es muy importante conocer la humedad del grano de café, debido a que si no está en el óptimo, este puede sufrir muchos daños en el momento de ser procesados, si el café al momento de ser procesado se encuentra una humedad arriba de la ideal, sobre problemas de blanqueamiento, esto debido a que en la trilla existe una fricción y un aumento de temperatura causando deterioro en el grano principalmente en el color del mismo. Si al momento de ser procesado el café la humedad se encuentra por debajo de la ideal, el café al momento de ser procesado se quiebra en la trilla por lo tanto existe más rechazo del café, llevando a que los rendimientos aumenten.

C. Zarandas

Para determinar el tamaño y la distribución de grano por tamaño es utilizada la unidad de 1/64 de pulgada. La herramienta utilizada es el juego de zarandas que generalmente van desde 11 hasta 20/64", que es la medida del diámetro de los orificios en esta. Comercialmente los criterios de preparación son en función de esta medida. El sistema de medición es el porcentaje de café que queda de la muestra al ser pasada a través de los tamices o zarandas. Este dato es de gran utilidad ya que nos permite ubicar las preparaciones posibles para los cafés evaluados logrando un rendimiento adecuado a dichos cafés. Recordemos que uno de los requerimientos para todas las preparaciones es la homogeneidad en tamaño, de manera que con este procedimiento determinamos que tanto café debemos eliminar al momento de preparar un café y determinar nuestro rendimiento neto.

D. Tipos de preparación

Preparación: es el tipo de grado que se le otorga a las muestras de café verde.

- a. Americana: (Para todos los orígenes menos Colombia) 8 a 14 defectos, tamaño no más de 5% bajo zaranda 14, 50% sobre zaranda 15. Color verde, libre de olores extraños.
- b. Europea: No máximo de 8 defectos y zaranda arriba de 16, color verde.

c. Especial: No defectos primarios, relativo a las especificaciones comprador

E. Tostado, dosificación y molienda

a. Tostado

El grado de tostado del café varía dependiendo del tipo de café que se está procesando, los cafecitos bajos presentan un tueste claro y liso, mientras que el café de altura presentan tuestes homogéneos, de color oscuro y corrugado. La medición del tueste se realiza en una escala de Agtron para grano tostado, para la catación es importante que esta escala este en un aproximado de 58 a 63 de la escala de Agtron para poder percibir mejor las características del café.

El proceso de tueste deberá efectuarse en no menos de 8 minutos y no más de 12 minutos. El tiempo exacto en este rango dependerá de la densidad del café que se esté tostando. Inmediatamente después del tueste, deberá enfriarse lo más rápido posible, sin utilizar agua durante este proceso. Si las muestras son almacenadas para ser catadas el día siguiente de su tueste, deberán almacenarse en un área oscura, seca y con baja humedad. Nunca se debe almacenar una muestra más allá de 24 horas para ser catada.

b. Dosificación:

Se recomienda utilizar 5.5% de café molido en relación al agua. Se deberá hacer la conversión la siguiente fórmula.

Fórmula

ml. de agua X 5.5 % = gramos de café molido

Multiplique la cantidad de agua que sostiene el vaso por 5.5% y obtendrá la cantidad de gramos que debe utilizar para esa taza.

c. Molienda:

Después de haber pesado la cantidad de café necesaria en cada taza para la prueba de catación, sigue la molienda de los granos de café, consiste en convertir el grano de café, en partículas más pequeñas para la infusión.

El tamaño del molido debe ser un poco más grueso que el tamaño del molido típico que se usa para los filtros de papel en cafeteras de goteo, para que un 70% a 75% de las partículas pueden pasar a través de un filtro (malla) tamaño 20 (850 micrómetros), estándar de los Estados Unidos.

F. Catación

a. Recomendaciones generales

Se recomienda catar en las primeras horas del día cuando el sentido del gusto esté libre de contaminantes, para apreciar y degustar con mayor claridad los atributos y/o defectos que el café posee.

Para llevar a cabo una catación que valore atributos específicos, más que solo la búsqueda de defectos, no se debe catar más de 5 muestras por sesión. No se recomienda catar más de 30 muestras por día debido a la saturación que pueda tener un catador al probar un número elevado de muestras con el fin de minimizar el margen de error en cada evaluación.

El objetivo de la catación es evaluar las características, atributos, defectos, contaminaciones, etc., en una taza de café, pero también nos ayuda a definir la limpieza de la misma, podemos aumentar la cantidad de tazas o muestras catadas al día, siempre y cuando no se tenga que hacer una evaluación profunda de las características del café.

b. Tazas

Se debe catar mezclando agua caliente en grado de ebullición sobre el café previamente pesado y molido, considerando la cantidad de agua por cantidad de café en la taza

(Proporcional gramos de café por agua) teniendo un balance en la mezcla para contar con una catación representativa, como también catar la cantidad de tazas por muestra según el objetivo de la evaluación:

2 tazas = Para identificar defectos y/o atributos naturales.

3 tazas = Recomendable en la mayoría de cataciones para definir la limpieza en taza.

5 tazas = Para definir atributos específicos del café.

5 o más = Para revisión de cafés para exportación.

c. Agua

Cada laboratorio de catación debe conocer la composición química del agua que emplea. El pH se encuentra neutral al nivel 7 que es lo ideal. La cantidad de sólidos disueltos es de 125-175 ppm (partes por millón), sin ser menos de 100ppm o más de 250ppm. Siempre se debe usar agua purificada pero no destilada.

El agua es uno de los elementos más importantes en la catación, debe ser fresca y libre de contaminaciones, se recomienda calentarla en teteras de acero inoxidable, en calentadores eléctricos o calentadores industriales de marca reconocida. Al iniciar el punto de ebullición (aprox. 98°C) se debe de suspender el proceso de calentamiento y verterlo en la taza. No se debe recalentar el agua con el fin de volver a utilizarla porque se disminuye la calidad de la misma.

d. Aspectos de catacion:

- **Fragancia:** es el olor del café de la muestra molida sin agua. Es el primer indicador de la calidad de la muestra, sin embargo no se debe de calificar como punto aparte sin tomar en cuenta el aroma. Desde este inicio se pueden manifestar atributos positivos o negativos del café que se está analizando.

- Aroma: es el olor del café y nos da una impresión general de la muestra ya molida una vez agregada el agua. Se debe de apreciar acercando la nariz lo más cerca posible a la superficie de la taza utilizando una cuchara para romper la espuma, simultáneamente inhalando el aroma desprendido. Para la calificación se debe considerar conjuntamente el aspecto de la fragancia y el aroma al definir la puntuación de ambas propiedades. En el aroma se confirman los atributos positivos o negativos que puede presentar la muestra que se pudieron describir en la fragancia.
- Acidez: es la propiedad que describe la impresión gustativa causada por la presencia de ácidos orgánicos en la infusión de café. Existen diferentes tipos de ácidos que se describen con: cítrico, agrio, vinoso, frutoso.
- Cuerpo: es el grosor del sabor, consistencia o espesor del líquido.
- Sabor: es la propiedad que describe la combinación de los atributos y defectos que se hacen presentes en una taza de café, regularmente se unifican a un criterio considerando las propiedades: fragancia/aroma, acidez y cuerpo. El catador tiene la potestad de definir si la taza es agradable o desagradable otorgándole una calificación alta o baja respectivamente de acuerdo a los estándares para la cual la muestra está siendo analizada.

3.3.4 Evaluación

En el presente servicio se presentaron resultados positivos, debido a que se logró realizar una pequeña guía sobre las condiciones adecuadas para un departamento de catación, además se conocieron todos los materiales y equipos utilizados para realizar la evaluación de calidad del grano de café.

Además se presenta un cuadro donde se presentan todos los defectos que podemos encontrar en el café, estos defectos nos permite hacer diferentes tipos de preparaciones para la exportación de café.

Bibliografía

1. Acevedo, W. 1994. Seminario regional sobre el mejoramiento de la calidad del café. San Pedro Sula, Honduras, IICA. 320 p.
2. ANACAFE (Asociación Nacional del Café, Guatemala). Año. Título del documento consultado (en línea). Guatemala. Consultado 17 oct. 2017. Disponible en <http://www.anacafe.org>
3. Central de Organizaciones Productoras de Café y Cacao del Perú, Perú. 2012. Manual del catador de cafés especiales. Lima, Perú. 45 p.
4. SCAA (Speciality Coffee Association of America, US). 2003. Protocolo para catar, revisión Junio 2003. US. 72p.
5. SCAA (Specialty Coffee Association of America, US). 2011. Manual de defectos de café verde Arabica. US. 86 p.